

Indice

1	OGGETTO DELL'APPALTO E SUA REGOLAMENTAZIONE.....	7
1.1	OGGETTO DELL'APPALTO	7
1.2	EFFETTO OBBLIGATORIO DEL CONTRATTO.....	8
1.3	AMMONTARE DEI LAVORI IN APPALTO	8
2	QUALITA' DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE.....	10
2.1	PRESCRIZIONE GENERICHE	10
2.2	ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	10
2.3	QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	12
2.3.1	Acqua.....	12
2.3.2	Calce.....	12
2.3.3	Leganti idraulici	12
2.3.4	Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte	12
2.3.5	Ghiaia, pietrisco e sabbia (per malte, conglomerati, massicciate e sottofondi).....	13
2.3.6	Paratie o casseri	14
2.3.7	Conglomerato cementizio	15
2.3.8	Armature per calcestruzzo	22
2.3.9	Pietrame.....	23
2.3.10	Ghiaia e pietrisco per drenaggi.....	23
2.3.11	Argilla	23
2.3.12	Materiali metallici	24
2.3.13	Geomembrana in HDPE	25
2.3.14	Geotessili "non tessuti"	25
2.3.15	Tubazioni	26
2.3.16	Materiali sistemazione a verde	29
2.3.17	Bitumi	29
2.3.18	Bitumi liquidi.....	30
2.3.19	Emulsioni bituminose	30
2.3.20	Catrami.....	30
2.3.21	Segnali stradali verticali	30
2.3.22	Manufatti prefabbricati	31
2.3.23	Chiusini in ghisa sferoidale	32
3	Modalità di esecuzione – Prescrizione generiche	35
3.1	Delimitazione degli ambiti di intervento	35
4	Scavi e riporti	35
5	Demolizioni e rimozioni	36

6	RETI DI SERVIZI	37
6.1	Posa in opera di tubazioni e pozzetti	37
7	COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE	41
7.1	Movimentazione e posa delle tubazioni.....	41
7.2	Movimentazione delle tubazioni.....	41
7.3	Scavo per la tubazione	42
7.4	Posa della tubazione.....	43
7.5	Modalità di posa delle tubazioni.....	47
7.5.1	Prescrizioni generali.....	47
7.5.2	Il carico, il trasporto e lo scarico dei tubi.....	47
7.5.3	L'accatastamento dei tubi	47
7.5.4	Il deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori	47
7.5.5	Lo sfilamento dei tubi	47
7.5.6	La posa in opera	48
7.5.7	La prova d'isolamento.....	49
7.5.8	La giunzione dei tubi	49
7.5.9	Il rinterro parziale	49
7.5.10	La prova idraulica.....	50
7.5.11	Il rinterro definitivo.....	53
7.5.12	I collaudi	54
7.6	attraversamenti e parallelismi	56
7.7	Costruzione dei vari tipi di condotta - condotte in pead.....	56
7.7.1	Norme da osservare	56
7.7.2	Movimentazione.....	56
7.7.3	Posa in opera e rinterro	57
7.7.4	Pozzetti, giunzioni e prova delle condotte in PEAD.....	58
7.8	Garanzie e documentazione.....	60
8	OPERE STRADALI.....	62
8.1	Preparazione del sottofondo.....	62
8.2	FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE	62
8.3	STRATI DI BASE	65
8.4	STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA.....	70
8.5	Conglomerato bituminoso	74
9	GEOTESSILI.....	78
9.1	Caratteristiche generali	78
9.2	Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale	79
9.2.1	REFERENZE DEL PRODUTTORE.....	79

9.2.2	ISPEZIONI E PROVE.....	79
9.2.3	ISTRUZIONI DI FORNITURA, TRASPORTO, STOCCAGGIO E POSA IN OPERA	79
9.2.4	VERIFICA DELLA QUALITÀ DEL MATERIALE APPROVVIGIONATO IN CANTIERE	79
9.3	Posa in opera del materiale.....	80
9.3.1	MANUTENZIONE DELLA SUPERFICIE DI POSA.....	80
9.3.2	POSIZIONAMENTO DEI TELI IN OPERA	80
9.3.3	VERBALE DI ACCETTAZIONE	80
9.3.4	PROCEDURE PER LA POSA IN OPERA	80
9.4	Controlli in corso d'opera.....	81
9.4.1	CONTROLLI DA EFFETTUARSI PRIMA DELLA POSA DEL MATERIALE	81
9.4.2	CONTROLLI SULLA POSA DEI TELI	81
10	MATERIALE INERTE DRENANTE	81
10.1	Caratteristiche generali	81
10.2	Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale	82
10.3	Controlli in corso d'opera.....	82
11	IMPERMEABILIZZAZIONE NATURALE MINERALE.....	83
11.1	Descrizione del materiale	83
11.2	Composizione del materiale	83
11.3	Stabilizzazione a calce	83
11.4	Posa in opera	83
11.4.1	PIANO DI POSA.....	83
11.4.2	CAMPO PROVA.....	83
11.4.3	STESURA DEL MATERIALE DELLO STRATO IMPERMEABILE	85
11.4.4	CONTROLLI SUL MATERIALE PRIMA DELLA COMPATTAZIONE.....	87
11.4.5	MEZZI DI COMPATTAZIONE	87
11.4.6	CONTROLLO DEL MATERIALE COMPATTATO	88
11.4.7	VERIFICA FINALE	90
12	GEOMEMBRANA IN HDPE	92
12.1	Caratteristiche generali	92
12.2	Controlli di qualità in fabbrica	93
12.3	Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale	94
12.3.1	referenze del produttore.....	94
12.3.2	Referenze del Posatore di teli.....	94
12.3.3	Ispezioni e prove.....	94
12.3.4	Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera.....	94
12.3.5	Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere.....	95
12.3.6	Manutenzione della superficie di posa.....	95

12.3.7	Posizionamento dei teli in opera.....	95
12.3.8	Verbale di accettazione.....	95
12.4	Controlli in corso d'opera.....	96
12.4.1	Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale.....	96
12.4.2	Controlli da effettuarsi in corso d'opera	96
13	RECINZIONE.....	101
14	GEORETE DRENANTE.....	101
15	TERRA DI COLTIVO	102
16	Esecuzione di opere a verde	103
16.1	Approvvigionamento di acqua.....	104
16.2	Buche per la messa a dimora di alberi e arbusti.....	104
16.3	Messa a dimora di alberi e arbusti	104
16.4	Messa a dimora e semina di piante erbacee	106
16.5	Formazione del prato	106
16.6	Manutenzione delle opere nel periodo di garanzia	107
17	Opere in ferro.....	108
18	Esecuzione di segnaletica stradale e cartelli informativi	109
19	OPERE MECCANICHE	110
19.1	QUALITÀ' E PROVENIENZA DEI MATERIALI	110
19.2	Colori distintivi delle tubazioni	112
19.3	Pompe.....	113
19.4	Valvole.....	115
19.5	Grigliati	120
19.6	Parapetti metallici di protezione	121
19.7	Utensili e lubrificanti	121
19.8	NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	121
19.8.1	esecuzione delle unioni	121
19.8.2	Saldatura.....	122
19.8.3	Chiodatura	122
19.8.4	Bullonatura	122
19.9	Tubazioni.....	123
19.9.1	Coibentazione ed isolamento delle tubazioni	132
19.9.2	Esecuzione e protezione dei giunti.....	132
19.9.3	Montaggio di serbatoi e silos.....	133
19.9.4	Verniciature	133
19.9.5	Ebanitura.....	137
20	OPERE ELETTRICHE.....	140

20.1	LEGGI E DECRETI	140
20.2	Pali di sostegno (escluse le torri-faro)	141
20.3	Linee.....	142
20.4	Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti	143
20.5	Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione.....	143
20.6	Impianto di Terra - Dispensori.....	145
20.7	APPARECCHIATURE MT	145
20.7.1	NORME DI RIFERIMENTO	145
20.7.2	DATI ELETTRICI	145
20.7.3	ARCO INTERNO	146
20.7.4	DATI DIMENSIONALI	146
20.7.5	GENERALITÀ CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	146
20.7.6	CELLA SBARRE	147
20.7.7	CELLA LINEA SCOMPARTO CON INTERRUTTORE.....	147
20.7.8	CELLA LINEA SCOMPARTO CON INTERRUTTORE DI MANOVRA-SEZIONATORE O DI SOLO SEZIONATORE A VUOTO	148
20.7.9	CELLA STRUMENTI	148
20.7.10	SBARRE E CONNESSIONI	149
20.7.11	IMPIANTI DI TERRA NEL QUADRO	149
20.7.12	INTERBLOCCHI.....	149
20.7.13	INTERBLOCCHI SCOMPARTI CON INTERRUTTORE IN ESALUORURO DI ZOLFO O IN VUOTO 150	
20.7.14	INTERBLOCCHI SCOMPARTI CON INTERRUTTORI DI MANOVRA O A VUOTO.....	150
20.7.15	INTERBLOCCHI SCOMPARTI UNITÀ ARRIVO CAVI CON SEZIONATORE DI TERRA	151
20.7.16	VERNICIATURA.....	151
20.7.17	INTERRUTTORI.....	151
20.7.18	SEZIONATORI A VUOTO.....	152
20.7.19	INTERRUTTORI DI MANOVRA SEZIONATORI E FUSIBILI.....	153
20.7.20	SEZIONATORE DI TERRA INTERNO ALL'INVOLUCRO INOX DEL SEZIONATORE/IMS	154
20.7.21	SEZIONATORE DI TERRA INTERNO ALL'INVOLUCRO INOX DEL SEZIONATORE/IMS	154
20.7.22	SENSORI DI CORRENTE	154
20.7.23	UNITÀ DI PROTEZIONE E MISURA	155
20.7.24	CAVETTERIA E CIRCUITI AUSILIARI	158
20.7.25	PROVE E CERTIFICAZIONI	158
20.7.26	DOCUMENTI DA FORNIRE A FINE LAVORI	159
20.7.27	GARANZIA E SISTEMA DI QUALITÀ	159
20.8	CAVI ELETTRICI.....	160
20.8.1	CAVI ELETTRICI MT	160

20.9	CANALIZZAZIONI	160
20.9.1	GENERALITA'	160
20.9.2	TUBAZIONI SOTTOTRACCIA	161
20.10	COLLEGAMENTI ELETTRICI	161
20.11	PROTEZIONE STRUMENTI CONTRO BASSE TEMPERATURE.....	162
20.12	DOCUMENTI FINE LAVORI	162

1 OGGETTO DELL'APPALTO E SUA REGOLAMENTAZIONE

1.1 OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutti i lavori necessari per la realizzazione dei lavori di messa in sicurezza dell'ex discarica sita in località Parapoti nel Comune di Montecorvino Pugliano (SA).

Le opere che costituiscono l'oggetto dell'appalto comprendono le seguenti categorie di lavoro:

-**categoria OG12- Opere ed impianti di bonifica e protezione ambientale**

realizzazione della copertura finale della discarica con fornitura e posa di materiali inerti e teli geosintetici, rispettivamente, in ordine di posa dal basso verso l'alto, materiale inerte drenante, geotessile tessuto non tessuto di almeno 285 gr/mq, impermeabilizzazione minerale in argilla rullata e compattata con $k < 10^{-7}$ m/s, georete drenante estrusa in PEAD, terreno vegetale ;

realizzazione del sistema di stoccaggio del percolato con vasche prefabbricate nel corpo discarica ed allocazione di motopompe autoadescanti per l'aspirazione del percolato ivi confluente naturalmente per gravità e successivo invio ai serbatoi di stoccaggio; serbatoi metallici di stoccaggio allocati in una vasca realizzata in opera, in conglomerato cementizio armato; motopompe e relativi allacciamenti. Il tutto prevede anche una sistemazione dell'area di stoccaggio con opere di scavo e fondazione in misto granulare stabilizzato;

realizzazione di opere a verde con semina e piantumazioni;

regimentazione del biogas di discarica, con estensione dei pozzi esistenti e creazione di nuovi pozzi nei tratti di collegamento tra le diverse aree di coltivazione;

-**categoria OG3- Strade, autostrade, ponti, viadotti, etc.**

strada perimetrale e viabilità interna al corpo discarica: formazione di sottofondo stradale in misto granulare stabilizzato con sovrastante strato di conglomerato bituminoso di collegamento (binder) e strato di usura (tappetino); ripristino di pavimentazioni stradali (binder e tappetino di usura);

-**categoria OS30- Impianti elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi**

realizzazione dell'impianto di illuminazione stradale, con cavidotto in c.a., pali stradali dotati di idonea fondazione, cavi idonei , messa a terra di ogni elemento, quadro di alimentazione;

-**categoria OG6- Acquedotti, gasdotti, oleodotti, opere di irrigazione e di evacuazione**

realizzazione dei canali di raccolta delle acque meteoriche in conglomerato cementizio armato con pozzetti rompi tratto e, ove necessario, pozzetti di ispezione. Sono previsti tre tratti di attraversamento stradale, con tubazione in PEAD ϕ 800 protetto da una soletta in cls da 30 cm armata con rete elettrosaldata a maglia quadrata, per confluenza nel "canale di raccolta acque meteoriche in c.a. esistente";

realizzazione dell'impianto di adduzione idrica (denominato impianto irriguo) con punti di presa distribuiti sull'intera viabilità perimetrale ed interna, motopompa per il sollevamento da vasca esistente;

E' stato previsto anche un attacco motopompa dei VV.F.

Le opere da realizzare si rilevano in dettaglio dagli elaborati di progetto definitivo allegati al presente disciplinare.

1.2 EFFETTO OBBLIGATORIO DEL CONTRATTO

L'Impresa resterà vincolata dal momento in cui avviene la presentazione dell'offerta, mentre la Committente dal momento della sottoscrizione del contratto d'appalto.

1.3 AMMONTARE DEI LAVORI IN APPALTO

L'importo dei lavori in appalto ammonta a **Euro 5'255'275,47**, così suddiviso:

<i>Categorie di lavori</i>	<i>Importo(euro)</i>	<i>%</i>
OG12- Opere ed impianti di bonifica e protezione ambientale	4'493'313,76	85,501
OG3- Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie	299'839,88	5,706
OS30- Impianti interni elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi	213'627,19	4,065
OG6- Acquedotti, gasdotti, oleodotti, opere di irrigazione e di evacuazione	248'494,64	4,728
Totale CATEGORIE	5'255'275,47	100

In particolare le lavorazioni da eseguire sono le seguenti:

<i>Lavorazioni</i>	<i>Importo(euro)</i>	<i>%</i>
OG.12 Copertura sommitale (capping)	3'525'765,58	67,090
OG.6 Regimentazione acque meteoriche	170'050,57	3,236
OG.12 Regimentazione e stoccaggio percolato	462'827,44	8,807
OG.12 Recupero ambientale	481'168,78	9,156
OG.6 Impianto irriguo e motopompa VV.F.	78'444,07	1,493

OG.12	Regimentazione biogas	23'551,96	0,448
OG.3	Viabilità	299'839,88	5,706
OS.30	Illuminazione stradale	213'627,19	4,065
Totale Lavorazioni		5'255'275,47	100

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO**€ 5'255'275,47**

2 QUALITA' DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

2.1 PRESCRIZIONE GENERICHE

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno presentare i requisiti prescritti per ognuno dal presente disciplinare salvo il caso che nel disciplinare stesso siano indicati i luoghi da cui debbano prendersi alcuni dei materiali medesimi.

Essi dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte e forniti, per quanto possa essere di competenza dell'impresa, in tempo debito per assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

A ben precisare la natura delle provviste di materiali occorrenti alla esecuzione delle opere la direzione dei lavori potrà richiedere che l'impresa presenti, per le principali provviste, un certo numero di campioni da sottoporre alla scelta ed all'approvazione della direzione stessa, la quale, dopo averli sottoposti alle prove prescritte, giudicherà sulla loro forma, qualità e lavorazione e determinerà in conseguenza del modello su cui dovrà esattamente uniformarsi l'impresa per l'intera provvista.

La direzione lavori ha facoltà di prescrivere la qualità di materiali che devono essere impiegati in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente disciplinare e nell'elenco prezzi unitari.

I campioni rifiutati dovranno immediatamente ed a spesa esclusiva dell'impresa asportarsi dal cantiere e l'impresa sarà tenuta a surrogarli senza che ciò possa darle pretesto alcuno a prolungo del tempo fissato per l'ultimazione dei lavori.

Anche i materiali ammessi al cantiere non si intendono perciò solo accettati e la facoltà di rifiutarli persisterà anche dopo la loro collocazione in opera qualora non risultassero corrispondenti alle prescrizioni del disciplinare.

L'appaltatore dovrà demolire e rifare a sue spese e rischio i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione o protesta.

In merito alla eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dal disciplinare, verrà deciso secondo la procedura stabilita dal disciplinare medesimo.

Allorché il direttore dei lavori presuma che esistano difetti di costruzione, esso potrà ordinare le necessarie verifiche.

Le spese relative saranno a carico dell'appaltatore quando siano constatati vizi di costruzione. Riconosciuto che non vi siano difetti di costruzione, l'appaltatore avrà diritto al solo rimborso delle spese effettive sostenute per le verifiche, escluso qualsiasi indennizzo o compenso.

2.2 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente disciplinare o degli altri atti contrattuali.

Tutti gli approvvigionamenti afferenti il cantiere dovranno essere corredati del certificato del produttore attestante le caratteristiche del materiale per verificarne l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti. Ove previsto, dovranno essere trasmesse, al fine di consentire alla D.L. di procedere alla formale accettazione del materiale, le risultanze analitiche prescritte nel presente disciplinare e nel Capitolato Speciale di Appalto da redigere nel progetto esecutivo.

Tale documentazione è necessaria al fine di consentire all'impresa la fornitura in cantiere del materiale occorrente alla realizzazione dei lavori.

Successivamente dovrà essere consegnato in copia alla Direzione Lavori, entro 3 giorni dalla consegna in cantiere, il Documento di Trasporto del materiale fornito.

Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Disciplinare Generale, norme EN, U.N.I., C.N.R., C.E.I..

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente Disciplinare o dalla Direzione Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme del C.N.R., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione Lavori. Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo per avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Tutte le forniture, i materiali e le categorie di lavoro sono soggetti all'approvazione della Direzione lavori che ha facoltà insindacabile di richiedere la sostituzione o il rifacimento totale o parziale del lavoro eseguito; in questo caso l'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a sue spese, all'esecuzione di tali richieste, eliminando inoltre, sempre a suo carico, gli eventuali danni causati.

Le forniture non accettate, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che il Committente si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

2.3 QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.3.1 *Acqua*

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

2.3.2 *Calce*

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella L. 26 maggio 1965, n. 595 nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972. La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassetto tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti. La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità. L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed, a seconda delle prescrizioni della Direzione dei lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura..

2.3.3 *Leganti idraulici*

Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti. Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità o in sili.

2.3.4 *Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte*

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il

Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti) e UNI 10765.

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13139, UNI EN 13055-1, UNI EN 12620.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.3.5 Ghiaia, pietrisco e sabbia (per malte, conglomerati, massicciate e sottofondi)

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti. Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivati da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione.

Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da 1 a 5 mm.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per i lavori di notevole importanza l'Impresa dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei lavori i normali controlli.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da 40 a 71 mm (trattenuti dal crivello 40 e passanti da quello 71 U.N.I. 2334) per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno da 40 a 60 mm (trattenuti dal crivello 40 e passanti da quello 60 U.N.I. 2334) se si tratta di volti o getti di un certo spessore; da 25 a 40 mm (trattenuti dal crivello 25 e passanti da quello 40 U.N.I. 2334) se si tratta di volti o getti di limitato spessore.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto,

all'abrasione, al gelo, avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Rispetto ai crivelli U.N.I. 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 e trattenuti dal crivello 25; i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 e trattenuti dal crivello 10; le graniglie quelle passanti dal crivello 10 e trattenute dallo staccio 2 U.N.I. 2332.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
- 5) graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura 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 di prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

2.3.6 Paratie o casseri

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a

cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere muniti di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni, preventivamente spianate, debbono essere munite di puntazze in ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendone la parte sporgente quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

2.3.7 Conglomerato cementizio

Per quanto riguarda la normativa UNI 9858-91, la classe di esposizione richiesta sarà tipo 5a, come da seguente tabella:

Tabella - Classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali

Classe di esposizione			Esempi di condizioni ambientali
1	Ambiente secco		- Interni di abitazioni od uffici*
2	Ambiente umido	a) senza gelo	- Interni con umidità elevata
		b) con gelo	- Elementi strutturali esterni
			- Elementi strutturali in acqua
			- Elementi esterni esposti al gelo
			- Elementi in terreno od acqua esposti al gelo
3	Ambiente umido con gelo ed uso di sali		- Elementi interni con umidità elevata esposti al gelo
			- Elementi interni ed esterni esposti al gelo ed ai sali antigelo
4	Ambiente marino	a) senza gelo	- Elementi parzialmente o completamente sommersi in mare
		b) con gelo	- Elementi in aria ricca di salsedine
			- Elementi parzialmente o completamente sommersi in mare, esposti al gelo
			- Elementi in aria ricca di salsedine, esposti al gelo
Classe di esposizione			Esempi di condizioni ambientali
Le seguenti classi possono presentarsi da sole od assieme alle precedenti			
5	Ambiente chimicamente aggressivo**	a)	- Ambiente debolmente aggressivo
		b)	- Atmosfera industriale aggressiva
		c)	- Ambiente moderatamente aggressivo
			- Ambiente fortemente aggressivo

* Questa classe di esposizione resta valida se durante la costruzione la struttura ed i componenti non si trovino esposti a più severe condizioni per un prolungato periodo di tempo

** Gli ambienti chimicamente aggressivi per la presenza di ioni solfato e di anidride carbonica e aggressiva sono classificati nella UNI 8981

La classe di consistenza mediante la misura dell'abbassamento al cono UNI 9418 sarà di tipo S4 o S5, come da seguente tabella:

Tabella - Classi di consistenza mediante la misura dell'abbassamento al cono (UNI 9418)

Classe di consistenza	Abbassamento	mm	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40		Umida
S2	da 50 a 90		Plastica
S3	da 100 a 150		Semifluida
S4	da 160 a 200		Fluida
S5	> 210		Superfluida

Si richiama in particolare il rispetto dei disposti della normativa UNI 9858-91 per garantire ai calcestruzzi la richiesta resistenza meccanica e durabilità nel tempo.

Cemento e rapporto acqua/cemento

La determinazione del rapporto acqua/cemento ottimale da adottare negli impasti di calcestruzzo dovrà essere oggetto di una serie di prove preventive che tengano conto del tipo e del dosaggio di cemento, della natura e della granulometria degli inerti e del loro stato igrometrico superficiale medio, delle caratteristiche delle strutture da gettare e del sistema e della potenza e frequenza dei vibratorii impiegati per il costipamento in opera.

Normalmente il rapporto acqua/cemento effettivo non dovrà essere superiore a 0,45.

Nel caso in cui tale rapporto rendesse difficoltoso la lavorabilità ed il costipamento del getto (in particolare per quanto riguarda il getto di conglomerato atto ad ottenere un trattamento superficiale del cls) sarà ammesso l'impiego di appositi additivi, anziché provvedere all'aggiunta di quantità eccedenti di acqua per favorire l'esecuzione dei getti.

L'impiego degli additivi dovrà essere segnalato alla Committenza ed approvato dalla Direzione Lavori e sarà comunque a carico dell'Appaltatore. Nel computo del rapporto acqua/cemento si dovrà tener conto dell'umidità degli inerti.

L'Appaltatore dovrà provvedere affinché in cantiere sia sempre a disposizione della Direzione Lavori un cono di Abrams per le necessarie prove di *slump* del cls prima del getto.

Inerti

I materiali inerti potranno provenire dal riutilizzo di residui inerti che saranno reperiti in parte all'interno dell'area oggetto dell'intervento e in parte esternamente attivando un punto di conferimento di questi rifiuti.

Tali materiali verranno opportunamente trattati in un impianto di frantumazione e vagliatura, e separati da frazioni indesiderate quali ferro e materiali leggeri (plastica, legno ecc.), tramite deferrizzatore e separatore per peso specifico.

Gli inerti potranno essere di origine naturale od essere ottenuti per frantumazione di rocce compatte e dovranno essere costituiti da materiali silicei selezionati e lavati in modo da escludere la presenza di sostanze organiche, limose, argillose, gessose od altre che possano comunque risultare nocive alla resistenza finale del conglomerato di calcestruzzo e delle relative armature.

Non dovranno in ogni caso essere porosi, scistosi e silicomagnesiaci. In particolare è escluso l'impiego di inerti con silice cristallina libera, utilizzati con cementi contenenti solfati in proporzione superiore allo 0,7%.

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

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del *bleeding* nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi per classi; la classe più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole classi non dovranno avere sottoclassi (frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere a classi inferiori) in misura superiore al 15% e sopraclassi (frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere a classi superiori) in misura superiore al 10% della classe stessa.

Tabella 1 - Classificazione degli inerti

Diametro (mm)	Naturali	Artificiali
0,08 - 5	Sabbia alluvionale	Sabbia di frantoio
5 - 10	Ghiaino	Graniglia
10 - 25	Ghiaietto	Pietrischetto
25 - 76	Ghiaia	Pietrisco
> 76	Ghiaione	Pietrame

L'appaltatore, in relazione all'entità dei lavori, su richiesta della Direzione Lavori, dovrà disporre in cantiere a sua cura e spese quanto necessario per eseguire analisi granulometriche degli inerti con la stessa serie di vagli usata per lo studio della composizione dei conglomerati e provvedere a richiesta della Direzione lavori e a suo onere, al controllo granulometrico mediante i crivelli UNI 233 e UNI 2334 ed alla stesura delle curve granulometriche eventualmente prescritte.

Il pietrischetto potrà provenire dalla frantumazione di rocce calcaree, basaltiche, granitiche od analoghe. La dimensione massima degli inerti dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità del conglomerato stesso, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera.

Le curve granulometriche che si intendono adottare dovranno essere tempestivamente presentate alla Committenza ed alla Direzione Lavori. Sarà ammessa l'adozione di curve granulometriche discontinue con preventiva verifica che le resistenze meccaniche risultino inferiori a quelle prescritte.

Per particolari getti di calcestruzzo, in particolare, gli inerti dovranno essere privi di qualsiasi impurità, specie di pirite; dovranno inoltre avere colore uniforme per tutta la durata del getto e dovranno pertanto essere approvvigionati sempre alla stessa fonte.

Lo stoccaggio dovrà avvenire in appositi sili, tramogge o depositi opportunamente predisposte per lo scolo dell'acqua.

Il diametro massimo convenzionale del pietrisco da impiegare deve essere determinato in base alle caratteristiche delle strutture da gettare, tenendo conto delle loro dimensioni, dell'ingombro delle armature metalliche e dell'effetto parete delle armature stesse e delle casserature di contenimento.

L'Appaltatore, in rapporto all'entità delle opere, dovrà:

- disporre di una adeguata attrezzatura di cantiere per l'esecuzione delle analisi granulometriche e per la determinazione dei pesi specifici e dello stato igrometrico degli inerti;
- effettuare lo studio delle granulometrie degli impasti, completo di relazioni, conteggi e diagrammi, il tutto in base a metodi e curve limiti preventivamente approvati dalla Committenza e dalla Direzione Lavori, se da questa richiesto, effettuare uno specifico studio granulometrico per ogni struttura o gruppo di strutture di caratteristiche analoghe, particolarmente impegnative.

La composizione dell'impasto deve essere studiata con riferimento ad 1 m³ di calcestruzzo fresco in opera, tenendo conto del dosaggio di cemento prefissato e del rapporto acqua/cemento che si intende adottare per le singole strutture.

Su richiesta della Direzione Lavori non potranno essere iniziati i getti delle strutture particolarmente impegnative, prima di aver ottenuto i risultati validi su prove eseguite a 28 giorni su provini dei calcestruzzi confezionati secondo le granulometrie studiate.

Durante il getto, la Committenza potrà richiedere che vengano prelevati direttamente dall'impastatrice campioni di miscela asciutta, in modo da procedere al controllo del modulo di finezza dell'impasto per il quale sono tollerate variazioni non superiori al 10%.

Leganti

Cemento normale tipo Portland 325 per il confezionamento delle malte a base di agglomerante cementizio, eventualmente additivate.

I requisiti meccanici dovranno rispettare il D.M. 03/06/1968, ed in particolare la resistenza a compressione dovrà garantire i seguenti valori minimi :

- Cementi normali 28 gg. da N/cm² 325
- Cementi ad alta resistenza 28 gg. da N/cm² 425
- Cementi ad alta resistenza e presa rapida 28 gg. da N/cm² 425

I cementi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui ai seguenti riferimenti legislativi:

- Legge n° 595 del 26/05/1965 e successivo D.M. 31/08/1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche"
- D.M. 03/06/1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"
- Eventuali altre Leggi, Norme UNI e Decreti vigenti o successivamente emanati, anche durante il corso dei lavori. I leganti idraulici dovranno essere conservati in ambiente e silos riparati ed asciutti. Dovranno rispondere ai requisiti di cui al D.M. 03/06/1968 e al D.M. 14/02/1992 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e per quanto citato alla UNI 9858-91.

Ogni tipo di cemento impiegato o presente in cantiere dovrà provenire dallo stesso stabilimento (in caso di impossibilità segnalare il fatto alla Committenza ed alla Direzione Lavori) e sarà reso in cantiere in involucri sigillati od in veicoli appositi per il trasporto del cemento sfuso. Le singole partite dovranno essere impiegate in ordine di consegna. per getti di calcestruzzo a vista dovrà essere garantita l'uniformità di colore : il cemento dovrà quindi essere particolarmente controllato.

Acqua

L'acqua da impiegarsi nella produzione di conglomerato cementizio dovrà essere esente da SO₄ (massimo 1 g/litro) e cloruri (max 0,1 g/litro). L'acqua dovrà essere limpida e senza tracce di saponi, acidi, grassi, limi o altre sostanze organiche. Il pH dovrà essere compreso fra 6 e 8.

Additivi per calcestruzzi

Per garantire calcestruzzi con idonee resistenze meccaniche e durevoli nel tempo, saranno impiegati componenti migliorativi della coesione e compattezza dei getti a base di microsilicati e di additivi superfluidificanti di tipo melamminico, per realizzare cls facilmente pompabile, privo di fenomeni di segregazione degli inerti.

Gli additivi dovranno essere impiegati secondo le prescrizioni del Produttore. Questi dovrà esibire i risultati provenienti da una ampia sperimentazione pratica sul tipo e sulla dose dell'additivo da usarsi; dovrà esibire prove di Laboratori Ufficiali che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti e garantire la qualità e la costanza delle caratteristiche del prodotto stesso.

Il Produttore di additivi 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 dell'opera.

L'uso di qualsiasi tipo di additivo dovrà comunque essere approvato dalla Direzione Lavori.

Impasto del calcestruzzo

Dovranno essere impiegate impastatrici meccaniche di tipo adeguato alla entità dei lavori appaltati. Il dosaggio del cemento e degli inerti dovrà essere effettuato a peso, con tolleranza rispettivamente del 2% e 3%.

I componenti asciutti dell'impasto inseriti nell'impasto, immessi nell'impastatrice contemporaneamente e in modo da non dare luogo a dispersioni di cemento, dovranno essere mescolati fino ad ottenere una miscela omogenea prima di iniziare l'aggiunta di acqua. Questa dovrà essere regolata da contatori ed il suo carico progressivo dovrà essere completato entro il 25% del tempo totale di mescolamento.

L'eventuale aggiunta di fluidificanti, ritardanti e acceleranti, del tipo approvato dalla Committenza, verrà effettuato normalmente prima della fine dello scarico dell'acqua di impasto.

Il tempo di mescolamento dovrà essere commisurato al tipo di impastatrice ed alla composizione dell'impasto. In ogni caso dovrà essere tale da garantire la completa

miscelatura della pasta di acqua e cemento con gli aggregati, e non deve essere prolungata oltre il necessario onde non dar luogo ad inizi di segregazione dei componenti.

Ogni carica dovrà corrispondere alla capacità dell'impastatrice. Questa dovrà essere completamente svuotata prima di dare inizio al ciclo successivo. Durante la lavorazione, la Committenza e la Direzione Lavori potranno richiedere il controllo sistematico della consistenza e della lavorabilità del calcestruzzo; la consistenza dell'impasto sarà verificata con prove di abbassamento al cono di Abrams, che, sulla media aritmetica delle misure effettuate dovranno dare i seguenti valori :

- consistenza umida (S1): abbassamento al cono 10-40 mm
- consistenza plastica (S2): abbassamento al cono 50-90 mm
- consistenza semifluida (S3): abbassamento al cono 100-150 mm
- consistenza fluida (S4): abbassamento al cono 160-200 mm
- consistenza superfluida (S5): abbassamento al cono 210 mm

Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di betonaggio alla zona di getto dovrà avvenire con mezzi che evitino la separazione e perdita dei materiali e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo stesso.

Il trasporto con mezzi privi del dispositivo di mescolamento dell'impasto è consentito solo se il tempo intercorrente tra lo scarico del calcestruzzo dall'impastatrice ed il suo getto non supera la mezz'ora. Per periodi più lunghi si dovrà provvedere al mescolamento durante il trasporto.

La capacità dei contenitori dei veicoli dovrà essere uguale o multiplo intero di quella dell'impastatrice dell'impianto di betonaggio per evitare il frazionamento degli impasti nella distribuzione. Gli organi di scarico dovranno consentire il controllo della velocità e della quantità del getto.

L'acqua eventualmente o evaporata durante il trasporto potrà essere integrata immediatamente prima del getto, purché ciò avvenga entro i contenitori rotanti ed in modo che l'acqua aggiunta si amalgami uniformemente con la massa di calcestruzzo. La Committenza e la D.LL. potranno richiedere che prove di consistenza e lavorabilità vengano eseguite sul luogo del getto, prima e durante la sua esecuzione.

Qualora non sia possibile altrimenti, sarà ammesso l'impiego di calcestruzzi preconfezionati da Società di betonaggio, con l'osservanza di tutte le disposizioni sopra descritte. L'Appaltatore assumerà comunque a suo pieno e completo carico ogni onere e responsabilità a tutti gli effetti, come da produzione sua propria. Ciò vale anche per le operazioni eventuali di getto a mezzo di pompa. Per getti diretti da betoniera, sarà vietato in modo assoluto fluidificare l'impasto con aggiunta di acqua.

Il tempo di mescolamento dovrà essere tale da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti della prova di omogeneità di cui ai successivi paragrafi. Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà causare un aumento di consistenza superiore di cm 5 alla prova del cono. In caso di cls preconfezionato, ogni betoniera potrà scaricare il proprio carico solo se in possesso di specifica bolla tecnica di consegna con indicate tutte le caratteristiche richieste per il getto; in particolare devono essere

indicate : resistenza caratteristica, quantitativo di cemento, rapporto acqua/cemento, classe di consistenza, classe di esposizione, eventuali additivi.

Getto del calcestruzzo

L'appaltatore dovrà:

- controllare che tutte le gabbie d'armatura siano dotate di appositi distanziatori dal cassero, in plastica o cls, per garantire i richiesti copriferro di progetto;
- prima di ogni getto informare la Direzione Lavori al fine di consentire il controllo della disposizione dell'armatura, le condizioni della stessa e lo stato delle superfici interne delle casseforme;
- effettuare il trasporto del calcestruzzo in modo da evitare contaminazioni, separazioni o perdita degli inerti e prematuro inizio di presa;
- al momento del getto, assicurarsi che armature e casseri siano puliti, senza detriti od acqua stagnante (le casseforme in legname debbono essere bagnate e quelle in metallo debbono essere trattate con prodotto disarmante);
- gettare il calcestruzzo al centro delle casseforme, stendendo in strati orizzontali di spessore variabile fra cm 20 e 40, a seconda del tipo di strutture, evitando di gettare il cls in grossi cumuli, distendendoli successivamente con vibratore, ma procedere in piccoli strati servendosi possibilmente di tramogge o canalette specialmente nelle zone fittamente armate;
- effettuare i getti con operazione continua fino ai giunti di ripresa e con altezza di caduta non superiore a cm 50;
- costipare immediatamente il cls in opera servendosi di vibratori ad ago di idonea frequenza (8000-10000 colpi al minuto per i getti con trattamento superficiale del cls) immersi verticalmente ogni 40-80 cm e ritirati lentamente, evitando il contatto con le armature.

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorrente tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare le 3 ore alla temperatura ambiente di 20 °C oppure il tempo dedotto per interpolazione dalla seguente tabella:

Tabella - Tempi del getto successivo in funzione della temperatura

T (°C)	t (ore)
5	6h00'
10	4h30'
15	3h35'
20	3h00'
25	2h35'
30	2h15'
35	2h00'

A meno che non sia stato aggiunto all'impasto un idoneo additivo ritardante.

Nel caso di interruzioni superiori alle 8 ore, si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione in modo da mettere in evidenza lo scheletro presente, e stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dello spessore di cm 1-2 con un dosaggio di cemento di almeno 600 daN.

Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto devono essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Stagionatura dei getti

Prima del disarmo tutte le superfici non protette dei getti dovranno essere mantenute umide con bagnatura o con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni. Le operazioni di bagnatura potranno essere sostituite dall'impiego di vernici protettive antievaporanti.

Controlli

L'Appaltatore dovrà prelevare i campioni di cls per i controlli di accettazione della resistenza a compressione con la modalità e la frequenza precisate nel D.M. 14/02/1992 allegato 2. L'Appaltatore dovrà far siglare ogni provino dalla Direzione Lavori e registrare nel diario di cantiere la data di prelevamento dei provini e le parti di struttura corrispondenti ad essi. L'Appaltatore dovrà inviare i campioni in un laboratorio ufficiale come definito dall'art. 20 della legge 1086 del 05/11/1981 mediante lettera sottoscritta dal D.L. indicante la caratteristica Rck richiesta in progetto, la data di prelievo e l'elemento strutturale interessato.

Inoltre l'Appaltatore dovrà preventivamente, per via sperimentale, individuare e definire qualità e composizione dei componenti di conglomerato, nonché procedura e modalità operative per impasto, getto e maturazione, in modo da ottenere calcestruzzo di classe richiesta.

Questa fase di approntamento dei campioni dovrà essere condotta in tempi tali da rispettare il programma dei lavori, ivi comprendendo anche i tempi di verifica e di accettazione da parte della Direzione Lavori.

In particolare la vasca di contenimento in c.a. dei nuovi serbatoi di stoccaggio del percolato verrà sottoposta, a opera finita, a prova di tenuta idraulica.

2.3.8 Armature per calcestruzzo

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D. M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 14 gennaio 2008) e relative circolari esplicative. E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

L'intera fornitura dovrà essere del tipo "Controllata in stabilimento" ai sensi del nel D.M. 14/02/1992 punto 2.2.8.2 e potrà essere accettata in cantiere senza ulteriori controlli se accompagnata da certificato di Laboratorio Ufficiale con relativa bolla di accompagnamento e marchio di qualità ed origine.

La Direzione Lavori potrà far eseguire controlli di acciai già sottoposti a controlli in stabilimento, con i relativi oneri a carico dell'Appaltatore.

E' tassativamente vietato piegare le barre a caldo.

Il copriferro e l'interferro dovranno essere secondo il punto 6.1.4 del nel D.M. 14/02/1992 ovvero secondo le prescrizioni dell' "Eurocode n°2, part. 10: structural fire design", assumendo la condizione più gravosa derivante dalle sopraccitate normative.

Le reti di acciaio elettrosaldate dovranno possedere le caratteristiche indicate nel D.M.

14/02/1992 - prospetto 4 del punto 2.2.5. Saranno formate con fili aventi diametro compreso fra 5 e 12 mm e maglia non superiore ai cm 35 di lato.

2.3.9 Pietrame

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate. Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente. Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità. Il profilo dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 1600 kg/cm² ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di 5.

2.3.10 Ghiaia e pietrisco per drenaggi

Le ghiaie o i pietrischi che verranno adoperate per la realizzazione di drenaggi dovranno essere costituiti da elementi omogenei privi di alterazioni, inalterabili all'aria, all'acqua e al gelo, pulitissimi e esenti da materie terrose, argillose e limacciose e dovranno provenire esclusivamente da rocce silicee compatte ad alta resistenza a compressione. Le perdite in peso per decantazione in acqua non dovranno superare il 2%. Dovranno essere scartati gli elementi appuntiti o con spigoli vivi che possano danneggiare le membrane impermeabili. Le granulometrie dovranno essere esclusivamente quelle indicate nel progetto.

Negli utilizzi in contatto con geocompositi bentonitici sono da impiegare esclusivamente ghiaie e ghiaietti con granuli tondi senza spigoli o punte, delle granulometrie indicate nel progetto.

2.3.11 Argilla

L'argilla impiegata sarà reperita in loco o prelevata da cava esterna e dovrà possedere caratteristiche riconosciute idonee dalla Direzione Lavori. Essa verrà stesa con l'ausilio di mezzi meccanici, in strati da 25 cm e, se necessario, sottoposta a fresatura fine di omogeneizzazione.

L'argilla dovrà essere di fine granulometria ed esente da sabbie, ghiaie, materiale organico ed altri inerti che ne riducano la coesione e l'impermeabilità naturale.

L'argilla dovrà avere caratteristiche di plasticità tali da consentirne una facile lavorazione; qualora la materia prima dovesse risultare al momento della stesa scarsamente inumidita e di conseguenza poco malleabile, si provvederà all'innaffiamento della stessa fino a raggiungere valori ottimali di umidità ai fini della successiva compattazione; verrà quindi lavorata fuori opera con mezzi meccanici quali escavatori, pale meccaniche, rulli costipatori, ecc. fino ad ottenere la plasticità necessaria per la posa in opera; la consistenza dell'argilla da rivestimento dovrà venir

preventivamente accettata dalla Direzione Lavori; eventuali partite di argilla poste in opera senza la preventiva accettazione e quindi in difformità a quanto sopra detto sull'argomento, saranno rimosse a cura e spese dell'Impresa.

L'argilla di copertura della discarica sarà stesa a strati di spessore non superiore a 25 cm che saranno compattati con idonei mezzi fino a completo assestamento secondo le sezioni di progetto.

Ogni strato verrà rullato con rulli a punte e costipato singolarmente in sezioni obbligate, come da progetto, con un grado di costipazione non inferiore al 95% della AASHOT99 Standard e livelli di permeabilità inferiori a 10^{-6} m/s. Il materiale consegnato e posto in opera sarà controllato attraverso apposite prove ordinate dalla Direzione Lavori. In caso di necessità, prima della fresatura e della compattazione l'argilla potrà essere addizionata di bentonite sodica in polvere.

Il tutto è descritto nel dettaglio al successivo Capitolo "Impermeabilizzazione naturale minerale".

2.3.12 Materiali metallici

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso indicate.

In generale, i materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili.

Sottoposti ad analisi chimica, dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni a macchina, o a mano, che possa menomare la sicurezza dell'impiego.

- Acciai

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- Ghisa

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1561.

La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1562.

- Rame

Il rame dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1977.

- Ferro

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo e a caldo, tenace, di marcata struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, soluzioni di continuità e difetti di qualsiasi natura.

I manufatti di ferro per i quali non venga richiesta la zincatura dovranno essere forniti con mano di vernice antiruggine.

- Zincatura

Per la zincatura di profilati di acciaio, lamiere di acciaio, tubi, oggetti in ghisa, ghisa malleabile e acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme UNI EN 10244-1 e UNI EN 10244- 2.

2.3.13 Geomembrana in HDPE

Le geomembrane in Polietilene ad Alta Densità (teli in HDPE) da impiegare in lavori di impermeabilizzazione saranno prodotte con materiali vergini (non rigenerati o riciclati) di prima qualità.

Per tale motivo l'Appaltatore dovrà dichiarare la provenienza ed il nome del produttore del granulo con l'indicazione del tipo di prodotto usato.

Le dichiarazioni sono a rischio dell'offerente ed eventuali differenze riscontrate causeranno il rifiuto della partita fornita o posata.

L'Appaltatore dovrà quindi all'atto pratico fornire unitamente al materiale da impiegare, il certificato d'origine rilasciato dal produttore indicante:

- quantità del materiale al quale il certificato si riferisce;
- dichiarazione di utilizzo di granulo vergine con specificate le caratteristiche;
- caratteristiche tecniche con relative tolleranze del telo.

La produzione della geomembrana dovrà essere realizzata senza l'apporto di lubrificanti e con eventuale pigmentazione naturale.

Le giunzioni in fase di fabbricazione o prefabbricazione dovranno essere comparate alle saldature in cantiere e quindi collaudate al 100% del loro sviluppo prima del trasporto in cantiere.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di eseguire sopralluoghi in situ per verificare la qualità delle materie prime, del tipo di produzione e dei tipi di collaudo sulle eventuali saldature di prefabbricazione di grandi teli in misura d'opera.

Il tutto è descritto nel dettaglio al successivo Capitolo "Geomembrana in HDPE".

2.3.14 Geotessili "non tessuti"

I geotessili "non tessuti" da utilizzare come strati filtro dovranno essere costituiti da fibre sintetiche di qualità sicuramente garantite a filamenti continui, coesionate esclusivamente mediante agugliatura meccanica, con esclusione di colle o altri componenti chimici o trattamenti termici.

I materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno avere una superficie rugosa, essere permeabili all'acqua, presentare alta selettività di ritenzione e filtrazione di particelle solide, essere resistenti a salinità, agli agenti chimici, batterici e fungini e ai raggi UV, essere imputrescibili e atossici ed avere buona resistenza alle alte temperature. E' da evitare in ogni caso l'impiego di tessuti non tessuti a fiocco o a fibra lunga, che si prestano

ad essere confezionati con materiali di scarto e rigenerati o addirittura con fibre che non siano al 100% sintetiche e sottoposte quindi a degrado biologico.

Per la qualificazione del materiale si dovrà fare riferimento alle seguenti norme (e s.m.i.):

UNI 8279/1^ campionamento;

UNI 5114 (CNR B.U. 110); DIN 53854;

NF.G 38013; ASTM D 3776 grammatura; UNI 8279/2 (CNR B.U. 111); DIN 53855

NF.G 38012; ASTM D 1777 determinazione dello spessore della comprimibilità; UNI 8279/3^ determinazio

UNI 8279/4^; DIN 53858;

NF.G 07120; ASTM D 4632 prova di trazione (metodo Grab);

UNI 8639; DIN 53857/2; ASTM D 4595 resistenza alla trazione / allungamento

UNI 8279/14^ determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo penetrazione);

UNI 8279/13^ determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua; UNI 8279/17^ stabilità alla luce ed agli agenti atmosferici;

determinazione del comportamento di tessuti e non tessuti nei confronti dei batteri e dei funghi: valutazione visiva e misura della variazione delle proprietà fisiche.

Il tutto è descritto nel dettaglio al successivo Capitolo "Geotessili".

2.3.15 Tubazioni

Generalità

Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui ai capitoli "Costruzioni delle condotte in genere" e "Opere meccaniche", tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Ordinazione

L'Appaltatore effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.

L'Appaltatore invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante, copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.

"La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Appaltatore, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati.

Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Appaltatore, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera".

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove. I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Appaltatore e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

L'Appaltatore richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa, di cui un esemplare verrà consegnato alla Direzione dei Lavori, contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

Accettazione delle tubazioni - Marcatura

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 *"Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"* nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili. Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985:

tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature. Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti. La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori. Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme UNI EN 10311, UNI EN 10312, UNI EN 1123-1-2, UNI EN 1124-1-2-3, UNI EN 10224, UNI EN 13160-1.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma UNI EN 1092-1.
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092-1.
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI EN 1092-1.
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).
- Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flange in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà esibire, entro 15 giorni dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Appaltatore.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD)

I tubi in HDPE (PEAD) a sezione circolare, fessurati o a tenuta, dovranno rispettare le seguenti prescrizioni (alla temperatura di riferimento di 40° C):

- massa volumetrica: > 0.954 g/cm³; metodo di prova ISO/RIP3; DIN 53479;
- resistenza allo snervamento: 240 Kgf/cm² (24 Mpa); metodo di prova ISO/R 527; DIN 53455;
- allungamento a rottura: > 600%; metodo di prova ISO/R 527; DIN 53455;
- modulo elastico in trazione: 70.000 Kgf/cm² (700 Mpa); metodo di prova ISO/R 527; DIN 53455;
- coeff. di dilatazione termica: 1.3 10⁻⁴ K⁻¹; metodo di prova ASTM 696;
- rigidità dielettrica: KV/cm 2.2 102; metodo di prova DIN 53481.

La rispondenza alle norme di produzione e qualità dovrà comunque risultare dal marchio di conformità rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

I tubi in HDPE fessurati dovranno provenire da Aziende produttrici in possesso di certificazione aziendale SQP di conformità alle norme UNI-EN 29002, avranno superficie liscia, colore nero, marcatura leggibile indicante la Ditta produttrice e/o il nome commerciale, il diametro esterno, il tipo, la data e la linea di produzione, il turno di lavoro.

Il tubo dovrà avere i requisiti dimensionali (diametri, spessori, tolleranze) previsti dalla norma UNI 7611; le fessure drenanti saranno realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo occupando i 2/3 della circonferenza, saranno alternate tra loro in modo da ridurre la perdita di resistenza allo schiacciamento; la larghezza delle fessure sarà pari a 4 mm e l'interasse sarà stabilito in modo che la superficie fessurata risulti compresa tra il 5-10% della superficie totale del tubo; il tubo dovrà essere dotato ad una estremità di bicchiere in HDPE presaldato alla barra in stabilimento completo guarnizione elastomerica.

2.3.16 Materiali sistemazione a verde

In accordo con il Ministero dell'Ambiente (1997), per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro. Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18 giugno 1931, n. 987 e 22 maggio 1973, n. 269 e successive modificazioni e integrazioni, nonché della normativa di recepimento della Direttiva 98/56/CE del Consiglio e delle Direttive 99/66/CE, 99/67/CE, 99/68/CE, 99/69/CE della Commissione.

L'Impresa dovrà dichiararne la provenienza con relativa certificazione varietale e fitosanitaria alla Direzione Lavori.

E' comunque facoltà della Direzione Lavori di procedere, insieme all'Appaltatore, a sopralluoghi presso i vivai di provenienza segnalati, al fine di controllare la scelta delle piante. E' inoltre facoltà della Direzione Lavori scartare le piante arrivate in cantiere che non presentano i requisiti indicati nel progetto, negli allegati tecnici e nel presente Capitolato speciale. A tal proposito, l'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione Lavori la data di arrivo in cantiere del materiale vegetale almeno 72 ore prima.

L'Appaltatore dovrà avere cura di verificare che le piante siano state sottoposte in vivaio a tutte le lavorazioni necessarie. Dovrà inoltre controllare che le piante siano sane e non presentino alcun segno di attacco da parte di patogeni. Le piante, infine, non dovranno presentare deformazioni di alcun tipo e dovranno avere il portamento tipico della specie.

Ogni pianta, o gruppo omogeneo di piante, dovrà presentare apposito cartellino di riconoscimento (in materiale plastico) con indicato, in modo leggibile ed indelebile, il nome botanico (genere, specie, cultivar) e il numero di esemplari (nel caso di piante facenti parte di un lotto di piante identiche).

Si rimanda nel dettaglio al successivo Capitolo "Esecuzione di opere a Verde".

2.3.17 Bitumi

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" di cui al "Fascicolo n. 2" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. Per trattamenti

superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200 e B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano i tipi B 80/100 e B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50 e B 30/40; per asfalto colato il tipo B 20/30.

2.3.18 Bitumi liquidi

Debbono soddisfare alle “Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali” di cui al “Fascicolo n. 7” del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

2.3.19 Emulsioni bituminose

Debbono soddisfare alle “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali” di cui al “Fascicolo n. 3” del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

2.3.20 Catrami

Debbono soddisfare alle “Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali” di cui al “Fascicolo n. 1” del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. Per i trattamenti si usano i tre tipi: C 10/40, C 40/125 e C 125/500.

2.3.21 Segnali stradali verticali

Cartelli, targhe e sostegni dovranno essere forniti in perfette condizioni conservative e dovranno essere di ottima qualità oltre ad offrire garanzie di resistenza e di durata. Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritti dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 n. 4955, e conformi al D.L. 17 maggio 1996, n° 270 e s.m.i.

I segnali dovranno essere costruiti in ogni loro parte in lamiera di ferro dello spessore di 10/10 o in lamiera di alluminio semicrudo puro di spessore non inferiore a 25/10 o 30/10 di mm a seconda delle indicazioni della Direzione dei lavori.

Le targhe con superficie superiore a 0,80 mq, dischi, segnali ottagonali di diametro superiore a 90 cm e segnali di direzione dovranno essere rinforzati mediante l'applicazione sul retro per tutta la larghezza del cartello di due traverse di irrigidimento in alluminio completamente scanalate, adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di ancoraggio ai sostegni.

Al fine di evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolare del diametro di 60 o 90 mm) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di 22 cm saldate al segnale, da controstaffe in acciaio zincato dello spessore di 3 mm con due fori e da bulloni anch'essi zincati (e relativi dadi e rondelle zincati) interamente filettati da 7,5 cm.

Rinforzi

Ogni elemento avrà, ricavate sul retro, speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale; per profili da 25 e 30 cm sono richieste tassativamente due profilature ad "omega aperto".

Giunzioni

Ogni profilo sarà dotato, lungo i bordi superiori ed inferiore, di due sagome ad incastro che consentano la sovrapponibilità e la congiunzione dei profili medesimi.

Tale congiunzione dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto. Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato

Finiture

Le targhe modulari in lega d'alluminio anticorrosione dovranno consentire l'intercambiabilità di uno o di più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato utilizzando il supporto originale.

Le pellicole retroriflettenti dovranno possedere esclusivamente le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal "Disciplinare tecnico, sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti" di cui al d.m. 31/03/19956, rettificato ed integrato dal Decreto Ministero dei LL.PP. 11.07.2000. Le pellicole dovranno essere prodotte da aziende in possesso del sistema di qualità conforme alle norme UNI EN ISO 9002.

2.3.22 Manufatti prefabbricati

Norme generali

La costruzione di manufatti in calcestruzzo vibrato anche armato normale o precompresso, fabbricati in serie, previsti in progetto e che assolvono alle funzioni idrauliche e presentano le caratteristiche indicate nel presente articolo per gli usi previsti nel presente progetto, è soggetta, in linea generale, alla preventiva comunicazione all'ente appaltante tramite la D.L. al quale l'Appaltatore con apposita relazione dovrà:

- descrivere ciascun tipo di struttura indicando le possibili applicazioni e fornire i calcoli relativi, con particolare riguardo a quelli riferentesi a tutto il comportamento sotto carico fino a fessurazione e rottura come più avanti specificato;
- precisare le caratteristiche dei materiali impiegati sulla sorta di prove eseguite presso laboratori ufficiali;
- indicare, in modo particolareggiato, i metodi costruttivi ed i procedimenti per l'esecuzione delle strutture prefabbricate e quindi in particolare per i collettori circolari e per i pozzetti-caditoie;
- indicare i risultati delle prove eseguite presso uno dei laboratori ufficiali prescritti nelle emanande norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato e precompresso.

Tutti gli elementi prefabbricati dovranno essere chiaramente e durevolmente contrassegnati onde si possa individuarne la serie di origine.

L'Appaltatore è tenuto a fornire tutte le prescrizioni relative alle operazioni di trasporto e di montaggio dei manufatti dallo stesso approvvigionati presso una determinata ditta produttrice. La responsabilità della rispondenza dei prodotti rimane comunque a carico dell'Appaltatore. L'Appaltatore si riserva il diritto di controllare e seguire la costruzione degli elementi prefabbricati direttamente presso gli impianti di prefabbricazione.

Gli spostamenti dei prodotti prefabbricati dovranno essere di preferenza eseguiti con sistemi meccanici e con tutti gli accorgimenti affinché siano indotte, specialmente nei prodotti di recente fabbricazione, le minori possibili sollecitazioni secondarie.

Le installazioni generali del cantiere di prefabbricazione dovranno essere dotate, tra l'altro, anche di un laboratorio attrezzato per tutte le prove di controllo riguardanti la granulometria degli inerti, la lavorabilità e la resistenza dei calcestruzzi, nonché i mezzi e le installazioni per le prove di collaudo dei prodotti prefabbricati.

Gli impianti, le attrezzature ed i macchinari di tale laboratorio dovranno essere messi gratuitamente a disposizione dell'Appaltante per l'eventuale effettuazione di prove e per l'accettazione dei materiali e dei prefabbricati, oltre a quelle previste dal presente articolo.

Riferimenti a norme e regolamenti

In mancanza di particolari Norme (UNI, regolamenti, circolari ministeriali, ecc.) la fornitura dei prefabbricati in genere previsti nel progetto dovranno rispondere alle norme DIN 4032.

In ogni caso e per quanto non in contrasto con le suddette norme DIN 4032, si richiama l'osservanza oltre che del vigente regolamento e prescrizioni ministeriali per le opere in conglomerato cementizio normale ed armato (legge n° 1086 e D.M. 01.04.83 più volte richiamati) della norma ministeriale n° 20 del 31.07.53, delle norme UNI 0429 e 0521 riguardante i manufatti lapidei stradali ed infine, sia pure per la sola parte assimilabile ai prefabbricati oggetto del presente articolo, le norme UNI 5341-63 relative alle tubazioni per fognature urbane stradali in cemento amianto e il Disciplinare Speciale di Appalto per opere di fognatura art. 62 Ed. Pirola.

2.3.23 Chiusini in ghisa sferoidale

Materiali e forme

Di norma per la copertura dei pozzi di accesso alle camerette verranno adottati chiusini in ghisa sferoidale (secondo le Norme UNI 4544) del tipo in uso presso la Stazione Appaltante, conformi alle Norme UNI EN 124.

I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata a seconda dei vari tipi di manufatto, tuttavia con superfici tali da consentire al foro di accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm.

Caratteristiche costruttive

Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ad evitare che si verifichino traballamenti.

La Direzione dei Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini.

La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

Ogni chiusino dovrà portare, ricavata nella fusione, e secondo le prescrizioni particolari della Direzione dei Lavori, l'indicazione della Stazione Appaltante, oltre alle marcature relative a:

- riferimento alle Norme UNI EN 124;
- classe del chiusino;
- nome e sigla del fabbricante;
- eventuale riferimento a marchi di conformità.

Carico di prova

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i chiusini dovranno essere garantiti, per dell'impiego sotto elencato, al carico di prova - da indicare, ricavato in fusione, su ciascun elemento:

Su strade statali e provinciali ed in genere strade pubbliche con intenso traffico di scorrimento 40 t

I chiusini saranno accettati nel caso che i campioni sottoposti a prova di carico non abbiano mostrato segni di fessurazione ed abbiano dato luogo a frecce residue inferiori ai valori ammissibili indicati dalle norme UNI EN 124.

Posa in opera

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a q.li 5 di cemento tipo 425 per mc di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm.

Qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q.li di cemento tipo 425 per mc di impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato.

Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati.

Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli di appoggio.

I chiusini dovranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa.

A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

3 MODALITÀ DI ESECUZIONE – PRESCRIZIONE GENERICHE

I lavori dovranno condursi in modo che non sia impedito il transito dei pedoni, delle tranvie e degli altri veicoli.

Solamente in casi eccezionali e ad esclusivo giudizio della direzione potrà concedersi di precludere o limitare temporaneamente ai veicoli il transito di una strada o di tratto di essa.

I recinti degli scavi dovranno occupare il minore spazio possibile ed offrire sicura difesa e decorosa apparenza.

Per tutto quanto riguarda la migliore conservazione delle piante, dei prati, delle aiuole che si trovassero nella sede dei lavori, l'appaltatore dovrà attenersi tassativamente alle disposizioni che darà la direzione dei lavori.

3.1 Delimitazione degli ambiti di intervento

Prima dell'esecuzione delle lavorazioni e della realizzazione delle opere previste, l'Appaltatore dovrà, in base a quanto previsto dal progetto e a quanto eventualmente disposto dalla Direzione Lavori, provvedere a tracciare opportunamente sul terreno gli ambiti di intervento, individuando l'esatta posizione dei diversi elementi progettuali (strati di copertura, impianti, essenze vegetali ecc.).

Tale tracciamento dovrà essere sottoposto al controllo della Direzione Lavori. Solo dopo il parere positivo espresso da quest'ultima, l'Appaltatore potrà procedere con le lavorazioni previste.

A prescindere dall'accettazione del tracciamento da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore rimane interamente responsabile della esatta corrispondenza della realizzazione con il progetto. Pertanto, salvo i casi di variante in corso d'opera ordinata per iscritto, l'Appaltatore è tenuto a rifare, a proprie spese, le opere realizzate non rispondenti a quanto previsto nel progetto.

4 SCAVI E RIPORTI

Il progetto prevede lo scavo di sbancamento per la sistemazione dell'area destinata allo stoccaggio del percolato nonché scavi a sezione ristretta per la posa di tubazioni, pozzetti o canalette di smaltimento delle acque meteoriche.

Riporti saranno necessari per la formazione in particolare di rilevati in seguito alle pose sopra descritte.

L'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni:

livellazione di precisione per la predisposizione dei capisaldi locali di quota a cui fare riferimento per i successivi rilievi planoaltimetrici,

rilevo planoaltimetrico dell'area, basandosi sui capisaldi precedentemente stabiliti e rilevati;

Ogni picchetto dovrà essere numerato ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione. I capisaldi, i picchetti o le

livellette successivamente danneggiate o rimosse dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Impresa. I risultati dei rilievi e della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Committenza, una alla Direzione Lavori, ed una terza verrà conservata in cantiere.

Durante la verifica da parte della Direzione Lavori o della Committenza dei risultati dei rilievi, l'Impresa è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari. La tolleranza ammessa per il riporto dei vari materiali sulla superficie della discarica è di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 20% dei punti rilevati e di cm 5 rispetto alle quote riportate per il restante 80% dei punti rilevati, tenendo conto tuttavia della naturale tendenza all'abbassamento dell'ammasso di rifiuti sottostante.

Al momento della verifica delle tolleranze di errore dell'esecuzione dei lavori, l'Impresa può richiedere un ampliamento del numero di campioni utilizzati per il calcolo.

Prima di procedere all'inizio delle operazioni di scavo, l'Appaltatore è tenuto ad informarsi presso la Committenza e la Direzione Lavori, circa l'esistenza sull'area oggetto dell'intervento di manufatti, reti, tubazioni, cavidotti, pozzetti, centraline o qualsiasi altro elemento interrato, e quindi individuarne la posizione mediante rilievi esistenti, scavi manuali di saggio o apparecchiatura elettromagnetica.

L'Appaltatore, in accordo con la Direzione Lavori e la Committenza valuterà le aree disponibili per l'accatastamento del materiale scavato o, se necessario, si preoccuperà di individuare le discariche attrezzate in grado di accogliere quel tipo di materiale nelle quantità previste dal progetto.

Dopo aver proceduto al tracciamento degli scavi (come precisato più sopra), l'Appaltatore inizierà le operazioni di scavo con mezzi adeguati al tipo di scavo (tempi programmati, tipologia e volume di scavo, materiale di scavo, ecc.) avendo cura di mantenere separate le diverse tipologie di materiale scavato.

In caso di scavi con profondità superiore a m 2,50 e scarpata di scavo con inclinazione maggiore di 1:1, la parete di scavo dovrà essere armata con una struttura metallica o in legno alla cui progettazione strutturale dovrà provvedere l'Appaltatore stesso e che dovrà essere approvata dalla Direzione lavori.

In caso di riporti all'esterno di manufatti, i vani residui saranno riempiti diligentemente con ghiaia, sabbia o terra minuta, a seconda delle prescrizioni impartite dalla D.L..

Nelle formazioni dei rilevati o nel riempimento degli scavi la terra verrà disposta a strati regolari dell'altezza da 20 a 30 cm, battuti ed innaffiati.

Non si procederà al rinterro di un condotto o manufatti senza preventivo assenso della direzione dei lavori.

5 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi. Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

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

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Disciplinare.

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

6 RETI DI SERVIZI

L'Impresa è tenuta a mantenere, a rinterri avvenuti, il piano carreggiato atto al transito dei pedoni e dei mezzi meccanici, provvedendo a tal fine allo sgombero di ciottoli ed alla rimessa superficiale di materiale idoneo allo scopo.

Ultimate le opere, l'Impresa dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in pristino stato, in modo che nessun pregiudizio o alterazione derivino in dipendenza dei lavori eseguiti. Dovrà inoltre – qualora necessario – provvedere ai risarcimenti degli scavi con materiali idonei, all'espropriazione del ciottolame affiorante, ed in genere alla continua manutenzione del piano stradale in corrispondenza degli scavi, in modo che il traffico si svolga senza difficoltà e pericolosità.

6.1 Posa in opera di tubazioni e pozzetti

Nella posa in opere delle tubazioni dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al D.M. 12 dicembre 1985 - Norme tecniche relative alle tubazioni, e alla relativa Circolare Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291 – Istruzioni relative alla normativa per tubazioni.

La posa dei tubi e le relative giunzioni e saldature dovranno essere eseguite da personale specializzato in possesso di idonea certificazione. La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'allontanamento di personale che presenti titoli necessari o che, nonostante il possesso di titoli ufficialmente riconosciuti, sottoposto a prova pratica non dia, a suo insindacabile giudizio, garanzia delle cognizioni tecniche e perizia necessarie. Il riconoscimento dell'idoneità del personale saldatore da parte della Direzione Lavori non esonera l'Impresa dalla responsabilità della buona riuscita delle saldature e dai conseguenti obblighi stabiliti a carico dell'Impresa.

Sia prima che dopo la posa delle tubazioni dovrà essere accertato lo stato e l'integrità dei rivestimenti protettivi, sia a vista che con l'ausilio di apparecchio analizzatore di rivestimenti isolanti capace di generare una tensione impulsiva di ampiezza variabile in relazione allo

spessore dell'isolamento. Dopo le eventuali operazioni di saldatura dovranno essere realizzati con cura i rivestimenti protettivi in analogia per qualità e spessori a quanto esistente di fabbrica lungo il resto della tubazione.

Alle tubazioni metalliche posate in terreni particolarmente aggressivi o in presenza di acqua di mare con protezione catodica dovranno essere applicate apposite membrane isolanti.

I tubi che l'Impresa intenderà porre in opera dovranno corrispondere per forma e caratteristiche ai campioni o ai certificati richiesti dalla Direzione Lavori. Il direttore lavori visionerà i tubi forniti nel cantiere e prima della loro posa in opera. Laddove non corrispondano ai campioni approvati e non siano stati assemblati in base alle prescrizioni della Direzione dei Lavori, saranno rifiutati e allontanati dal cantiere a cura e spese dell'impresa esecutrice.

La posa in opera dei tubi dovrà avvenire previo assenso della Direzione Lavori e non prima che sia ultimato lo scavo completo tra un pozzetto di visita ed il successivo.

Secondo le indicazioni di progetto e della Direzione Lavori si dovrà realizzare un sottofondo costituito, se non prescritto diversamente, da un letto di sabbia o sabbia stabilizzata con cemento previa asportazione di eventuali materiali inadatti quali fango o torba ed ogni asperità che possa danneggiare tubi o rivestimenti. Lo spessore del sottofondo dovrà essere secondo le indicazioni progettuali con un minimo di 10 cm di sabbia opportunamente rinfiato.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni o altro genere di appoggi discontinui. Nel caso che il progetto preveda la posa su appoggi discontinui stabili tra tubi ed appoggi dovrà essere interposto adeguato materiale per la formazione del cuscinetto.

In presenza di acqua di falda si dovrà realizzare un sistema drenante con sottofondo di ghiaia o pietrisco e sistema di allontanamento delle acque dal fondo dello scavo.

Le tubazioni, siano esse orizzontali o verticali, devono essere installate in perfetto allineamento con il proprio asse e parallele alle pareti della trincea. Le tubazioni orizzontali, inoltre, devono essere posizionate con l'esatta pendenza indicata a progetto.

La testa del tubo non dovrà essere spinta contro il fondo del bicchiere ad evitare che i movimenti delle tubazioni producano rotture. Gli allacciamenti dovranno essere eseguiti in modo che siano evitati gomiti, bruschi disavviamenti e cambiamenti di sezione. Il collegamento tra tubazioni ed allacciamenti da eseguirsi mediante foratura del collettore principale dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori, ove si effettui la foratura questa dovrà essere eseguita a regola d'arte, evitando la caduta dei frammenti all'interno della tubazione. Il tubo inserito non dovrà sporgere all'interno della tubazione principale e la giunzione dovrà essere stuccata accuratamente e rinforzata con un collare di malta adeguata dello spessore di almeno 3 cm ed esteso a 5 cm a valle del filo esterno del tubo immesso.

In caso di interruzione delle operazioni di posa gli estremi della condotta posata dovranno essere accuratamente otturati per evitare che vi penetrino elementi estranei solidi o liquidi.

I tubi, le apparecchiature, i pezzi speciali dovranno essere calati nello scavo o nei cunicoli con cura evitando cadute od urti e dovranno essere discesi nei punti possibilmente più vicini a quelli della definitiva posa in opera, evitando spostamenti in senso longitudinale lungo lo scavo ed si dovranno osservare tutti i necessari accorgimenti per evitare danneggiamenti alla condotta già posata. Si dovranno adottare quindi le necessarie cautele durante le operazioni di lavoro e la sorveglianza nei periodi di interruzione delle stesse per impedire la caduta di materiali di qualsiasi natura e dimensioni che possano recare danno alle condotte ed apparecchiature.

I tubi che dovessero risultare danneggiati in modo tale che possa esserne compromessa la funzionalità dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà procedere al suo ripristino, da valutare a giudizio della Direzione Lavori in relazione all'entità del danno.

I pezzi speciali ed i raccordi che la Direzione Lavori ordinasse di porre in opera durante la posa delle tubazioni per derivare futuri allacciamenti dovranno essere provvisti di chiusura con idoneo tappo cementizio. Tali pezzi devono inoltre consentire la corretta connessione fra le diverse parti della rete, senza creare discontinuità negli allineamenti e nelle pendenze.

Nel corso delle operazioni di posa si avrà cura di mantenere costantemente chiuso l'ultimo tratto messo in opera mediante tappo a tenuta.

La posa delle tubazioni, giunti e pezzi speciali dovrà essere eseguita nel rigoroso rispetto delle istruzioni del fornitore per i rispettivi tipi di materiale adottato.

I tubi in PVC con giunto a bicchiere destinati agli allacciamenti saranno posti in opera su base di sabbia dello spessore di almeno 30 cm in tutte le altre direzioni.

Le giunzioni dei tubi saranno sigillate con adesivi plastici che garantiscano nel tempo un comportamento elastico.

E consigliabile che il percorso delle tubazioni di scarico non passi al di sopra di apparecchiature o materiali per i quali una possibile perdita possa provocare pericolo o contaminazione. Ove questo non sia possibile e necessario realizzare una protezione a tenuta al di sotto delle tubazioni in grado di drenare, raccogliere e convogliare alla rete generale di scarico eventuali perdite.

Le condotte a gravita dovranno essere posate da valle verso monte e con il bicchiere orientato in senso contrario alla direzione del flusso, avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi o delle guarnizioni di tenuta.

Le camerette d'ispezione, di immissione, di cacciata e quelle speciali in genere verranno eseguite secondo i tipi e con le dimensioni risultanti dal progetto, sia che si tratti di manufatti gettati in opera che di pezzi prefabbricati.

Nel primo caso il conglomerato cementizio da impiegare nei getti dovrà avere le caratteristiche indicate a progetto. Prima dell'esecuzione del getto dovrà aver cura che i gradini di accesso siano ben immorsati nella muratura provvedendo, nella posa, sia di collocarli perfettamente centrati rispetto al camino di accesso ed ad esatto piombo tra di loro, sia di non danneggiare la protezione anticorrosiva.

I manufatti prefabbricati dovranno essere conformi a quanto previsto a progetto ed essere posti in opera a perfetto livello su sottofondo in calcestruzzo che ne assicuri la massima regolarità della base di appoggio. Il raggiungimento della quota prevista in progetto dovrà di norma essere conseguito per sovrapposizione di elementi prefabbricati di prolunga, sigillati fra loro e con il pozzetto con malta di cemento: solo eccezionalmente e con l'approvazione della Direzione Lavori, quando la profondità della cameretta non possa venir coperta con le dimensioni standard delle prolunghie commerciali e limitatamente alla parte della camera di supporto al telaio portachiusino, si potrà ricorrere ad anelli eseguiti in opera con getto di cemento o concorsi di laterizio.

Tanto le camerette prefabbricate quanto quelle eseguite in opera, se destinate all'ispezione od alla derivazione, di condotti principali di fognatura, dovranno avere il fondo sagomato a

semitubo dello stesso diametro delle tubazioni in esse concorrenti ; quelle prefabbricate dovranno inoltre essere provviste di fianchi di alloggiamento per le tubazioni concorrenti con innesti del medesimo tipo di quelli delle tubazioni stesse, salvo contraria disposizione della Direzione Lavori, di procedere alla parziale demolizione delle pareti del pozzetto.

Le camerette d'ispezione vanno previste secondo quanto riportato negli elaborati di progetto.

Le tubazioni in cemento armato, nonché le camerette e i manufatti speciali potranno essere protette con un rivestimento anticorrosivo realizzato con resine epossidiche. Prima della stesa della resina dovrà essere applicata una mano di aggrappante.

Il rivestimento dovrà essere steso in due mani successive per uno spessore complessivo non inferiore a 600 micron. Il tipo di resina da utilizzare dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori la quale potrà richiedere l'esecuzione, presso un Istituto specializzato di sua fiducia, di prove volte ad accertare la resistenza chimica, l'impermeabilità, la resistenza a compressione ed a trazione, la resistenza ad abrasione ed ogni altra verifica a suo giudizio necessaria per definire la qualità dei prodotti impiegati. Lo strato di rifinitura superficiale dovrà essere liscio per non opporre attrito alle acque e anche per ridurre le possibilità di adesione delle parti solide trascinate dall'acqua. Prima di effettuare la spalmatura occorre spazzolare le superfici per asportare polveri, particelle incoerenti e corpi estranei.

Il prodotto non deve essere applicato in presenza di pioggia, nebbia o formazione di condensa sulle superfici da trattare, potendo un elevato tasso di umidità nell'aria causare al film una parziale o totale perdita delle caratteristiche del film secco.

L'applicazione degli strati successivi al primo deve essere eseguita sul prodotto ancora appiccicoso e nel senso ortogonale al sottostante.

Durante l'applicazione osservare le precauzioni richieste per i prodotti infiammabili in genere e per i prodotti epossidici in particolare.

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) dovranno essere conformi per caratteristiche dei materiali di costruzione di prestazioni e di marcatura a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124/95. Il marchio del fabbricante deve occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non deve riportare nomi propri di persone, riferimenti geografici riferiti al produttore o messaggi chiaramente pubblicitari.

I pozzetti per lo scarico delle acque stradali saranno costituiti da manufatti in opera in calcestruzzo armato, ed avranno dimensioni e posizione di cui agli elaborati di progetto.

I pozzetti saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a quota idonea a garantire l'esatto collocamento altimetrico del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

7 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE

7.1 Movimentazione e posa delle tubazioni

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche:

- la normativa del Ministero dei lavori pubblici;
- le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità;
- le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento;
- le speciali prescrizioni in vigore per le costruzioni in zone classificate sismiche, allorché le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone;
- altre eventuali particolari prescrizioni, purché non siano in contrasto con la normativa vigente, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi.

Le prescrizioni di tutto l'art. "Movimentazione e Posa delle Tubazioni" si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli seguenti di questo capitolo, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

7.2 Movimentazione delle tubazioni

1) Carico, trasporto e scarico Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

2) Accatastamento e deposito

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisorie.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

7.3 Scavo per la tubazione

1) Apertura della pista

Per la posa in opera della tubazione l'Appaltatore dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorra per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari alla installazione della condotta.

A tal fine sarà spianato il terreno e, là dove la condotta dovrà attraversare zone montuose con tratti a mezza costa, sarà eseguito il necessario sbancamento; in alcuni casi potranno anche doversi costruire strade di accesso. L'entità e le caratteristiche di dette opere provvisorie varieranno in funzione del diametro e del tipo di tubazioni nonché della natura e delle condizioni del terreno.

2) Scavo e nicchie

Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi.

Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a $DN + 50$ cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m.

Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai.

Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi.

Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze di blocchi o massi o di radici.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorchè eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

7.4 Posa della tubazione

1) Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

2) Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece nel caso di terreni rocciosi - consisterà, nei casi in cui è prescritto dalla Direzione dei Lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente – come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di 20 ÷ 40 mm, applicato in fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "Movimentazione delle Tubazioni" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso di questo paragrafo al punto 2.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

3) Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche.

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi.

I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango.

Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato.

Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra

due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

4) Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione.

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata.

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' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato 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 anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura.

Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

5) Prova d'isolamento e protezione catodica Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati, al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento.

Le tubazioni suddette, nei casi in cui la presenza di correnti vaganti o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa lascia prevedere elevate possibilità di corrosione, verranno portate in condizioni di immunità cioè tali da neutralizzare ogni fenomeno di corrosione, mediante applicazione della protezione catodica.

A prescindere dal sistema con cui questa verrà eseguita, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, sarà nei suddetti casi comunque realizzata la protezione catodica temporanea, per impedire gli eventuali processi iniziali di corrosione che potranno manifestarsi specie nel caso di tempi lunghi intercorrenti fra la posa delle condotte e l'applicazione della protezione catodica.

6) Giunzioni dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

7.5 Modalità di posa delle tubazioni

7.5.1 Prescrizioni generali

La posa in opera delle tubazioni sarà conforme a quanto prescritto dalla norma UNI EN 1610 e nel DM 12.12.1985; saranno inoltre osservate tutte le indicazioni e/o prescrizioni fornite dal produttore.

7.5.2 Il carico, il trasporto e lo scarico dei tubi

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi.

Nei cantieri dovrà disporsi quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

7.5.3 L'accatastamento dei tubi

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisori.

7.5.4 Il deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

7.5.5 Lo sfilamento dei tubi

I tubi dovranno essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

7.5.6 La posa in opera

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti, con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

Se non previsto diversamente dalla direzione lavori, il letto di posa è costituito normalmente da materiale incoerente e costipabile quale sabbia o sabbietta. Questo sottofondo, dello spessore non inferiore a 10 cm, deve essere sagomato e avere alle opportune distanze nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, deve essere livellato in modo che il tubo appoggi per tutta la sua lunghezza.

Nel caso di posa su terreni caratterizzati da cattive caratteristiche di resistenza meccanica e molto compressibili, fra il materiale incoerente di riempimento delle trincee ed il terreno sarà interposto un manto filtrante costituito da tessuto non tessuto (TNT), e nella sabbia sarà annegato un tubo microfessurato per l'allontanamento delle acque di falda drenate.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà presentarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di carico, trasporto, scarico, accatastamento, deposito di giunti ed accessori, sfilamento dei tubi dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso.

7.5.7 La prova d'isolamento

Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento.

7.5.8 La giunzione dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giunture e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

7.5.9 Il rinterro parziale

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinterro parziale dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati, di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Nei tubi di grande diametro, di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto del materiale di rinterro secondo le prove indicate nel disciplinare speciale e le ulteriori prescrizioni del direttore dei lavori, tenuto conto che

dovranno essere rispettati i limiti di deformazione previsti nel disciplinare di fornitura del disciplinare speciale d'appalto.

Ove occorra il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI esistenti nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

7.5.10 La prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi ed il rinfianco, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, con pressione, durata e modalità stabilite in progetto in funzione delle caratteristiche della condotta (tipo di tubo e giunto, pressione di esercizio, classi di impiego). Il direttore dei lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Prima della prova dovrà accertarsi la stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e, se occorre, predisporre i contrasti necessari.

La prova eseguita a giunti scoperti, fatta eccezione per i casi esposti al punto precedente, sarà ritenuta d'esito positivo sulla scorta delle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dell'esame visivo dei giunti.

La prova idraulica verrà ripetuta dopo il rinterro definitivo.

DESCRIZIONE DELLE FASI DELLA PROVA IDRAULICA:

Puntellamenti ed ancoraggi per la prova

Prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfianco ed il rinterro parziale della condotta in modo da impedire che la pressione interna di prova provochi lo spostamento dei tubi; ed i raccordi corrispondenti alle estremità, alle curve planimetriche ed altimetriche, alle diramazioni ed alle variazioni di diametro devono essere opportunamente puntellati.

Prima di eseguire gli ancoraggi definitivi in muratura, (ma di quelli che venissero costruiti si dovrà accettare la stagionatura, prima della prova) saranno effettuati puntellamenti provvisori sulle pareti dello scavo a mezzo di carpenteria in legno o in ferro (p.e. puntelli in ferro telescopici regolabili in lunghezza, martinetti idraulici) per facilitare lo smontaggio della condotta nel caso di eventuali perdite.

Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi talvolta opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo; in tale caso si provvederà nel blocco stesso un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta.

Nel caso di raccordi collegati a valvola di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante apposite staffe metalliche collegate alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte-valle della valvola, generate dalla sua chiusura.

Per i blocchi di ancoraggio sarà generalmente adottata la forma a pianta trapezia ed altezza costante, con i lati maggiore e minore del trapezio di base adiacenti rispettivamente alla parete verticale dello scavo ed alla condotta.

I blocchi di ancoraggio destinati ad essere sollecitati esclusivamente a compressione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio non armato dosato a 300 kg di cemento per 1 m³ di inerti.

I blocchi destinati a sollecitazione di trazione e presso-flessione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio armato.

Le dimensioni dei blocchi saranno quelle di progetto o stabilite dalla Direzione dei Lavori.

Tronchi di condotta - Preparazione della prova

La condotta verrà sottoposta a prova idraulica per tronchi via via completati.

Si farà in modo di provare tronchi aventi alle estremità nodi o punti caratteristici della condotta, quali incroci, diramazioni, sfiati, scarichi, così da avere a disposizione i raccordi ai quali collegare le apparecchiature occorrenti alla prova idraulica; in questo caso, quando manchino saracinesche di linea, può essere realizzato il sezionamento del tronco da collaudare interponendo temporaneamente, fra due flange piane, un disco di acciaio.

Se invece le estremità delle condotte non sono costituite da raccordi utilizzabili in via definitiva, occorre chiudere provvisoriamente le estremità della condotta con gli opportuni raccordi a flangia (tazza o imbocco) e relativi piatti di chiusura aventi un foro filettato.

L'Appaltatore eseguirà le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni quella degli ancoraggi provvisori e di tutte le operazioni per le prove.

Il Direttore dei lavori potrà prescrivere dispositivi speciali (come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo - da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione - con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua).

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario (acqua per il riempimento delle tubazioni, piatti di chiusura, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometro

registratore ufficialmente tarato) per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte del Direttore dei lavori.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbatracchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni sì da non dare luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Disinfezione della condotta

Per ogni tratto collocato, e comunque per lunghezza non superiore di norma a 500 m, debbono essere posti 20 kg di grassello di calce nell'interno della condotta per la sua disinfezione.

L'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere altro sistema di disinfezione.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che debbano rinnovarsi le prove delle condutture.

Riempimento della condotta

Si riempirà la condotta con acqua immessa preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco, per assicurare il suo regolare deflusso e per la fuoriuscita dell'aria dall'estremità alta; il riempimento sarà sempre fatto molto lentamente per assicurare la completa evacuazione dell'aria.

Il piatto di chiusura del raccordo sull'estremità alta deve essere forato nel punto più alto corrispondente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto di spurgo d'aria.

In modo analogo occorre assicurare lo spurgo dell'aria in eventuali punti di colmo (sfiati) intermedi della tratta da provare e, in alcuni casi, in corrispondenza delle variazioni di diametro. L'immissione dell'acqua deve essere fatta ad una discreta pressione (2-3 bar almeno) collegando la condotta alla rete già in esercizio; nel caso di condotte di adduzione esterne si può prelevare l'acqua dai tronchi già collaudati o da vasche, pozzi, corsi d'acqua, mediante pompe munite di valvola di fondo. Nella fase di riempimento occorre tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato.

Si lascerà fuoriuscire l'acqua dai rubinetti per il tempo necessario affinché all'interno della condotta non vi siano residue sacche d'aria (le quali renderebbero praticamente impossibile la messa in pressione).

In caso di necessità possono realizzarsi punti di sfiato mediante foratura della condotta in corrispondenza della generatrice superiore e posa in opera di "staffe a collare".

Collocazione della pompa e messa in pressione

Ad avvenuto riempimento della condotta saranno lasciati aperti per un certo tempo gli sfiati per consentire l'uscita di ogni residuo d'aria e sarà poi disposta, preferibilmente nel punto più basso di essa, la pompa di prova a pistone o a diaframma (del tipo manuale o a motore) munita del relativo manometro registratore ufficialmente tarato. La pompa, se posta nel punto di immissione principale (collegamento alla rete, ecc.), va collegata mediante apposita diramazione e relative valvole di intercettazione, allo scopo di poter effettuare ulteriori riempimenti della condotta senza perdite di tempo per disconnessioni temporanee.

Agendo sulla leva della pompa (o sull'accensione del motore) si metterà la condotta in carico fino ad ottenere la pressione di prova stabilita, che sarà raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto primo.

Specie nel periodo estivo e per le condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, si controllerà il manometro, scaricando se necessario con l'apposita valvola della pompa l'eventuale aumento di pressione oltre i valori stabiliti.

Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, verrà ispezionata la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi in corrispondenza dei punti caratteristici della condotta.

Le due prove

La prova idraulica della condotta consisterà di due prove, una a giunti scoperti a condotta seminterrata e l'altra a cavo semichiuso, che saranno eseguite ad una pressione pari a 1,5-2 volte la pressione di esercizio.

Alle prove la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, la Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, eseguirà la visita accurata di tutti i giunti che, all'inizio della prova, debbono risultare puliti e perfettamente asciutti.

Il buon esito della prima prova sarà dimostrato dai concordi risultati dell'esame dei giunti e dal grafico del manometro registratore; non potrà perciò accettarsi una prova in base alle sole indicazioni, ancorchè positive, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, essa dovrà essere ripetuta.

Dopo il risultato favorevole della prima prova, si procederà alla seconda prova a cavo semichiuso, il cui buon esito risulterà dal grafico del manometro registratore.

Se questa seconda prova non darà risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti e il rinterro rinnovato. La prova verrà quindi ripetuta con le stesse modalità di cui sopra.

La sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda la fornitura del materiale che per la manodopera e l'attrezzatura occorrenti.

Dopo il risultato favorevole della 1° e 2° prova, per le quali la Direzione dei Lavori redigerà "verbale di prova idraulica", verrà completato il rinterro.

7.5.11 Il rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si procederà al primo rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti con le modalità ed i materiali stabiliti nei punti precedenti.

Si dovrà quindi eseguire il rinterro definitivo impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

A rinterro ultimato, si avrà cura di effettuare gli opportuni rincarichi laddove si potessero manifestare assestamenti.

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per

ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

7.5.12 I collaudi

Generalità

Le operazioni di collaudo previste e necessarie per le diverse opere, sia in corso d'opera che finali, potranno essere individuate in sede progettuale a seconda della tipologia d'esercizio, delle dimensioni e delle caratteristiche della tubazione da realizzare, secondo quanto indicato dalla norma UNI EN 1610 (Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura) art. 10, e dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12.12.85 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 14.03.1986 n.61, art. 1.3.

Le operazioni di collaudo, sia finali che in corso d'opera, possono essere effettuate sull'intera condotta, su tratti di condotta e sui pozzetti separatamente, o solo sui singoli giunti, secondo le disposizioni della Direzione Lavori e in osservanza alle normative sopra citate. Per ogni operazione di collaudo dovrà essere redatto un apposito verbale che, insieme ad altri eventuali allegati, dovrà essere firmato contestualmente da Impresa Appaltatrice e Direzione Lavori.

Qualora l'impresa appaltatrice non disponesse delle attrezzature necessarie per lo svolgimento delle prove di tenuta (ove richieste), dovrà reperirle a nolo in sede qualificata, a sua cura e spese, preferibilmente presso la ditta fornitrice delle tubazioni, che assieme alle attrezzature dovrà fornire tutta l'assistenza tecnica necessaria per il corretto svolgimento delle operazioni di collaudo.

Collaudo durante l'installazione

Tra le operazioni di collaudo da effettuarsi eventualmente in corso d'opera, si citano in particolare:

- a) Collaudo visivo: si verifica la correttezza di tracciato e altimetria, la realizzazione a regola d'arte di giunzioni, raccordi, rivestimenti e ricoprimenti, l'assenza di danni o deformazioni
- b) Ispezione con videocamera: si verifica, tramite supporto visivo registrato all'interno della tubazione, la corretta realizzazione di giunzioni, innesti e allacciamenti, l'assenza di deformazioni o deviazioni dall'asse della condotta, l'assenza di materiale di scarto delle lavorazioni all'interno della tubazione che possa pregiudicare il corretto scorrimento, ecc..
- c) Prove di costipamento dei rinterri: si verifica, ricorrendo ad opportune tecnologie o attrezzature, che il grado di costipamento di rivestimento, rinterro e ricoprimento siano quelli richiesti dal progetto ed adeguati al contesto in cui si trova la tubazione (in campagna, in strada, ecc.)
- d) Prova di scorrimento: si verifica l'effettivo andamento dello scorrimento d'acqua, per individuare in prima battuta eventuali contropendenze o mancati collegamenti e impatti
- e) Prove di tenuta all'acqua: per verificare l'effettiva tenuta all'acqua della tubazione e dei pozzetti. Le prove di tenuta possono essere effettuate ad aria o ad acqua, come descritto ai punti 13, 14 e 15 della Norma UNI EN 1610, e possono essere effettuate sull'intera condotta, su tratti di condotta e sui pozzetti separatamente, o solo sui singoli giunti. La prima prova viene di norma effettuata con il sistema ad aria: nel caso che la prova con aria non sia superata la prima volta e anche le successive, è consentito il ricorso alla prova con acqua, il cui risultato sarà l'unico decisivo. Per l'effettuazione delle prove saranno utilizzati dischi di chiusura a tenuta ermetica, nonché appositi tappi e serratappi per tutte le diramazioni predisposte per i collegamenti della canalizzazione agli edifici ed ai pozzetti stradali; le suddette aperture devono essere altresì ancorate per evitare che durante la prova si verifichino modifiche di posizione. Per la modalità di effettuazione e per i requisiti delle prove si rimanda alla UNI EN 1610, punti 13, 13.1, 13.2, 13.3.1, 13.3.2, 13.3.3, 13.3.4, 13.4, 14, 15.

Se durante l'esecuzione di una delle prove si evidenziano punti permeabili in particolare nei giunti, la prova deve essere interrotta per riparare i difetti, eventualmente mediante sostituzione dei tubi o dei giunti, e successivamente ripetuta con le modalità sopra descritte.

Non potrà comunque convalidarsi una prova in base alle sole indicazioni del piezometro e dei quantitativi d'acqua perduti senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.

Collaudo finale della tubazione e dei pozzetti

Per il collaudo delle condotte in cls o c.a. posate si fa riferimento in particolare al punto 12.2 e connessi della norma UNI EN 1610, individuando tale adempimento prestazione della tubazione generalmente superiore alle prescrizioni del DM 12.12.1985.

Sussistendo, ed essendo comprovate dalla DL, circostanze che rendano non praticabili affidabilmente l'esecuzione delle prove di tenuta idraulica, tramite collaudo ad aria (metodo L) o ad acqua (metodo W), e qualora in corso d'opera, avute presenti le prescrizioni dell'art. 187, punto 3, del DPR 554/1999 e 1.3 del D.M. LL.PP. 12.12.1985, siano state eseguite le prove e/o ispezioni indicati al punto 10 della norma citata, al fine di comprovare la collaudabilità dell'opera

fognaria, potranno essere adottate le ulteriori prove e/o ispezioni indicati al punto 12 della norma stessa.

7.6 attraversamenti e parallelismi

Occorre, in fase esecutiva, prestare attenzione alle distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati .

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (acquedotti, gasdotti, ecc.) e cavi (elettrici, telefonici, ecc.) interrati.

Prima di procedere all'esecuzione delle opere interrate l'impresa, a propria cura, spese e responsabilità visiona lo stato dei luoghi , monitorando le linee già esistenti.

7.7 Costruzione dei vari tipi di condotta - condotte in pead

7.7.1 Norme da osservare

Per la movimentazione, la posa e la prova delle tubazioni in PEAD (polietilene ad alta densità) saranno osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

7.7.2 Movimentazione

1) Trasporto

Nel trasporto dei tubi in PEAD i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

2) Carico e scarico

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

3) Accatastamento

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.

L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il loro diametro.

Per i tubi in rotoli appoggiati orizzontalmente, l'altezza può essere superiore ai 2 m.

Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari.

Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 m), le loro estremità saranno armate internamente onde evitare eccessive ovalizzazioni.

4) Raccordi ed accessori

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

7.7.3 Posa in opera e rinterro

1) Profondità di posa

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in PEAD dovrà rispettare gli elaborati progettuali di riferimento (*Tav. E.G.12 ed E.G.12.a*) ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione dei Lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In corso di lavoro, nel caso che si verifichino condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si potranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

2) Letto di posa

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

3) Posa della tubazione

L'assieme della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

4) *Rinterro*

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;
- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il riscoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso da collegare.

7.7.4 *Pozzetti, giunzioni e prova delle condotte in PEAD*

Pozzetti

Nei pozzetti da costruire per il contenimento di apparecchiature idrauliche (scarichi, sfiati, ecc.) lungo la condotta in PEAD per acquedotti, è indispensabile che i due tronchetti di acciaio calibrato a flangia - che vanno collocati per collegarsi da una parte con la tubazione in PEAD (un tronchetto mediante giunto meccanico e l'altro tronchetto mediante giunto scorrevole con guarnizione elastomerica) e dall'altra parte con la saracinesca o lo sfiato, ecc. mediante giunto a flangia - fuoriescano, per la parte flangiata, dalla muratura verso l'interno del pozzetto.

Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni di PEAD per acquedotti saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto stabilito, con le seguenti modalità.

A) Giunti a bicchiere e a manicotto a scorrimento assiale con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche

a) Verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;

- b) provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;
- c) segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
 - si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;
 - si ritira il tubo non meno di 10 mm;
 - si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;
- d) inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;
- e) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone, ecc.);
- f) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

B) Giunti a bicchiere e a manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio

- a) Verificare che tubo e bicchiere abbiano diametri di accoppiamento rispondenti alle norme UNI;
- b) verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;
- c) pulire accuratamente le superfici di accoppiamento del tubo e del bicchiere con carta vetrata o solventi adeguati (molti incollaggi difettosi sono imputabili alla cattiva esecuzione di questa operazione);
- d) introdurre il tubo nel bicchiere fino a battuta e fare un segno sulla superficie dello stesso in corrispondenza della bocca del bicchiere. Ciò consente di predeterminare la porzione di tubo che dovrà essere spalmata di collante;
- e) assicurarsi che il collante impiegato non sia un adesivo ma realizzi una saldatura chimica;
- f) spalmare il collante, con un pennello di dimensioni adeguate, in maniera uniforme sulla superficie interna del bicchiere e sulla superficie esterna del tubo in corrispondenza della zona precedentemente marcata, avendo cura di accertarsi che non resti un'eccessiva quantità di collante nell'interno del bicchiere;
- g) introdurre immediatamente il tubo nel bicchiere fino a battuta. Dopo questa operazione è opportuno non sottoporre a tensioni il collegamento effettuato. Prima di mettere l'impianto in esercizio è consigliabile attenersi alle istruzioni del fabbricante relativamente al tempo di consolidamento del collante.

C) Giunti a serraggio meccanico tipo <<Gibault>>

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime possibili variazioni lineari dei due tronchi da congiungere più una quantità variabile dai 30 ai 100 mm in relazione al diametro dei tronchi stessi.

Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurarsi che esse siano integre, infilare le due estremità nel giunto meccanico assicurandosi che ciascuna di esse sia introdotta per una lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto senza però che vengano a contatto fra di loro; infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

D) Giunti con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio

- a) Tagliare il tubo nella lunghezza richiesta. Per il montaggio dei raccordi di misure medie e grandi, la parte terminale del tubo dovrà essere smussata accuratamente;
- b) separare le parti del raccordo e montarle sul tubo: prima la ghiera, seguita dall'anello di serraggio.

Fare attenzione che l'anello di serraggio conico sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;

- c) infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione toroidale elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo. Nel caso di misure medie e grandi è bene lubrificare con acqua saponata o vasellina la parte terminale del tubo e la guarnizione toroidale elastomerica;
- d) accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo. Per fare scivolare meglio l'anello di serraggio, dilatarlo con un cacciavite;
- e) avvitare strettamente la ghiera al corpo del raccordo. Per il serraggio finale, nelle misure medie e grandi, dovrà essere usata una chiave a nastro.

E) Giunti a flangia libera con collare di appoggio o fissa

Anche per questo tipo di giunto si tenga conto di quanto indicato al punto C):

- a) infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
- b) unire il collare d'appoggio al tubo procedendo come descritto al punto B);
- c) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
- d) bullonare effettuando il serraggio a croce.

7.8 Garanzie e documentazione***Garanzia degli impianti***

Gli impianti ed i macchinari dovranno essere garantiti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento. Pertanto, fino al termine del periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per l'effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio e funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza di chi ne fa uso.

Prove dell'impianto

Tutte le prove che la Direzione Lavori ordini a suo tempo, sia per verificare la qualità dei materiali impiegati sia per verificare la funzionalità, l'efficienza e la resa dell'impianto o di una sua parte, sono a carico dell'Appaltatore compresi l'adatta manodopera, gli apparecchi e gli strumenti di controllo e di misura preventivamente tarati e quanto altro occorrente per eseguire le prove e le verifiche dell'impianto.

Documentazione

Prima dell'emissione dello Stato Finale dei lavori, al fine di avere una esatta documentazione degli impianti installati, dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori i manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate e la certificazione di collaudo.

8 OPERESTRADALI

8.1 Preparazione del sottofondo

Il terreno interessato direttamente alla costruzione della fondazione della sovrastruttura stradale dovrà essere adeguatamente preparato, procedendo anzitutto all'abbattimento di alberi, siepi e cespugli e all'estirpazione delle radici fino alla profondità di un metro e quindi all'asportazione del terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata nel progetto o stabilita dalla D.L. in corso d'opera.

Asportato il terreno vegetale e riempite con cura le buche, l'Impresa, indipendentemente dai controlli che potranno essere eseguiti dalla D.L., dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad eseguire tutte le prove ed i controlli necessari per determinare:

- 1) il peso specifico apparente del secco del terreno in sito e quello massimo in laboratorio;
- 2) l'umidità del terreno in sito nel caso di terreni sabbiosi, ghiaiosi o limosi;
- 3) l'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terreni limosi;
- 4) la portanza del terreno.

Sulla scorta dei risultati ottenuti, si procederà alla compattazione del terreno, da eseguire con mezzi riconosciuti idonei ed approvati dalla D.L. ed in conformità alle seguenti prescrizioni:

- a) Per i terreni sabbiosi o ghiaiosi e per i terreni limosi in assenza di acqua il costipamento dovrà essere effettuato per uno spessore di almeno 25 cm., fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito non inferiore al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio.
- b) Per i terreni argillosi si dovrà provvedere preliminarmente a stabilizzare il terreno in sito, per la profondità che verrà indicata dalla D.L., miscelando con terre idonee al fine di ottenere un conglomerato argilloso compatto ed impermeabile.

Successivamente il terreno così stabilizzato verrà costipato per tutta la sua profondità fino a raggiungere un peso specifico apparente del secco in sito non inferiore al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio.

In presenza di condizioni idrauliche particolarmente pericolose dovranno essere eseguite anche

adeguate opere di drenaggio secondo le particolari disposizioni della D.L.

8.2 FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE

Generalità

Tali fondazioni sono costituite da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzato per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

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

La stesa del materiale avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

Caratteristiche dei materiali

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

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

Serie livelli e setacci UNI	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 2,000	5÷40
Setaccio 0,400	7÷22
Setaccio 0,075	2÷10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,0075 ed il passante 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) il passante al setaccio n° 4 ASTM dovrà soddisfare i seguenti requisiti:
 - $IP=NP$;
 - per situazioni in cui $0 < IP < 6$ deve effettuarsi la prova dell'equivalente in sabbia di cui al punto 6;
 - nel caso in cui l'E.S. è compreso tra 25 e 3 l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà la verifica dell'indice di portanza-CBR saturo di cui al punto 7, questo anche se la miscela dovesse contenere più del 60% in peso di elementi frantumati;
- 6) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, l'Ufficio di Direzione Lavori

richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;

- 7) indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2%) rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

Modalità esecutive

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione delle densità, e da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

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

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dall'Ufficio di Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95%, della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

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 e disposto secondo due direzioni ortogonali.

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

Prove di accettazione e controllo

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori certificati di laboratorio effettuate su campioni di materiale che dimostrino la rispondenza alle caratteristiche sopra descritte. 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 poi

accertati con controlli dall'Ufficio di Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

8.3 STRATI DI BASE

Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Caratteristiche dei materiali

Inerti

I requisiti di accettazione dei materiali inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n. 34 (28.03.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura non inferiore al 30%, della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. C.N.R. n. 27 (30.03.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80):	% passante in peso:	100
setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200):	% passante in peso:	90

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Bitume

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60÷70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II 1951, per il bitume 60/80, salvo il valore di penetrazione a 25 °C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70 ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso tra 47 °C e 56 °C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29.12.1971); B.U. C.N.R. n. 35 (22.11.1973), B.U. C.N.R. n. 43 (06.06.1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17.03.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = 20u - 500v \quad u + 50v \quad \text{—————}$$

dove:

u = (temperatura di rammollimento alla prova "palla - anello" in °C) - (25°C)

v = $\log(800) - \log(\text{penetrazione bitume in mm a } 25^\circ\text{C})$

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie livelli e setacci UNI	passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	70÷95
Crivello 15	45÷70
Crivello 10	35÷60
Crivello 5	25÷50
Setaccio 2,000	20÷40
Setaccio 0,400	6÷20
Setaccio 0,180	4÷14
Setaccio 0,075	4÷8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15.03.1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 70 kN (700 kgf); inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250:
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidetto dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 °C.

Modalità esecutive

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea classificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 °C e 170 °C e quella del legante tra 150 °C e 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di teloni di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazioni di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130 °C

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a carico dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa e poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

L'Ufficio di Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di tale eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dall'Ufficio di Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5,0\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3,0\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in suo.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessario, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione dell'agglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche di Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n.40 del 30.03.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n.39 del 23.03.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuali periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dall'Ufficio di Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni l'Ufficio di Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni conti attuali.

8.4 STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA

Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

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, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV 1953). mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Caratteristiche dei materiali

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, poi il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Cap. II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n.34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

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.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme STM C131 - AASHO T96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- indice vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T96, inferiori od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm² (1400 kgf/cm²), nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo (C.N.R.. fascicolo IVT953) con limitazione per la perdita in peso allo 0.5%.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R.. fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2÷5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

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 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n.200 ASTM.

Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60÷70 salvo diverso avviso dell'Ufficio di Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base.

Miscela

Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65÷100
Crivello 10	50÷80

Crivello 5	30÷60
Setaccio 2,000	20÷45
Setaccio 0,400	7÷25
Setaccio 0,180	5÷15
Setaccio 0,075	4÷8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

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

la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 9,0 kN (900 kgf). Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto fra stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70÷100
Crivello 5	43÷67
Setaccio 2,000	25÷45
Setaccio 0,400	12÷24
Setaccio 0,180	7÷15
Setaccio 0,075	6÷11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sono gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10 kN (1000 kgf). Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso tra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/s.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Modalità esecutive

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

Prove di accettazione e controllo

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

8.5 Conglomerato bituminoso

I leganti bituminosi dovranno rispondere alle norme e condizioni per l'accettazione dei materiali stradali:

a) Bitume. Il bitume dovrà provenire dalla distillazione dei petroli o da asfalto tipo

"TRINIDAD; dovrà inoltre corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- 1) Solubilità in solfuro di carbonio, almeno 99%;
- 2) Peso specifico a 25 °C maggiore di 1;
- 3) Penetrazione Dow a 25 °C minimo 100 dmm;
- 4) Punto di rammollimento (palla o anello) non inferiore a 38 °C;
- 5) Perdita in peso per riscaldamento a 163 °C, per 5 ore al massimo il 2%;
- 6) Contenuto massimo di paraffina 2,3%.

Ove la fornitura del bitume sia fatta in fusti o in altri recipienti analoghi per il prelevamento dei campioni verrà scelto almeno un fusto o un recipiente su ogni cinquanta.

Da ciascuno dei fusti scelti e qualora il materiale trovasi liquesciente dovrà prelevarsi un decilitro cubo, avendo cura che il contenuto sia reso preventivamente omogeneo.

I prelevamenti così fatti saranno assunti come rappresentativi del contenuto del gruppo di recipienti ai quali si riferiscono.

Qualora invece il materiale trovasi allo stato pastoso, si dovrà prelevare per ciascun fusto un campione di peso non inferiore a kg 1.

Il materiale di cui sopra dovrà essere fornito in cantiere in tempo utile affinché possano essere eseguite le prove prima dell'inizio della bitumatura.

b) Emulsione bituminosa. L'emulsione bituminosa per le prime mani dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) percentuale in bitume puro minimo 50%;
- b) percentuale in emulsivo secco massimo 1,50%;
- c) omogeneità residuo massimo gr. 0,50 per 100 gr.;
- d) stabilità nel tempo, residuo massimo gr. 0,10 per 100 gr.;
- e) sedimentazione non più di mm 6 dopo tre giorni, non più di mm 12 dopo sette
- f) stabilità al gelo, residuo massimo gr. 0,50 per 100 gr.;
- g) viscosità non meno di 5.

Per i prelievi dei campioni ci si atterrà alle norme per le prove dell'emulsione.

Pietrischetto bitumato. Il pietrischetto bitumato sarà ottenuto con l'impasto di pietrischetto preventivamente vagliato e bitume puro in ragione almeno di kg 60 per mc. di pietrischetto. Il pietrischetto da impiegarsi dovrà essere perfettamente asciutto e il bitume dovrà essere riscaldato alla temperatura da 150 ° a 180 °C.

La miscela dovrà essere effettuata nelle ore più calde, sopra superfici dure perfettamente pulite ed esposte al sole. Il pietrischetto bitumato dovrà essere fornito e

misurato a piè d'opera su camion, escluse per le pavimentazioni dei marciapiedi in cui verrà misurato a mq. ad opera finita.

Per l'esecuzione dei lavori si osserveranno le seguenti precisazioni:

— Aggregati: gli aggregati dovranno avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R.

— Bitume: il bitume dovrà avere i requisiti prescritti e sarà del tipo di penetrazione accettata dalla direzione dei lavori.

— Strato di collegamento (Binder) conglomerato semiaperto.

A titolo di base e con le riserve già citate per le miscele dello strato di usura, si prescrive la seguente formula:

	Tipo del vaglio	Passante
1"	(mm 25,4)	100
3/4"	(mm 19,1)	85-100
1/2"	(mm 12,7)	70- 90
3/8"	(mm 9,52)	60- 80
4 serie ASTM	(mm 4,76)	40- 70
10 serie ASTM	(mm 2,00)	29- 50
40 serie ASTM	(mm 0,47)	15- 40
80 serie ASTM	(mm 0,177)	5- 25
200 serie ASTM	(mm 0,074)	3-5

Tenore del bitume:

Il tenore del bitume da mescolare negli impasti, espresso in misura percentuale del peso a secco degli aggregati di ciascun miscuglio sarà: del 4-6 per lo strato di collegamento (conglomerato semichiuso).

L'impresa è tuttavia tenuta a far eseguire presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto prove sperimentali intese a determinare, per il miscuglio di aggregati prescelti, il dosaggio in bitume esibendo alla direzione lavori i risultati delle prove con la relativa documentazione ufficiale.

La direzione lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti e di far eseguire nuove prove senza che tale approvazione riduca la responsabilità dell'impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Strato di usura:

Il conglomerato bituminoso chiuso destinato alla formazione dello strato di usura dovrà avere i seguenti requisiti:

- 1) elevatissima resistenza meccanica interna, e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli;
- 2) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- 3) sufficiente ruvidità della superficie, per evitare lo slittamento delle ruote;
- 4) grandissima stabilità;
- 5) grande compattezza; il volume dei vuoti residui a costipamento finito non dovranno eccedere il 16%;
- 6) impermeabilità praticamente totale; un campione sottoposto alla prova con colonna di acqua di 10 cm di altezza dopo 72 ore non deve presentare tracce di passaggio di acqua.

Lo strato ultimato dovrà risultare di spessore uniforme e delle dimensioni precisate nell'elenco dei prezzi.

Formazione e confezione degli impasti:

Si useranno impianti speciali per la preparazione del conglomerato bituminoso a caldo, che a giudizio della direzione lavori siano di capacità proporzionata ai programmi di produzione e tali da assicurare l'essiccamento, la depolverizzazione degli inerti ed il riscaldamento degli stessi e del bitume, con verifica della temperatura nonché l'esatta costante composizione degli impasti.

Dal miscelatore l'impasto passerà in una tramoggia in carico e successivamente sui mezzi di trasporto.

Resta inteso che l'impresa è sempre soggetta all'obbligo contrattuale delle analisi presso i laboratori ufficiali.

L'impresa è inoltre obbligata per suo conto a tenere sempre sotto controllo e verifica le caratteristiche della miscela.

Gli accertamenti dei quantitativi di leganti bituminosi e di inerti, nonché degli spessori dei conglomerati bituminosi e dei manti saranno eseguiti dalla direzione lavori nei modi che essa giudicherà opportuni.

Resta in ogni caso convenuto, indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere della direzione dei lavori sulla fornitura del bitume e di pietrischetto e graniglia, che l'impresa resta contrattualmente responsabile della buona riuscita dei lavori e pertanto sarà obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati e si siano deteriorate.

Posa in opera degli impasti:

Si procederà ad una accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante energico lavaggio e ventilazione, ed alla spalmatura di uno strato continuo di legante di ancoraggio, con l'avvertenza di evitare i danni e le macchiature di muri, cordunate, ecc.

Immediatamente farà seguito lo stendimento dal conglomerato semiaperto per lo strato di collegamento (Binder) in maniera che, a lavoro ultimato, la carreggiata risulti

perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla direzione dei lavori.

Analogamente si procederà per la posa in opera dello strato di usura.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici finitrici. Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 120°.

Il manto di usura e lo strato di base saranno compressi, con rulli meccanici a rapida inversione di marcia, di peso adeguato.

La rullatura comincerà ad essere condotta a manto non eccessivamente caldo, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici; e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro, si procederà pure con passaggio in diagonale.

La superficie sarà priva di ondulazione; un'asta rettilinea lunga 4 m posta su di essa avrà la faccia di contatto distante al massimo di 5 mm e solo in qualche punto singolare dello strato.

La cilindratura sarà continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento; lo strato di usura, al termine della cilindratura, non dovrà presentare vuoti per un volume complessivo superiore al 6%.

9 GEOTESSILI

9.1 Caratteristiche generali

Il materiale da impiegare è costituito da geotessile non tessuto in fibre di polipropilene bianco, coesionato mediante agugliatura meccanica, esente da collanti e leganti chimici.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

Requisiti minimi di qualità del prodotto (grammatura $\geq 285\text{gr/mq}$)

-Massa areica (UNI EN965)	gr/mq ≥ 285
-Spessore (UNI EN 964-1)	mm 3
-Resistenza a punzonamento C.B.R.	$\geq 3,3$ KN
-Resistenza a trazione (UNI EN ISO 10319):	
- longitudinale	13 KN/m
- trasversale	13 KN/m
-Allungamento (UNI EN ISO 10319)	
- longitudinale	$> 70\%$
- trasversale	$> 70\%$

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI EN 965:1997 “Geotessili e prodotti affini. Determinazione della massa areica”;
- UNI EN 964-1:1997 “Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli”;
- UNI EN ISO 10319:1998 “Geotessili - Prova di trazione a banda larga”;
- UNI EN ISO 12236:1999 “Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)”;
- UNI EN 918:1999 “Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono)”;
- UNI EN ISO 11058:2002 “Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico”;
- UNI EN ISO 12956:2001 “Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica”;
- UNI EN ISO 10320:2002 “Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito”.



9.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

9.2.1 REFERENZE DEL PRODUTTORE

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità e i certificati di prova dei rotoli approvvigionati, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

Tale documentazione insieme ad un campione del materiale verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

9.2.2 ISPEZIONI E PROVE

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geotessili.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

9.2.3 ISTRUZIONI DI FORNITURA, TRASPORTO, STOCCAGGIO E POSA IN OPERA

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geotessili, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente ed attrezzata dall'Impresa, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

9.2.4 VERIFICA DELLA QUALITÀ DEL MATERIALE APPROVVIGIONATO IN CANTIERE

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geotessuto, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

Il materiale deve riportare ben evidenziato su ogni rotolo il periodo massimo consentito di esposizione ai raggi ultravioletti prima di innescare qualsiasi processo di deterioramento.

9.3 Posa in opera del materiale

9.3.1 MANUTENZIONE DELLA SUPERFICIE DI POSA

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

9.3.2 POSIZIONAMENTO DEI TELI IN OPERA

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

9.3.3 VERBALE DI ACCETTAZIONE

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

9.3.4 PROCEDURE PER LA POSA IN OPERA

L'Impresa deve organizzare le operazioni di posa dei teli in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo essa a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori, che limitatamente a queste attività, può essere prorogata dalla Direzione Lavori in base alle esigenze di coltivazione.

I teli devono essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza del fondo.

Le giunzioni tra i teli devono essere sovrapposte di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

Le giunzioni tra i teli devono essere cucite evitando fili o graffette metalliche ed assicurando, con i certificati necessari, che gli eventuali prodotti utilizzati per le suddette operazioni non siano in alcun modo dannosi per i teli sia durante le fasi costruttive che di esercizio dell'impianto. L'Impresa deve inoltre assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse.

L'Impresa deve inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni al telo, ai tubi di drenaggio e ai drenaggi, assumendosi ogni responsabilità ed ogni eventuale onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Impresa deve informare tempestivamente la Direzione Lavori indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la Direzione Lavori avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Impresa deve procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la Direzione Lavori deve approvare per iscritto il lavoro eseguito.



I teli non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

9.4 Controlli in corso d'opera

9.4.1 CONTROLLI DA EFFETTUARSI PRIMA DELLA POSA DEL MATERIALE

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche fornite dal Produttore.

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità del geotessile.

9.4.2 CONTROLLI SULLA POSA DEI TELI

Durante la posa del geotessile, deve essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti).

La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 20 cm, garantendo così la continuità del telo, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche viene prelevato un campione per ogni tipo di geotessile impiegato e per ogni 20.000 m² di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

massa areica (UNI EN 965);

spessore (a 2 kPa) (UNI EN 964-1);

resistenza al punzonamento statico (UNI EN ISO 12236).

Non ci sono particolari criteri di controllo sulle giunture tra i teli adiacenti, tuttavia si sottolinea che le cuciture non dovrebbero presentare fili o graffette in metallo.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

10 MATERIALE INERTE DRENANTE

10.1 Caratteristiche generali

Lo strato di materiale drenante deve essere costituito da materiale inerte naturale rispondente ai seguenti requisiti:

contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM): < 5 %;

dimensione granulometrica: 40÷70 mm;

contenuto in carbonati: < 2 %;

conducibilità idraulica: $\geq 1 \times 10^{-4}$ m/s.

Lo strato drenante deve avere uno spessore pari alla sagoma di progetto e deve risultare esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali.



Non è ammesso l'impiego di materiale frantumato e/o riciclato.

10.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

In fase di accettazione, le prove di controllo da effettuarsi per sottoporre alla Direzione

Lavori il materiale da fornire sono le seguenti:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422);
- n.1 analisi di permeabilità (ASTM D5084);
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373). Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

10.3 Controlli in corso d'opera

Le operazioni di posa devono essere eseguite adottando adeguate cautele per non danneggiare i geotessili di protezione ed il sottostante strato impermeabile.

In corso d'opera, le prove di controllo da effettuarsi sono indicate di seguito:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422) per ogni 1.000 m³ di materiale posato;
- n.1 prova di permeabilità (ASTM D5084) per ogni 1.000 m³ di materiale posato;
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373) per ogni 1.000 m³ di materiale posato.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

11 IMPERMEABILIZZAZIONE NATURALE MINERALE

11.1 Descrizione del materiale

Il materiale da utilizzarsi per la realizzazione dell'impermeabilizzazione minerale della copertura della discarica dovrà essere materiale argilloso proveniente da cave di prestito e/o stoccaggi autorizzati.

11.2 Composizione del materiale

Il materiale dovrà avere caratteristiche conformi ai requisiti minimali riportati nella tabella in allegato ed essere privo di qualsiasi materia estranea quale: terreno organico, piante, materiale di discarica e di qualsiasi altro tipo non idoneo alla costruzione dello strato.

11.3 Stabilizzazione a calce

Per quanto riguarda eventuali opere da realizzare con stabilizzazione a calce si dovrà scegliere il dosaggio di calce entro il campo di variazione del 3-5% in peso da omogeneizzare mediante mezzo fresante e successiva compattazione.

11.4 Posa in opera

11.4.1 PIANO DI POSA

Il piano di posa appositamente preparato dovrà essere mantenuto in condizioni ottimali dall'Impresa che lo ha eseguito fino all'inizio delle operazioni di posa dello strato argilloso.

11.4.2 CAMPO PROVA

Il presente paragrafo definisce le modalità per realizzare il campo prova da effettuare, i materiali e le miscele da utilizzare, le metodologie di realizzazione e le prove di controllo da eseguire.

Tale campo prova è propedeutico alla realizzazione dello strato di impermeabilizzazione e consentirà la taratura delle procedure di posa in opera dello strato di argilla.

Gli oneri relativi ai campi prova ossia ai materiali, al trasporto, alla messa in opera ed alle relative prove di controllo saranno a carico dell'Impresa che eseguirà l'impermeabilizzazione argillosa.

Non verranno compensati con voci di elenco prezzi ma l'Impresa dovrà tenerne conto nella formulazione dei prezzi relativi alle opere di progetto.

Il campo prova sarà realizzato su esplicita indicazione della Direzione dei Lavori.

11.4.2.1 Dimensioni del campo prova

Il campo prova sarà realizzato con le seguenti caratteristiche:

- larghezza in sommità (misurata perpendicolarmente alla direzione di compattazione del rullo) maggiore o uguale di 7 m e comunque di 3 volte la larghezza del rullo compattatore;
- lunghezza in sommità (misurata nella direzione di compattazione del rullo) maggiore o uguale di 15 m, comunque tale da permettere la compattazione;

Si precisa che la lunghezza netta, non interessata dalle manovre del rullo, dovrà essere di almeno 8 m;

- inclinazione delle scarpate in direzione perpendicolare alla direzione di compattazione del rullo $\geq 1:2$ (V:H), inclinazione delle scarpate in direzione parallela alla direzione di compattazione del rullo $\geq 1:4$ (V:H);



- area di prova centrale $\geq 4 \times 8$ m rispettivamente in direzione perpendicolare e parallela alla direzione di compattazione del rullo.

11.4.2.2 Provenienza del materiale

Il materiale utilizzato per la realizzazione del campo prova dovrà essere prelevato all'interno dell'area interna destinata ad accumulo avendo cura di selezionare il materiale che meglio risponda alle caratteristiche riportate nella tabella allegata. A cura dell'Impresa saranno il carico, il trasporto, la miscelazione e la messa in opera.

11.4.2.3 Prove di controllo

Le prove di controllo saranno a carico dell'Impresa e dovranno essere eseguite da un laboratorio approvato e di gradimento della Committente. Le procedure di prova saranno le seguenti:

- a) densità in sito con il metodo della sabbia calibrata, in alternativa anche con il volumometro a membrana: ASTM D 1556; ASTM D 2167;
- b) granulometria: ASTM D 421, D 422, D 2217;
- c) curva di densità/contenuto d'acqua, secondo il metodo Proctor Modificato: ASTM D 1557;
- d) prove di permeabilità in sito:
 - permeametro Boutwell: ASTM (in corso di standardizzazione);
 - infiltrometro a doppio anello sigillato: ASTM D 5093.

Per il campo prova dovranno essere effettuate, a cura dell'Impresa, le seguenti prove:

- 2 prove di densità in sito;
- 2 prove di permeabilità con permeametro tipo Boutwell.

Ulteriori prove potranno essere effettuate dall'Impresa su ciascuno strato messo in opera al fine di pervenire, sullo strato finale, ai risultati indicati nel successivo paragrafo ottenuti tramite le prove sopracitate.

11.4.2.4 Modifiche modalità di realizzazione

Le procedure di miscelazione, stesa, compattazione nonché di umidificazione indicate nelle apposite specifiche dedicate a ciascuna lavorazione, o concordate con la D.L. preventivamente alle operazioni di posa, potranno essere variate dalla stessa D.L. in corso d'opera.

In ogni caso, qualora le prove di controllo non risultassero soddisfacenti, l'Impresa dovrà ripetere il campo prova e le relative prove, fino alla messa a punto di una metodologia di posa che permetterà di ottenere i risultati richiesti.

11.4.3 STESURA DEL MATERIALE DELLO STRATO IMPERMEABILE

11.4.3.1 Norme generali

Nella esecuzione delle operazioni di stesura del materiale l'Appaltatore dovrà attenersi a norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro.

Egli dovrà in ogni caso predisporre tutti gli accorgimenti necessari per assicurare la incolumità degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi.

I mezzi meccanici predisposti per il lavoro dovranno essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro. Allorché, in corso d'opera, gli impianti di cantiere risultassero praticamente deficienti e comunque non rispondessero alle esigenze dei lavori, l'Impresa è tenuta ad aumentarli, a modificarli e, se necessario, a sostituirli totalmente e ciò a tutte sue spese senza che egli possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla D.L., né pretendere compensi o indennità di sorta oltre ai prezzi di contratto.

Nel caso che, a giudizio della D.L., le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di stesura del materiale con altre attività previste in cantiere essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Oltre all'osservanza delle prescrizioni impartite dalla D.L., l'Impresa deve prendere, di sua iniziativa, tutte le disposizioni necessarie atte ad assicurare il buon andamento dei lavori, in modo che, ad opere compiuta, la superficie stesa e compattata risponda con perfetta esattezza al tracciato ed alle pendenze richieste dagli elaborati progettuali e presenti un'accurata lavorazione, elemento indispensabile per la sua funzionalità.

11.4.3.2 Programma di stesura del materiale

Prima dell'esecuzione l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti in accordo con le richieste del committente. Nell'esecuzione l'Appaltatore dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla D.L.. Sarà facoltà della D.L. disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

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

L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere siano largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

11.4.3.3 Smaltimento provvisorio delle acque meteoriche

Al fine di smaltire le acque piovane, sia dalla superficie dello strato impermeabile in formazione che dal piano di posa del medesimo, nell'intervallo di tempo precedente alla stesura degli strati



successivi dovranno essere realizzate canalette di raccolta perimetrali in modo tale da evitare ristagni o infiltrazioni.

11.4.3.4 Approvazione

Il materiale di impermeabilizzazione potrà essere steso solo previa approvazione della superficie di imposta o dello strato precedente da parte della D.L., in base alle prove di controllo eseguite dall'Impresa o facendone eseguire altre sempre a carico dell'Impresa.

11.4.3.5 Operazioni di stesura

In linea di principio, ogni strato dovrà essere steso sulla massima superficie possibile compatibile con le lavorazioni, prima che inizi la compattazione.

Il peso del rullo non dovrà essere inferiore a 24 tonnellate per operazioni in area piana e 15 tonnellate per stesa su superfici inclinate.

Ogni strato sarà steso in modo uniforme affinché risulti, dopo la compattazione, uno spessore inferiore o uguale a 25 cm, oppure un eventuale spessore minore precisato dalla D.L. e resosi necessario per ottenere il grado di compattazione e la permeabilità richiesti.

Per quanto riguarda la miscelazione dell'argilla con la calce, si utilizzerà una fresa agricola con coltelli penetranti totalmente lo strato in accordo alla seguente procedura dopo la stesura del materiale:

- passaggio dissodante con fresa;
- spargimento calce e miscelazione con fresa;
- costipamento con rullo statico.

11.4.3.6 Umidificazione

Il materiale in opera, pronto per la compattazione, dovrà avere un contenuto d'acqua, come precisato precedentemente, entro i limiti prefissati e definiti in fase di qualificazione del materiale e riportati nella tabella in allegato.

A tale scopo l'Impresa provvederà ad areare il terreno per asciugarlo o ad inumidirlo a seconda delle necessità.

11.4.3.7 Condizioni climatiche

Eventuali integrazioni del contenuto d'acqua saranno definite tenendo conto delle condizioni atmosferiche, per evitare l'essiccamento dello strato appena messo in opera fino alla stesura di quello successivo.

In caso di pioggia in cantiere dovranno essere tenuti mezzi idonei che consentano di chiudere la superficie dello strato in lavorazione. Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo a rimuovere lo strato superficiale rammollito oppure tale materiale sarà fatto essiccare in posto (se le condizioni climatiche lo consentono) fino ad ottenere il contenuto d'acqua previsto.



11.4.3.8 Tolleranze plano-altimetriche

Le tolleranze altimetriche ammesse, rispetto alle quote indicate nel rilievo 'as-built', saranno di +5 cm rispetto alle quote previste.

Le tolleranze planimetriche ammesse saranno di 10 cm rispetto alle linee di scavo e di fondo.

11.4.3.9 Protezione dello strato completato

Lo strato dovrà essere mantenuto in condizioni ottimali, in particolare evitando fessurazioni dovuti alle condizioni climatiche o altro tipo di danneggiamento fino alla copertura con gli ulteriori strati di impermeabilizzazione previsti.

Tali attività di mantenimento sono a totale carico dell'Impresa, le cui modalità saranno concordate con la D.L..

11.4.4 CONTROLLI SUL MATERIALE PRIMA DELLA COMPATTAZIONE

I controlli sono riportati nella tabella in allegato.

L'Impresa preleverà campioni del materiale portato in cantiere e/o accumulato temporaneamente, prima che esso venga compattato, alla frequenza specificata in precedenza.

I risultati delle prove granulometriche, le determinazioni dei limiti di Atterberg e del contenuto di umidità naturale eseguiti sui campioni dovranno essere comunicati alla Direzione Lavori, che dovrà essere messa in grado di approvarli prima che inizi la compattazione.

Il prelievo dei campioni, le analisi, l'approvazione del Direttore dei Lavori e la successiva compattazione dovrà avvenire in un arco di tempo ragionevolmente ristretto e comunque tale da far sì che le condizioni atmosferiche non alterino il grado di umidità del materiale. In caso negativo non si procederà alla compattazione ma dovranno essere presi provvedimenti tali che riportino il materiale al grado di umidità voluto e le verifiche diano esito positivo.

La D.L. potrà richiedere durante i lavori una frequenza maggiore delle analisi, per un periodo di tempo ritenuto necessario per garantire la qualità dei materiali. La D.L. dovrà essere avvertita quando avverranno tali prelievi, in modo da consentirle di assistere.

11.4.4.1 Valori di riferimento

I valori di riferimento per le prove citate in precedenza sono:

- dimensione massima delle zolle: 5 cm;
- contenuto d'acqua: compreso nel campo di variazione definito dalle prove di accettazione del materiale.

11.4.5 MEZZI DI COMPATTAZIONE

Si dovranno impiegare rulli statici del tipo "a piede di pecora" con peso non inferiore a 24 t (15 t per superfici inclinate).



11.4.5.1 Compattazione del materiale

11.4.5.1.1 prescrizioni limite

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi quali richieste minime. Il numero di passate del rullo e lo spessore degli strati sarà determinato all'inizio dei lavori di compactazione mediante campo prova e sarà verificato in base ai risultati conseguiti nel corso del lavoro; qualora le prove di densità in sito, eseguite a tale momento, provassero l'impossibilità di raggiungere la densità specificata con le prescrizioni limite, il numero di passate richiesto dovrà essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore.

Non sarà concesso alcun pagamento extra all'Impresa per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle limite.

Tipo di strato	Numero di passate minimo
Strati impermeabilizzanti di spessore massimo 25 cm	5

11.4.5.1.2 Operazioni di compactazione

I rulli compactanti dovranno operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili, con una sovrapposizione non inferiore a 25 cm.

La velocità operativa dei rulli non dovrà superare 4 km/h.

11.4.6 CONTROLLO DEL MATERIALE COMPATTATO

L'Impresa dovrà eseguire le prove in sito e di laboratorio in base alle procedure standard citate in precedenza ed alla frequenza richiesta, avvertendo sempre la D.L. quando avranno luogo le attività in sito in modo tale da consentirle di assistere. Tali prove permetteranno di effettuare una taratura delle procedure di messa in opera dello strato di impermeabilizzazione di fondo.

La D.L. potrà richiedere, durante il lavoro, una frequenza maggiore delle analisi per un periodo di tempo ritenuto necessario a garantire la qualità della compactazione.

Si richiede la presenza di un laboratorio da campo in sito per l'esecuzione delle prove sul materiale messo in opera dopo la compactazione.

11.4.6.1 Standards di riferimento per le prove di controllo

Le procedure da eseguirsi a cura dell'Impresa nei controlli della compactazione saranno quelle riportate nella tabella allegata.

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiranno parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

11.4.6.2 Prove di controllo sul materiale naturale compactato

L'Impresa dovrà eseguire le prove con la frequenza indicata nella tabella allegata e lo spessore degli strati e compenetrazione degli stessi, almeno 1 prove ogni 2000 mq;



11.4.6.3 Prove di controllo sulla miscela argilla-calce posata

Sulla miscela argilla-calce posata si eseguiranno le seguenti prove:

- n. 2 curve di compattazione: Proctor Modificato, Proctor Standard con determinazione del contenuto d'acqua "ottimo" e della relativa densità;
- n. 3 prove triassiali non consolidate non drenate (UU) su provino ricostituito compattato con energia del Proctor Standard e contenuto d'acqua 'Ottimo' oppure concordato con la D.L. a 14, 28 gg, e a maturazione avvenuta;
- n. 2 prove di permeabilità in laboratorio effettuate sul materiale, compattato con energia del Proctor Modificato e Standard e vari contenuti d'acqua a maturazione avvenuta, effettuate con gradiente di $i=30$ e con pressione di confinamento efficace di 0.25 kg/cm^2 ;
- n. 3 prove di taglio diretto effettuate su provino ricostituito compattato con energia del Proctor Standard e contenuto d'acqua 'Ottimo', oppure concordate con la D.L., a 14, 28 gg e a maturazione avvenuta per la determinazione dei parametri di resistenza drenati c' e ϕ' ;
- 1 prova di densità e 1 prova di carico su piastra eseguite ogni 2500 m^3 di materiale posato;
- Prelievo di 1 campione indisturbato ogni 10000 m^3 di materiale posato da sottoporre a prove di taglio diretto o triassiali consolidate drenate per la determinazione dei parametri di resistenza drenati c' e ϕ' .

11.4.6.4 Valori di riferimento per l'impermeabilizzazione minerale naturale

Il materiale compattato in sito dovrà avere le caratteristiche indicate nella tabella allegata e spessore minimo dello strato 50 cm , riferito alle quote as-built del piano di posa, con variazioni ammesse in eccedenza di $+5 \text{ cm}$ ma non in diminuzione.

Le eventuali eccedenze di materiale compattato non saranno riconosciute economicamente all'Impresa.

Tali limiti consentiranno di ottenere i requisiti di permeabilità e di resistenza richiesti nonché di impedire fessurazioni legate all'essiccazione del materiale steso in opera che potrebbero verificarsi anche adottando tutte le cautele descritte nei successivi capitoli.

Il materiale compattato dovrà anche verificare le ipotesi fatte ed i parametri assunti per le verifiche di stabilità sia in fase di costruzione che di coltivazione.

11.4.6.5 Valori di riferimento per l'argilla miscelata con calce

Il materiale costituente l'argine in argilla miscelata con calce dovrà avere i seguenti requisiti:

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ (peso di volume naturale)
- $c' = \geq 20 \text{ kPa}$ (coesione drenata)
- $\phi' = \geq 30^\circ$ (angolo di resistenza a taglio)

$P_d = \geq 25 \text{ MPa}$ (Modulo di deformazione ricavato tramite prova di carico SN 670 317a)

Tali valori permetteranno di soddisfare le ipotesi formulate per le verifiche di stabilità sia in fase di costruzione che di coltivazione.



11.4.7 VERIFICA FINALE

Al termine dei lavori dovrà essere effettuata, a carico dell'Impresa, la verifica topografica dello spessore finale dello strato impermeabile. La verifica verrà rappresentata tramite opportune planimetrie e sezioni quotate firmate da tecnico abilitato.

Tabella - Prove di controllo per l'accettazione dei materiali argillosi e delle modalità di posa

POS	METODO	TIPO DI ANALISI	PARAMETRI	LIMITI DI ACCETTABILITA'		FREQUENZA (n° prove/mc-mq)	
				MINIMO	MASSIMO	ACCETTAZIONE	POSA IN OPERA
1	ASTM D 422	GRANULOMETRIA (% di passante al vaglio)	d>76.000 76.000>d<4.760 4.760>d<0.074 0.074>d<0.002	100 95 75 60	- 100 100 100	1/1000 mc	0
2	ASTM D 4318	LIMITI DI ATTERBERG	Limite Liquido Limite Plastico Indice di Plasticità	30 - 10	50	1/1000 mc	0
3		CLASSIFICAZIONE U.S.C.S		Argilla inorganica CL		1/1000 mc	0
4	ASTM D 2216	UMIDITA' NATURALE	% in peso	Wopt	1,2 Wopt	1/1.000 mc	1/500 mq
5		PERMEABILITA' INDIRETTA	K (cm/s)	-	1×10^{-7}	1/1.000 mc	1/1.000 mq
6		PERMEABILITA' DIRETTA	K (cm/s)	-	1×10^{-7}		1/1.000 mq
7	ASTM D 698	CURVA PROCTOR STANDARD	$\gamma_{d,max}$ (ton/mc) γ_t,max (ton/mc) Wopt (%)	- 1,8 -	- - -	1/1.000 mc	0
8	ASTM D 1556	SAND CONE TEST	γ_d (ton/mc)	95% $\gamma_{d,max}$	-	0	1/500 mq
9	SNV 670317	PROVA DI CARICO SU PIASTRA	ME (kg/cmq)	280		0	1/1.000 mq

12 GEOMEMBRANA IN HDPE

12.1 Caratteristiche generali

La geomembrana omogenea in HDPE (Polietilene ad Alta Densità), che viene impiegata per l'impermeabilizzazione della discarica in oggetto, deve rispondere alle caratteristiche tecniche di seguito riportate:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

Le caratteristiche minimali sono le seguenti:

- Materiale PEAD
- polimero base: vergine non rigenerato > 97%
- nero fumo: > 2%
- spessore: mm 2,0 (+/- 5%)
- Massa volumica (DIN 53479/ISO 1183) Kg/mc 940
- Carico di snervamento (UNI 5819) 17 N/mmq
- Allungamento allo snervamento (DIN 53455) 11%
- Carico di rottura (DIN 53455) 35 N/mmq
- Allungamento alla rottura (SIA 280/1) 750%
- Resistenza alla lacerazione (DIN 53515) 375 N
- Resistenza al punzonamento statico 650 N
- Stress cracking (ESCR) 2000 ore
- Fragilità a bassa temperatura -77 °C

NORMATIVADIRIFERIMENTO

- UNI 9556:1990 "Materie plastiche. Materiali a base di poliolefine. Determinazione del contenuto di nero di carbonio (carbon black) per pirolisi";
- UNI EN 1849-2:2002 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore e della massa areica. Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture";



- UNI EN ISO 1183-3:2001 “Materie plastiche. Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Metodo del picnometro a gas”;
- UNI EN 12311-2:2002 “Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Determinazione delle proprietà a trazione - Membrane di gomma e di materiale plastico per l'impermeabilizzazione di coperture”;
- UNI EN ISO 12236:1999 “Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)”;
- UNI EN ISO 10320:2002 “Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito”.

12.2 Controlli di qualità in fabbrica

La geomembrana in HDPE deve essere priva di fori, rigonfiamenti, impurità o qualsiasi segno di contaminazione dovuto ad agenti esterni. Qualsiasi eventuale difetto deve essere riparato utilizzando la saldatura ad estrusione secondo quanto raccomandato dal Produttore, previo benestare della Direzione Lavori, altrimenti si deve procedere all'eliminazione della parte difettosa.

Ogni rotolo deve essere etichettato sulla testa del tamburo di avvolgimento con indicazioni dello spessore, della lunghezza, della larghezza e del numero di serie ben visibile attribuito dal Produttore.

Componenti vergini

Tutti gli ingredienti che concorrono a formare il materiale della geomembrana devono essere campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne la rispondenza alle specifiche.

Tale campionamento comprende un prelievo della parte alta ed uno della parte bassa da ogni contenitore.

Vanno eseguite prove per determinare la densità e l'indice di fluidità; inoltre si deve effettuare un'ispezione visiva per individuare eventuali contaminanti.

Materiale in rotoli

Il prodotto viene campionato almeno due volte per ogni turno di lavoro. I campioni vanno prelevati anche se non possono essere immediatamente sottoposti a prova.

Di norma il campionamento viene effettuato dal personale del Produttore, anche se in qualsiasi momento deve essere garantita alla Direzione Lavori la possibilità di prelevare campioni a proprio piacimento.

I campioni prelevati del materiale in produzione devono essere sottoposti a prove per assicurare la rispondenza alle specifiche. Il laboratorio del Produttore deve fornire giornalmente un certificato di controllo qualità riferito alla produzione della giornata. Copia dei certificati devono essere inviati alla Direzione Lavori.

Devono essere effettuate ispezioni visive del telo per controllare l'assenza di porosità, piccoli fori o altri difetti visibili.

Materiale di saldatura

Tutto il materiale di saldatura deve essere del tipo consigliato e fornito dal Produttore e deve essere recapitato in cantiere entro gli originali contenitori, chiusi ognuno con etichetta che riporti la marca, il numero di serie del Produttore, le modalità di conservazione ed immagazzinamento.

La composizione del materiale estruso deve essere identica a quella della geomembrana.

12.3 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

12.3.1 referenze del produttore

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti ed è l'unica e la sola responsabile del prodotto approvvigionato.

Tale documentazione insieme ad un campione del materiale deve essere sottoposto alla Committente per accettazione, insieme ai documenti di gara.

12.3.2 Referenze del Posatore di teli

Gli addetti alle operazioni di posa dovranno essere muniti di idoneo patentino in corso di validità in conformità alle norme UNI 10567 ed alla prescrizioni dell'Istituto Italiano della Saldatura (saldatura e controllo delle geomembrane in polietilene).

Inoltre tutte le macchine saldatrici che verranno impiegate in cantiere devono essere dotate delle apposite certificazioni di conformità e di collaudo.

12.3.3 Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione della geomembrana in HDPE.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

12.3.4 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio, l'installazione e la saldatura dei teli in HDPE, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

Il Produttore della geomembrana in HDPE deve fornire inoltre complete istruzioni scritte sulle modalità di ripristino del materiale.

L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano

tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente, previa richiesta dell'Impresa e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti.

12.3.5 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche della geomembrana in HDPE, al fine di controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

12.3.6 Manutenzione della superficie di posa

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

12.3.7 Posizionamento dei teli in opera

Le operazioni di posa dovranno svolgersi in conformità alle norme UNI 10567 ed alla prescrizioni dell'Istituto Italiano della Saldatura (saldatura e controllo delle geomembrane in polietilene).

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti e saldati al più presto.

Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

L'Impresa deve fornire dettagli delle misure adottate per ovviare all'effetto della pioggia durante le operazioni di giunzione, per assicurare che l'area del giunto sia mantenuta pulita ed asciutta in ogni momento.

Le operazioni di saldatura dei teli non possono essere effettuate se la temperatura di contatto misurata sulla superficie dei teli è superiore a + 30°C.

12.3.8 Verbale di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa,

quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

12.4 Controlli in corso d'opera

12.4.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore.

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia liscio e totalmente privo di ristagni di acque meteoriche o di qualsiasi materiale potenzialmente dannoso per l'integrità della geomembrana.

12.4.2 Controlli da effettuarsi in corso d'opera

Durante la posa della geomembrana in HDPE, deve essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con le modalità di posa concordate.

La disposizione dei teli deve soddisfare alcuni requisiti che riguardano il numero e la geometria delle giunzioni; in particolare si deve minimizzare il numero delle giunture, poiché rappresentano le linee di debolezza dell'intero sistema di impermeabilizzazione.

Poiché la saldatura dei teli è un'operazione delicata da cui può dipendere l'efficienza dell'intero sistema di impermeabilizzazione, essa deve essere realizzata da personale qualificato e con l'impiego di accessori e tecniche specifiche, secondo quanto richiesto dalla norma UNI 10567 "Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati".

Il posatore deve esercitare la massima cura nella preparazione delle aree da saldare. La superficie di contatto delle saldature sarà ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal Produttore.

La saldatura dei teli può essere eseguita in due modi:

a doppia pista con cuneo caldo;

ad estrusione interposta a facce parallele.

Per le finiture (angoli, zone in cui non si può ricorrere alla saldatura a doppia pista) e le eventuali riparazioni in corso d'opera, si dovrà ricorrere alla saldatura ad estrusione sovrapposta, previa approvazione della Direzione Lavori.

Non saranno permesse discontinuità o distacchi parziali del bordo del telo superiore rispetto a quello inferiore. Ove tale difetto dovesse verificarsi, il materiale verrà smerigliato e saldato nuovamente. Qualsiasi punto del telo che si presenti danneggiato per abrasione, punzonamento o per qualsiasi altra manomissione verrà sostituito o riparato con un altro pezzo di telo.

Saldatura a doppia pista con cuneo caldo

Questo tipo di saldatura si realizza per sovrapposizione di due teli che verranno giuntati da un'attrezzatura movente a cuneo caldo.

La macchina di saldatura si sposta automaticamente sulla testata del giunto tramite rulli di

pressione che spingeranno un cuneo su cui scorrono i teli da saldare. Il cuneo riscaldato da resistenze termostate raggiungerà la temperatura più idonea per la fusione dei lembi che, in rapporto anche alla pressione esercitata dai rulli (circa 30 kg) ed alla durata del contatto, si salderanno fra loro.

Poichè i rulli ed il cuneo si muovono secondo le direttrici di una doppia pista parallela, all'interno dei lembi saldati viene a crearsi un canale in cui gli stessi sono solo sovrapposti e che può essere successivamente utilizzato per testare la continuità e la tenuta della saldatura.

Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, sia con prove distruttive su campioni significativi, sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

Saldatura ad estrusione interposta a facce parallele

Questo tipo di saldatura si realizza a mezzo estrusione di un cordone dello stesso polimero tra i lembi da saldare, previo riscaldamento degli stessi con aria surriscaldata.

Un piccolo estrusore portatile consente la fusione di un cordone di PE della stessa natura di quello da saldare e lo deposita sotto pressione nella zona di saldatura opportunamente preriscaldata mediante aria ad alta temperatura.

La composizione del materiale estruso sarà identica a quella del telo. Il cordone da saldatura deve avere le seguenti dimensioni minime:

larghezza della saldatura: 40 mm;

spessore: 1 mm.

L'attrezzatura da saldatura impiegata deve essere in grado di controllare in modo continuo le temperature e le pressioni nella zona di contatto, cioè dove la macchina sta effettivamente fondendo il materiale del telo, in modo da assicurare che i cambiamenti nelle condizioni ambientali non influenzino l'integrità della saldatura.

Per le finiture e le eventuali riparazioni in corso d'opera, si dovrà ricorrere alla saldatura ad estrusione sovrapposta, previa approvazione della Direzione Lavori.

In questo caso si eseguirà dapprima una saldatura discontinua per termofusione ad aria calda dei due lembi sovrapposti e pressati con apposito rullo. Successivamente il cordone di PE estruso, con le modalità sopra descritte, verrà depositato ed opportunamente pressato sulla faccia superiore dei due teli congiunti.

Per facilitare l'adesione del cordone estruso, con questa tecnica si dovrà smussare a meno di 45° il lembo del foglio superiore che verrà molato sulle due facce e si raddoppierà la larghezza della molatura del foglio inferiore.

Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, come descritto nel Paragrafo 0, sia con prove distruttive su campioni significativi, sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

Saldatura campione

Una saldatura di prova di lunghezza pari a 1 m verrà eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ciascuna delle saldatrici operanti in cantiere.



La saldatura campione verrà etichettata con la data, la temperatura ambiente ed il numero di matricola della macchina saldatrice.

I provini della saldatura verranno sottoposti a prove distruttive e nessuna saldatrice può iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo.

Controllo qualità delle saldature effettuate in cantiere

L'affidabilità delle giunture deve essere controllata attraverso l'esecuzione delle seguenti prove (norme UNI 10567):

prove non distruttive: n.1 per ciascuna giuntura;

prove distruttive: n.1 ogni 300 m lineari di saldatura:

prove distruttive su giunti di controllo: n.1 per ogni saldatrice per ogni giornata di lavoro.

Il posatore deve fornire e mantenere in cantiere le attrezzature necessarie per il controllo distruttivo di tutte le saldature.

Prove non distruttive

Tutte le saldature (100% delle giunzioni) devono essere provate in cantiere utilizzando:

- per saldature a doppia pista: prove di insufflazione di aria compressa nel canale tra i due lembi:
- per saldature per estrusione: attrezzature ad ultrasuoni. In tutti i punti dove non fosse possibile effettuare la verifica con ultrasuoni, le saldature saranno verificate come ritiene opportuno la Direzione Lavori.

Un tecnico esperto di controllo qualità, indicato dal Posatore, deve ispezionare visualmente ogni giunto man mano che viene realizzato. Qualsiasi area che apparisse difettosa deve essere segnata, registrata e riparata secondo le istruzioni del Produttore.

Saldature a doppia pista

Il collaudo delle saldature a doppia pista si esegue insufflando aria compressa nel canale creato tra i due lembi saldati. In particolare, si muniscono i due terminali della linea saldata di bocchettoni a tenuta e si verifica l'effettivo passaggio dell'aria per tutta la lunghezza del canale.

Il collaudo vero e proprio consiste nel verificare che l'aria compressa, immessa ad una pressione non inferiore a 4 atm non manifesti, dopo 15 minuti, un calo superiore al 15% del valore iniziale stabilizzato.

Saldature per estrusione

Le giunzioni con cordone estruso interposto realizzano una struttura omogenea a facce parallele e possono essere collaudate con ultrasuoni.

Il collaudo delle saldature per estrusione si esegue impiegando un rilevatore di ultrasuoni, costituito da una sonda emittente – ricevente che, dopo opportuna taratura, permette di misurare lo spessore della saldatura, evidenziandone eventuali discontinuità (variazione dello spessore del cordone interposto, bolle d'aria, eterogeneità del materiale).

Il sistema trova limitazioni per le difficoltà di applicazione in condizioni ambientali non sempre idonee all'utilizzo dello strumento.

Le giunzioni con cordone estruso sovrapposto non collaudabili con ultrasuoni, possono essere controllate a vista, forzando una punta metallica lungo tutta la lunghezza del cordone oppure con altro modo ritenuto opportuno dalla Direzione Lavori. In alternativa, si può utilizzare una campana a vuoto posta sopra la linea di saldatura previamente trattata con soluzione di sapone. Si aspira l'aria della campana fino a circa 0,06 MPa ed in caso di perdite, si osserva la formazione di bolle.

Prove distruttive

Una saldatura di prova di lunghezza pari a 1 m deve essere eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ciascuna delle saldatrici operanti in cantiere; altre saldature di prova possono essere eseguite su richiesta dalla Direzione Lavori.

La saldatura campione deve essere etichettata con data, temperatura ambiente ed numero di matricola della macchina saldatrice.

I provini della saldatura (larghezza 6÷10 cm) devono essere sottoposti a due prove distinte:

prova di trazione delle giunzioni (norma UNI 8202/30):

prova di sfogliamento o "peeling" (norma UNI 10567);

e nessuna saldatrice può iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo.

Le saldature devono essere più robuste del materiale.

Il campione di saldatura viene conservato per successive prove di laboratorio secondo quanto prescritto dai relativi standards.

Una volta che la geomembrana è stata messa in opera, si prelevano campioni di saldature di teli già saldati con frequenza pari a quella riportata all'inizio del presente Paragrafo, da sottoporre alle seguenti prove:

prova di trazione delle giunzioni (norma UNI 8202/30):

prova di sfogliamento o "peeling" (norma UNI 10567).

Tutte le prove devono essere eseguite in presenza della Direzione Lavori.

Prova di trazione delle giunture

Campioni tagliati con saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo la saldatura in una configurazione a "trazione".

Questo significa che il telo superiore viene sottoposto a sforzo rispetto a quello inferiore secondo una direzione che lo allontana dalla saldatura.

Il test risulta positivo quando si ha rottura del telo superiore o inferiore, senza il distacco dalla saldatura; risulta invece negativo quando si ha rottura della saldatura.

Prova di sfogliamento o "peeling"

Campioni tagliati con la saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo il telo superiore rispetto al bordo sovrapposto di quello inferiore tentando di spellare la saldatura.

Il test risulta positivo quando si rompe il telo; risulta invece negativo quando la saldatura si sfoglia.

In caso si verificassero prove con esito negativo, deve essere eseguito un rigoroso esame di tutta la lunghezza della saldatura già completata partendo dalla posizione della precedente saldatura provata con esito positivo; qualsiasi giunzione difettosa deve essere riparata seguendo le istruzioni del Produttore.

Prima di procedere alle successive saldature deve essere presentata alla Direzione Lavori una relazione che ponga in evidenza le ragioni del difetto della saldatura.

13 RECINZIONE

La recinzione sarà realizzata per

l'area di stoccaggio del percolato in pannelli modulari, monolitici, in grigliato elettroforgiato in acciaio Fe B 360, collegamenti in tondo liscio diametro non inferiore a 5 mm, bordi orizzontali elettroforgiati in ferro bugnato e piantane in profilato piatto secondo UNI 5681, zincato a caldo secondo norma UNI-E-14.05.000.0 (ex UNI 5744/66), altezza mm 1722, larghezza mm 1992, maglia mm 124x132, profili verticali in piatto mm 25x2,5 (interasse mm 124), collegamenti in tondo orizzontale Ø mm 5 (interasse mm 132);

per la viabilità perimetrale in acciaio zincato plastificato a maglia romboidale, altezza complessiva pari a 2m, completa di paletti di sostegno a t 3 cm, ad interasse 2,50 m, doppia fila di filo spinato.

Materiale pannelli e piantane: Acciaio S 235 JR (UNI EN 10025:1995)

Rivestimento: Zincatura a caldo UNI EN ISO 1461:1999

Rivestimento con resine poliestere su materiale zincato a caldo UNI EN 10142:2002

Bulloneria in acciaio inox AISI 304: Antifurto TTQST M 10x25

14 GEORETE DRENANTE

La georete drenante viene utilizzata nel pacchetto di impermeabilizzazione. Le caratteristiche della georete sono le seguenti:

Georete estrusa

- Tipo di polimero: Polietilene ad alta densità (HDPE)
- Massa areica. 650 g/mq
- Spessore a 20 kPa: 5,5 mm
- Resistenza a trazione: 7,0 kN/m
- Allungamento a rottura: 22%
- Capacità drenante con $i = 1$:

$1,41 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ a 20 kPa
 $1,26 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ a 200 kPa

Per le modalità di posa e per le caratteristiche di accettazione del materiale vedasi il capitolo relativo ai geotessili.

15 TERRA DI COLTIVO

La terra di coltivo da utilizzare per il riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria ed essere sottoposta all'approvazione della D.L. che potrà richiedere anche le eventuali analisi da parte di laboratorio di comprovata affidabilità tecnica.

La terra di coltivo dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la messa in opera. La quantità di sostanza organica deve essere almeno il 3%.

La quantità di scheletro con diametro maggiore di mm 2,0 non dovrà eccedere il 20% del volume totale, mentre lo scheletro con diametro maggiore di cm 4 dovrà essere eliminato attraverso una vagliatura.

La terra di coltivo dovrà essere priva di sostanze tossiche ed agenti patogeni.

Riporto meccanico

Il riporto meccanico avviene mediante scarico sull'area della terra di coltivo in cumuli sparsi, successivo spandimento con pala meccanica.

Prima del riporto dovrà essere dissodato il fondo esistente (già ripulito da macerie e rifiuti), mediante erpicatura semplice, seguita da scarificazione in caso di presenza di sassi e pietre.

Nella movimentazione si dovrà porre particolare attenzione al raggiungimento di un grado di compattazione ottimale per la crescita della vegetazione, secondo il giudizio della D.L.; a tale scopo si dovrà procedere mediante passaggi incrociati con mezzi pesanti se la compattazione verrà giudicata insufficiente o con fresature superficiali qualora la compattazione raggiungesse valori troppo elevati.

La fase di livellamento dovrà essere effettuata con mezzi meccanici di tipo leggero come pale gommate compatte o trattrici agricole, in passaggi semplici, con riduzione al minimo delle manovre.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla D.LL.

Le misure degli spessori sono da considerarsi ad assestamento e rullatura superficiale avvenuti.

Riporto manuale

Ove non sarà possibile effettuare il riporto meccanico, si procederà alla stesura manuale, mediante scarico sull'area della terra di coltivo in cumuli sparsi di dimensione inferiore a m³ 1, e successivo spandimento carriole e rastrelli.

Prima del riporto dovrà essere dissodato il fondo esistente (già ripulito da macerie e rifiuti), mediante erpicatura semplice, seguita da scarificazione in caso di presenza di sassi e pietre; tale operazione non verrà effettuata qualora la superficie su cui verrà effettuato il riporto sia stata oggetto di recente riporto e risulti in condizioni di compattazione ottimali.

Lo strato superficiale verrà compattato mediante rullatura superficiale solo nel caso si tratti di area destinata a prato.

La fase di livellamento finale dovrà essere effettuata anch'essa con rastrellature per la regolarizzazione delle superfici e per la formazione dei piani di deflusso delle acque.

Per ogni albero è da effettuarsi un riporto di un volume di terra di m.1,50x1,50x1,00 per il quale si dovrà operare per strati successivi di 30-40 cm con bagnatura e costipamento manuale per ogni singolo strato.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla D.LL.

Le misure degli spessori sono da considerarsi ad assestamento e rullatura superficiale avvenuti.

Si prevede che, all'atto di esecuzione dei lavori, qualora ci sia la disponibilità, sarà possibile utilizzare il materiale biostabilizzato con le modalità fissate nel "disciplinare tecnico della produzione, della qualità e degli utilizzi del rifiuto ottenuto dalla stabilizzazione delle matrici organiche dei rifiuti" approvato con DGR Campania n. 426 del 4.8.2011.

In quest'ultimo caso l'Appaltatore si atterrà alle disposizioni impartite dalla Committenza senza sollevare alcuna eccezione, accettando la nuova rimodulazione del pacchetto inerente il terreno di coltivo previo concordamento secondo le disposizioni vigenti.

16 ESECUZIONE DI OPERE A VERDE

L'Appaltatore dovrà avere cura affinché le piante siano trasportate in cantiere con tutte le cure necessarie a evitare ogni genere di danneggiamento sia alle parti aeree che alle zolle e radici (mezzi di trasporto idonei, protezioni adeguate, procedure di carico e scarico corrette ecc.).

In particolare, in accordo con la norma DIN 18916, è importante evitare, durante il trasporto, il rischio di disseccamento delle piante a causa del vento. In tal senso, il trasporto dovrebbe avvenire in automezzi chiusi o con copertura continua e sufficiente. L'Appaltatore dovrà controllare, prima dello scarico in cantiere, che le piante siano state accatastate a regola d'arte e che siano prive di danni. E' importante porre rimedio immediato alle eventuali perdite di umidità delle piante tramite opportune annaffiature.

Le piante arrivate in cantiere devono essere messe a dimora entro 48 ore. In questo lasso di tempo, l'Appaltatore dovrà avere cura di salvaguardare le piante dal disseccamento e dal surriscaldamento.

Nel caso in cui il periodo di tempo intercorrente tra l'arrivo in cantiere delle piante e la loro messa a dimora sia molto lungo, l'Appaltatore dovrà avere cura di sistemare le piante in un apposito "vivaio provvisorio".

Si precisa che le piante arboree ed arbustive previste in progetto possono essere richieste alla Regione Campania STAPF di Salerno a titolo gratuito. In tal caso l'Appaltatore accetterà senza riserva alcuna di scorporare dall'appalto la fornitura delle stesse.

16.1 Approvvigionamento di acqua

La Stazione appaltante fornirà all'Appaltatore l'acqua necessaria per la realizzazione delle opere previste. L'Appaltatore potrà, quindi, utilizzare gratuitamente l'acqua disponibile in sito (acquedotto pubblico o altra fonte).

Nel caso in cui l'acqua non fosse disponibile, l'appaltatore è tenuto a rifornirsi della quantità necessaria con mezzi propri e a proprie spese.

L'Appaltatore, sia che si approvvigioni dal committente che con mezzi propri, è tenuto al controllo periodico della qualità dell'acqua.

È tenuto, inoltre, ad effettuare specifiche analisi, su richiesta esplicita della Direzione Lavori.

L'acqua utilizzata per l'irrigazione e l'innaffiamento dovrà essere esente da sostanze inquinanti e nocive, nonché risultare entro i limiti di tolleranza di "fitotossicità relativa".

16.2 Buche per la messa a dimora di alberi e arbusti

Le buche destinate ad alberi ed arbusti dovranno, salva diversa indicazione della Direzione Lavori, presentare dimensioni idonee ad ospitare la zolla e le radici della pianta e a creare un'opportuna area di terreno drenante, indicativamente con una larghezza circa doppia rispetto alla zolla e una profondità pari a circa 1 volta e mezza).

Nel caso di piantagione di alberi di grandi dimensioni, le buche dovranno essere preparate in modo da tener conto anche della eventuale necessità di apportare ulteriori strati di materiale drenante, sostanza organica ecc., e del fatto che, a causa del peso notevole, la pianta sarà soggetta ad un certo assestamento.

Nel caso di piantagione di piante a radice nuda, le dimensioni della buca dovranno essere tali da consentire la messa a dimora delle piante senza che gli apparati radicali vengano danneggiati.

Nella preparazione della buca dovrà essere posta particolare attenzione alla eventuale presenza di reti tecnologiche sotterranee.

L'Appaltatore è tenuto ad informare tempestivamente la Direzione Lavori dell'eventuale ritrovamento nel sottosuolo di cavi e tubazioni e a concordare con essa l'eventuale spostamento della buca.

Nella preparazione della buca, l'Appaltatore dovrà altresì porre particolare attenzione che non si verifichino fenomeni di ristagno in prossimità delle radici. A tal fine, avrà cura di posizionare sul fondo della buca un opportuno strato di materiale drenante (ghiaia, ecc.).

In presenza di gravi fenomeni di ristagno, in accordo con la Direzione Lavori, l'Appaltatore provvederà alla realizzazione delle più opportune opere di drenaggio.

16.3 Messa a dimora di alberi e arbusti

Prima della messa a dimora delle piante, l'Appaltatore dovrà avere cura di riempire parzialmente le buche predisposte, in modo da creare, sul fondo delle stesse, uno strato di terreno soffice dello spessore adeguato (in funzione delle dimensioni della zolla o dell'apparato radicale), e comunque non inferiore ai 20 cm.

Nella messa a dimora delle piante, l'Appaltatore dovrà aver cura di non danneggiare gli apparati radicali e di non modificarne il naturale portamento.

Nel caso della messa a dimora di alberi e arbusti a radice nuda, l'Appaltatore è tenuto a ringiovanire le radici, spuntando le loro estremità ed eliminando le parti danneggiate, e a "rivestirle" con un "impasto" di terra e sostanza organica coagulante (es. poltiglia bordolese) che costituisca uno strato sottile attorno alle radici, utile contro il disseccamento e per fornire i primi elementi nutritivi. Le radici andranno incorporate con terra sciolta, che andrà opportunamente pressata in modo che aderisca il più possibile alle radici stesse.

Nel caso della messa a dimora di alberi e arbusti con zolla, andranno praticati opportuni tagli sull'imballo, al livello del colletto, al fine di aprirlo sui lati, pur senza rimuoverlo (andranno eliminati solo eventuali legacci di metallo).

Sia per le piante fornite in zolla che per quelle fornite in contenitore, si dovrà porre particolare attenzione al fine di non rompere la zolla

e di mantenerla sufficientemente umida e aderente alle radici.

Dopo il riempimento della buca, è importante compattare e livellare il terreno e subito irrigare, al fine di facilitarne l'ulteriore assestamento e la sua più completa adesione alle radici e alla zolla, nonché la ripresa della pianta.

Nei primi mesi dopo la messa a dimora delle piante, sarà necessario effettuare frequenti interventi di irrigazione, in funzione dell'epoca, dell'andamento pluviometrico, del tipo di terreno e della specie, e comunque secondo le norme di buona pratica agronomica e in accordo con la Direzione Lavori.

Al fine di aumentare l'efficienza delle irrigazioni e di meglio trattenere l'acqua piovana, è importante creare, alla base del tronco, una conca di irrigazione. In funzione del tipo di progetto e/o su indicazione della Direzione Lavori, può essere opportuno prevedere l'interramento di un tubo ad anello intorno all'apparato radicale (a opportuna distanza), con una estremità sporgente dal terreno in modo da agevolare l'operazione di irrigazione da parte del personale addetto.

Su eventuale indicazione della Direzione Lavori, l'Appaltatore è tenuto a procedere ad interventi di potatura "pre-impianto" della chioma. La potatura ha lo scopo di eliminare eventuali rami secchi e spezzati oppure di facilitare l'attecchimento della pianta riducendone la chioma.

Sempre su eventuale indicazione della Direzione Lavori, l'Appaltatore è tenuto a procedere ad interventi di fertilizzazione localizzata, ponendo particolare attenzione a non far venire a contatto il fertilizzante con le radici.

Si dovrà porre attenzione affinché le piante messe a dimora, una volta che il terreno si sarà assestato, non presentino radici scoperte o eccessivo interrimento (oltre la quota del colletto).

Gli alberi e gli arbusti delle specie a foglia caduca forniti in zolla o in contenitore possono essere messi a dimora in qualsiasi periodo dell'anno, mentre quelli forniti a radice nuda andranno piantati durante il periodo di riposo vegetativo (dal tardo autunno all'inizio primavera). Gli alberi e gli arbusti delle specie sempreverdi (forniti esclusivamente in zolla o contenitore) possono essere messi a dimora in qualsiasi periodo dell'anno, tranne nel periodo dei ricacci. E comunque buona norma evitare la messa a dimora delle essenze vegetali durante i mesi più caldi (luglio e agosto) e prevedere delle "cure particolari" per quelle messe a dimora a stagione avanzata. Infine, e da evitare, in ogni caso, la messa a dimora delle piante in periodi di gelo e neve e in presenza di suolo impregnato d'acqua.

Successivamente alla prima irrigazione, l'Appaltatore avrà cura, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori, di distribuire ai piedi degli alberi uno strato di materiale pacciamante dello spessore di circa 7-10 cm, allo scopo di ridurre l'evaporazione e di evitare lo sviluppo di vegetazione infestante. La pacciamatura dovrà essere mantenuta per le successive due stagioni vegetative.

Nel caso di messa a dimora di alberi e grandi arbusti, questi dovranno essere opportunamente ancorati al suolo.

L'Appaltatore rimane comunque responsabile degli eventuali danni causati da animali domestici e selvatici e dal passaggio di persone o automezzi. In tal senso dovrà, a sua cura e spese, provvedere all'esecuzione di tutti gli interventi che si rendessero necessari al fine di salvaguardare la vegetazione messa a dimora fino alla consegna. In particolare, nelle situazioni in cui è previsto il parcheggio di autoveicoli in prossimità delle piante messe a dimora, l'Appaltatore è tenuto a verificare con la Direzione Lavori l'opportunità di predisporre idonee protezioni (in legno, metallo o altro materiale) intorno al tronco delle piante stesse.

16.4 Messa a dimora e semina di piante erbacee

Nel caso della messa a dimora di singole piantine, l'Appaltatore potrà realizzare le buche al momento dell'impianto, tenendo conto delle dimensioni del pane di terra con cui vengono fornite. Nel caso venissero fornite in contenitore bio-degradabile, potranno essere messe a dimora con lo stesso.

Le buche andranno riempite con terra di coltivo che successivamente verrà pressata adeguatamente. Infine, se previsto dal progetto, verrà realizzato uno strato pacciamante.

Per quanto riguarda la semina di piante erbacee, si dovrà utilizzare semente rispondente ai requisiti del presente Disciplinare.

Sia per la messa a dimora che per la semina di piante erbacee, l'Appaltatore è tenuto al pieno rispetto di tutte le indicazioni (specie da utilizzare, epoca di impianto/semina, profondità della buca/di semina, quantità di seme, concimazioni ecc.) contenuto nel progetto.

Qualora queste siano troppo generiche, l'Appaltatore è tenuto a prendere i necessari accordi con la Direzione Lavori.

16.5 Formazione del prato

Con la formazione del prato, l'Appaltatore si assume l'onere di eseguire tutte le operazioni necessarie alla creazione del tappeto erboso: preparazione del terreno, concimazione, semina, irrigazione, controllo delle infestanti, nonché la realizzazione dell'impianto di irrigazione eventualmente previsto in progetto.

L'Appaltatore, in accordo con la Direzione Lavori, è tenuto ad effettuare la semina del prato solo successivamente alla piantagione delle essenze arboree ed arbustive previste in progetto, nonché dopo la realizzazione degli impianti e delle attrezzature previste.

Oltre alla lavorazione generale del terreno, prima della semina del prato l'Appaltatore è tenuto ad effettuare, in accordo con la Direzione Lavori, tutte le lavorazioni del terreno (fresatura, rullatura ecc.) che si rendano necessarie in funzione della natura del suolo, al fine di ottenere un buon letto di semina. Allo stesso scopo dovrà porre particolare attenzione ad eliminare tutti i materiali estranei presenti nel terreno che possano influire negativamente con la buona riuscita del prato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni, in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e del periodo della lavorazione, nonché in accordo con la Direzione Lavori, sarà possibile provvedere ad una concimazione del terreno con opportuni elementi fertilizzanti.

Sarà inoltre cura dell'Appaltatore, durante tali lavorazioni, provvedere a fornire al terreno l'opportuna sistemazione, in funzione del tipo di suolo, al fine di rendere efficiente lo smaltimento dell'acqua meteorica in eccesso.

L'epoca della semina, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori, sarà l'inizio della primavera o l'inizio dell'autunno. Andranno comunque evitati sia i periodi eccessivamente caldi sia quelli troppo piovosi.

La semina sarà effettuata con le attrezzature più idonee, in funzione della tecnologia disponibile e della dimensione dell'area da seminare. La semina con macchine seminatrici dovrà essere effettuata alla profondità più idonea in relazione al miscuglio (di norma 1,5 - 2,5 cm). La semina manuale (da eseguirsi solo in presenza di piccole superfici) dovrà essere effettuata con la tecnica più idonea ad ottenere una buona uniformità. La composizione del miscuglio e le dosi di seme impiegati dovranno essere quelle precisate in progetto e dovranno essere comunque preventivamente accettate dalla Direzione Lavori.

Successivamente alla semina, l'Appaltatore avrà cura di effettuare una leggera erpicatura, una rullatura e un'irrigazione.

Successivamente, al fine di facilitare la germinazione, provvederà a frequenti irrigazioni con bassi volumi di adacquamento, avendo cura di non irrigare nelle ore più calde.

La formazione del prato sarà considerata andata a buon fine se, successivamente al primo taglio dell'erba, l'area in oggetto si presenterà con un prato fitto, uniforme e regolare, privo di malattie, composto dalle specie previste, e con una percentuale di sassi e infestanti inferiore a quella consentita dal progetto. Il terreno, inoltre, in conformità agli eventuali dislivelli previsti in progetto non dovrà presentare avvallamenti di alcun genere.

L'Appaltatore dovrà provvedere a delimitare le zone seminate in modo da evitare il passaggio di persone e macchine al fine di non ostacolare la buona riuscita del prato.

La formazione di manti erbosi con zolle precoltivate comprende tutti i lavori di preparazione agraria del substrato d'impianto, la messa a dimora delle zolle erbose e le lavorazioni successive, compresa l'irrigazione, che ne favoriscano l'attecchimento, secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto. Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose dovranno essere anche adeguatamente fissate al suolo come da prescrizione di progetto o da indicazioni della Direzione Lavori.

16.6 Manutenzione delle opere nel periodo di garanzia

Le opere a verde realizzate saranno considerate definitivamente compiute con pieno successo solo al termine del "periodo di garanzia". Tale "periodo di garanzia", misurato a partire dalla fine dei lavori previsti dal progetto, avrà la durata necessaria ad accertare la piena riuscita della realizzazione e l'attecchimento delle essenze vegetali piantate e/o seminate, e comunque non inferiore a ventiquattro mesi. L'Appaltatore si impegna a dare una garanzia di attecchimento del 100% su tutte le piante.

Durante tale "periodo di garanzia", l'Appaltatore è tenuto ad effettuare tutte le operazioni di manutenzione utili per conservare le opere a verde nello stato migliore, in particolare:

- nel caso di alberi o arbusti, sarà necessario verificare che le piante siano sane e in buono stato vegetativo, trascorsi 90 giorni dalla ripresa vegetativa nell'anno seguente la piantagione (per le piante fornite a radice nuda) o due anni dopo l'impianto (per le piante fornite in zolla);
- nel caso del prato, bisognerà attendere il primo taglio dell'erba;
- nel caso di piante erbacee, l'attecchimento si riterrà avvenuto quando tutta la superficie oggetto di intervento risulterà coperta in modo omogeneo alla germinazione della specie botanica seminata.

La fine del periodo di garanzia verrà certificato dalla Direzione Lavori con un apposito verbale.

Nel caso fossero richiesti interventi di potatura, l'Appaltatore dovrà porre particolare cura affinché l'operazione venga eseguita da personale esperto e nel rispetto delle caratteristiche delle singole piante. Salvo diversa specifica disposizione da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore è tenuto al rispetto delle seguenti indicazioni:

- non effettuare tagli "a filo tronco", ma rispettare la zona del "collare" alla base del ramo;
- eseguire i tagli sui rami di piccolo diametro (massimo 7-8 cm);
- mantenere una copertura di almeno il 50% dei rami, distribuita in modo regolare;
- non eliminare più del 30% delle gemme;
- effettuare tagli inclinati rispetto al piano orizzontale.

17 OPERE IN FERRO

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori con particolare attenzione nelle saldature e bollature. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribattiture, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od indizio d'imperfezione.

Ogni mezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo essa responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio: in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

18 ESECUZIONE DI SEGNALETICA STRADALE E CARTELLI INFORMATIVI

Sostegni

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità dei venti di 150 Km/h, pari ad una pressione dinamica di 140 kg/mq, con un coefficiente di sicurezza 1,5.

Ove lo si ritiene opportuno, l'Appaltatore potrà proporre alla Direzione dei Lavori sostegni diversi da quelli prescritti, purché ne venga fornita idonea documentazione tecnica e ne sia garantita la conformità alle prestazioni minime previste dal progetto e dal presente capitolato.

Sostegni a palo

I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali), saranno in acciaio tubolare del diametro 60 mm aventi spessore 3 mm e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo e non verniciati. Previa parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari e quadrati di superficie inferiore a 0,8 mq, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli di superficie superiore.

I pali di sostegno saranno chiusi alla sommità ed avranno un foro alla base per la predisposizione del fondino di ancoraggio.

I sostegni dei segnali verticali (esclusi i portali) dovranno essere muniti di dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno. Le staffe di ancoraggio saranno in acciaio zincato a caldo e bulloneria zincata per il fissaggio dei segnali.

I supporti mono o bifacciali da usarsi prevalentemente per segnali di direzione località o preavviso dovranno essere in alluminio estruso anticorrosione con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola retro riflettente.

I supporti dovranno avere, in relazione all'altezza, le seguenti caratteristiche:

non inferiore a 25/10 di mm per altezze fino a 25 cm, su tutto lo sviluppo del profilo;

non inferiore a 30/10 di mm per altezze superiori a 25 cm, su tutto lo sviluppo del profilo;

Per targhe bifacciali la distanza fra le due facce non dovrà essere inferiore a 25 mm.

Sostegni a portale

I sostegni a portale, attraversanti la sede stradale, dovranno essere in ferro tubolare zincato a caldo secondo le norme UNI e ASTM vigenti e saranno trattati con una mano di sottopinto per superfici zincate ed una mano a finire applicata sul posto dopo il montaggio e la sistemazione definitiva. Il loro dimensionamento e a cura dell'Appaltatore e dovrà essere approvato dalla Direzione ai Lavori.

19 OPERE MECCANICHE

19.1 QUALITÀ' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Condizioni generali di accettazione dei materiali

I materiali da impiegare dovranno tutti corrispondere per dimensioni, peso, numero, qualità, specie, lavorazione ed eventuale provenienza ai requisiti indicati o richiamati nel presente Capitolato Speciale ed essere di completo gradimento della D. L..

I materiali saranno conformi alla campionatura presentata all'inizio dei lavori dalla D. L. ed accettata da quest'ultima. L'Impresa, su richiesta della D.L., avrà l'obbligo di prestarsi in ogni tempo a sottoporre i materiali impiegati e da impiegarsi alle prove normali e regolamentari ed a quelle che prescriverà la D.L. per l'accertamento della loro qualità e resistenza, dovrà inoltre sottostare a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni agli Istituti Sperimentali che la D.L. stessa designerà, nonché a pagare le spese per dette prove secondo le tariffe degli Istituti stessi.

La D.L. avrà facoltà di rifiutare i materiali che non ritenesse rispondenti alle norme indicate o richiamate nel presente Capitolato Speciale ed inadatti alla buona riuscita dei lavori.

L'accettazione in cantiere di qualsiasi materiale non pregiudicherà il diritto della D.L. di rifiutare in qualunque tempo, anche se posti in opera fino ad approvazione del collaudo, i materiali ed i lavori che, in genere, ritenesse non rispondenti alle condizioni contrattuali.

I materiali ed i lavori in genere rifiutati dovranno essere rispettivamente allontanati o rifatti nel perentorio termine che di volta in volta fisserà la D.L.

Non ottemperando l'Impresa a tali disposizioni, si procederà d'ufficio a spese dell'Impresa stessa e delle spese in parola verrà fatta immediata detrazione sulla contabilità dei lavori.

Materiali ferrosi e metalli

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

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nel D. M. 29 febbraio 1908, come modificate dal R.D. 15 luglio 1925 e per le armature del cemento armato (vedi anche Capitolato Speciale Opere Civili), alle prescrizioni di cui al R. D. 16 novembre 1939, n. 2229 e alle Circolari 23 maggio 1957, n. 1472; 17 maggio 1965, n. 1547; 11 settembre 1967, n. 3225; 15 ottobre 1968, n. 5226 del Ministero dei LL. PP. e D.M. 30 maggio 1974 e successive circolari, 9 gennaio 1996 del Ministero dei LL. PP.

Essi dovranno avere, a seconda della qualità, i seguenti requisiti particolari:

- le macchine ed i particolari meccanici saranno realizzati con i materiali stabili in sede di progetto esecutivo anche per le saldature, materiali che saranno indicati con le sigle UNI e che dovranno avere le caratteristiche da queste previste;
- cerniere, apparecchi in appoggio fissi o mobili: acciaio fuso in getti del tipo Fe G52 VR UNI 3158-68;
- ghisa: di prima qualità, di seconda fusione, facilmente lavorabile con lima o scalpello, di

struttura grigia finemente granosa ed omogenea; sarà esclusa la ghisa fosforosa;

- strutture non di macchinario (parapetti corrimano e simili): ove non si ricorresse ad altri tipi speciali, si farà uso di tubi-gas commerciali serie normale, saldati, con riferimento UNI 3824;
- paletti di recinzione: acciaio A 37 conforme alle tabelle UN1 743 edizione 1938;
- reti e lamiere striate: usate per recinzioni saranno conformi alle tabelle UNI 3598 edizione 1954 e modifiche successive;
- filo spinato: in acciaio zincato con rottura pari a 650 N/mm², diametro 2,4 mm con triboli a 4 — spine con filo zincato cotto, intervallati di 7,5 cm e disposti in modo da evitare traslazioni e rotazioni rispetto al filo.

Carpenterie e costruzioni metalliche

Sono incluse in questa categoria tutte quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte degli apparecchi od attrezzature. Sono da includere in questa categoria tutti i manufatti eseguiti in profilati, tubi, lamiere di ferro o di acciaio, come ad esempio strutture portanti in genere, tramogge, ossature per fabbricati e impalcati di sostegno apparecchi, impalcati di servizio, portali, ballatoi, passerelle, grigliati, scale, ringhiere, protezioni varie per macchine ed apparecchiature per valvole, simulacri di accessori per tubazioni, coperture di cunicoli e pozzetti in grigliato e lamiera striata, dischi ciechi, calibrati, imbuti, tappi, ecc. Dal punto di vista funzionale le carpenterie si distinguono in strutture portanti principali, strutture ausiliarie, strutture secondarie. Sono strutture portanti principali quegli elementi strutturali che dovranno essere progettati e costruiti con funzioni e carichi statici ben determinati (ossature per fabbricati, strutture metalliche per sostegni di apparecchi, impalcature accessibili). Sono strutture secondarie elementi singoli, portanti e non, facenti parte di un complesso strutturale.

Caratteristiche dei materiali

Nella costruzione dovranno essere impiegati profilati, tondi e larghi, piatti in Fe37B ed Fe52B UNI 5334/54, lamiere in Fe37C ed Fe52C 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. 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. Gli elettrodi dovranno essere della quarta classe secondo le norme UNI 5132. La bulloneria ed i tirafondi di fondazione saranno conformi alle norme CNR-UNI 10011, ma in ogni caso mai inferiori ad Fe42D. Nel caso di unioni ad attrito le caratteristiche meccaniche e dimensionali dei bulloni ad alta resistenza dovranno essere corrispondenti a quelle del progetto 2-II delle norme CNR-UNI 10011. Le strutture zincate a caldo dovranno essere fornite conformemente alle norme UNI 5744/66. Le lamiere grecate zincate con procedimento continuo a caldo, tipo Sendzimir, avranno un rivestimento di zinco di 3,8 N/m² sulle due facce. Tutti i materiali impiegati dovranno essere nuovi ed esenti da difetti ed inoltre, prima dei montaggi, dovranno essere tutti raddrizzati o spianati. Le caratteristiche tecnologiche degli acciai impiegati dovranno essere confermate dai bollettini di acciaieria e dai certificati delle prove meccaniche eseguite in conformità delle norme UNI vigenti e rilasciati dai laboratori ufficialmente riconosciuti secondo quanto prescritto dalla Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e norme emesse successivamente fino al momento dell'installazione delle opere.

Norme tecniche

Le varie parti della fornitura saranno progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti (Legge 5 novembre 1971, n. 1086, Decreti Ministeriali attuativi conseguenti ed in particolare secondo le "Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione delle costruzioni in acciaio" contenute nelle norme CNR-UNI nn.1001110012-10016 ultima edizione e del D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche". Le strutture ausiliarie quali scale, passerelle, ballatoi, parapetti, dovranno essere realizzate nel rispetto delle norme ex ENPI. Le saldature in cantiere dovranno essere limitate allo stretto indispensabile. Le indagini radiografiche dovranno essere estese al 25% dello sviluppo lineare delle saldature di testa sui giunti di forza delle strutture principali. I criteri per il giudizio di accettabilità saranno quelli indicati nelle norme CNR-UNI 10011 comma 2.4.3. Le radiografie eseguite dovranno essere numerate per la facile individuazione della posizione della saldatura e saranno messe a disposizione della D.L.

Controlli e collaudo

Il collaudo statico dovrà avvenire in conformità alle norme vigenti. La Direzione Lavori potrà a suo insindacabile giudizio chiedere, durante la costruzione in officina, collaudi dimensionali per campione e verifiche più complesse quando la particolare natura delle singole opere lo richiedesse.

19.2 Colori distintivi delle tubazioni

Per identificare la natura di un fluido, liquido o gassoso, convogliato mediante tubazione, si applicheranno le convenzioni delle raccomandazioni ISO R508.

Colori distintivi di base

La corrispondenza tra i vari colori di base e il tipo di fluido è di seguito indicata.

Colore di base	Fluido corrispondente
- verde	acqua
- grigio argento	vapore ed acqua surriscaldata
- marrone	oli minerali, vegetali ed animali e combustibili liquidi
- giallo ocra	gas o gas liquefatto (esclusa l'aria)
- violetto	acidi ed alcali
- azzurro chiaro	aria
- nero	altri liquidi

Il colore potrà essere apposto su tutta la tubazione oppure a bande, la cui larghezza minima sarà funzione del diametro della tubazione e della distanza dalla quale la banda stessa dovrà

essere visibile. Il colore distintivo di base sarà posto, in particolare, in vicinanza di valvole, raccordi, incroci, giunti, apparecchiature di servizio, paratie, attraversamento di muri ed in qualsiasi altra posizione dove potesse essere necessario.

Le valvole potranno essere colorate come la tubazione salvo il caso in cui la tubazione fosse munita del colore di sicurezza per estinzione di incendi: in tal caso le valvole saranno colorate di rosso.

. Colori distintivi di base ed indicazione di codice

Per indicazioni di codice si intendono i colori di sicurezza ed i dati che precisano la natura del fluido, come riportato nella tabella che segue.

Colori di sicurezza Significato

- rosso	estinzione incendi
- giallo con bande nere oblique	pericolo
- azzurro con base verde	acqua dolce, potabile e non

Dati indicanti la natura del Esempio fluido

- nome per esteso	acqua dolce
- abbreviazione	AD
- formula chimica	H ₂ O

Le indicazioni di codice verranno apposte vicino a valvole, raccordi, ecc., come detto al punto precedente. Il colore di sicurezza sarà applicato sul colore di base con una banda di larghezza pari a 1/4 della larghezza della banda del colore di base. I dati indicanti la natura del fluido saranno apposti sul colore di base o vicino alla banda del colore medesimo; dovranno essere in bianco o in nero, per contrastare con il colore di base, sia che vengano applicati direttamente sulla tubazione, sia che vengano apposti su una targhetta o fascetta fissata al tubo.

Quando fosse necessario indicare il senso del flusso, si prevederà una freccia bianca o nera in prossimità del colore distintivo di base. Qualora sulla tubazione fosse applicata una targhetta o fascetta con l'indicazione di codice, il senso del flusso potrà essere rappresentato sagomandone a punta un'estremità.

19.3 Pompe

Pompe centrifughe

Le pompe avranno di norma avere la riserva parziale o totale, nei casi in cui potrebbe essere pregiudicata la continuità del servizio.

L'esecuzione deve essere idonea al servizio continuo al carico nominale di progetto per 8000 ore/anno (affidabilità).



Le caratteristiche delle pompe dovranno, in ogni caso, avere margini di portata e pressione pari al 10 ed al 20% rispettivamente.

Tutte le pompe potranno essere avviate e fermate a distanza o per intervento di dispositivi automatici senza necessità di verifiche locali.

I gruppi di pompaggio che fanno lo stesso servizio devono essere fra loro del tutto identici ed intercambiabili in tutti i loro componenti e poter funzionare in parallelo a qualsiasi carico, ripartendosi in parti uguali.

Saranno azionate direttamente, o a mezzo giunti rigidi o flessibili, da motori elettrici trifase a induzione a gabbia per avviamento a piena tensione.

Ogni elettropompa o gruppo dovrà essere corredato delle valvole di intercettazione, da valvola di ritegno, controflange, bulloni, guarnizioni e manometro.

Condizioni di funzionamento

Il punto di progetto, riferito alla girante montata, dovrà essere preferibilmente situato in prossimità ed a sinistra del punto di massimo rendimento.

Le curve caratteristiche portata-prevalenza, preferibilmente, dovranno risultare tali che la prevalenza sia sempre crescente al diminuire della portata, sino all'annullamento di questa.

La prevalenza a mandata chiusa deve essere preferibilmente compresa tra il 105% e il 120% della prevalenza richiesta con portata di progetto.

La potenza nominale del motore elettrico dovrà essere superiore (o uguale) alla potenza massima assorbita dalla pompa nel punto più sfavorevole della curva caratteristica portata-prevalenza.

Le velocità critiche effettive non dovranno cadere nella gamma delle velocità di funzionamento.

Le pompe dovranno poter funzionare senza problema alcuno attraverso tutta la gamma delle velocità fino ad arrivare alla velocità nominale.

IL coefficiente di amplificazione durante il passaggio attraverso le velocità critiche non dovrà essere superiore ad 8. Sono preferiti valori di coefficienti di amplificazione minori di 5.

Il margine di sicurezza, attorno al valore della velocità critica per i rotori con albero rigido deve essere di almeno $\pm 20\%$ attorno ad un valore superiore alla massima velocità continua; per i rotori con albero flessibile sarà di almeno $- 15\%$ quando la massima velocità di funzionamento è inferiore al valore della velocità critica, di $+ 20\%$ quando è superiore.

Per quanto riguarda i fenomeni torsionali la velocità di funzionamento deve essere inferiore del 10% del valore della velocità critica o almeno lontano $\pm 10\%$ del valore massimo (della velocità critica).

Per le pompe verticali che funzionano a 1.400 g/min. ed oltre, lo scenteramento dell'albero della pompa, o della camicia dell'albero, misurato facendo ruotare a mano la pompa, non dovrà superare i 51 μ totali. Sopra i 1.400 g/min. questo limite sarà di 102 μ

Pompe centrifughe sommergibili

Le elettropompe di tipo sommergibile dovranno avere motore racchiuso in un corpo esterno in ghisa.



La curva caratteristica portata-prevalenza dovrà essere perfettamente stabile nel campo operativo di portata richiesto.

La tenuta idraulica sull'albero dovrà essere di tipo meccanico lubrificato da una camera d'olio e non richiedere alcuna lubrificazione di manutenzione.

Per gli interventi di manutenzione, sia ordinarie che straordinarie, la rimozione e la messa in opera dei gruppi deve essere possibile nella vasca ed effettuando un semplice sollevamento del gruppo.

Il tipo di girante ed il valore della sezione di passaggio dovranno essere conformi alle caratteristiche del fluido pompato.

Le parti a contatto con il liquido dovranno essere di materiale idoneo alle caratteristiche fisico-chimiche del liquido stesso.

Gli accessori includeranno:

tubazioni di mandata, da prevedersi per lo sviluppo, necessario a congiungere le condotte prementi, inizianti con un pezzo speciale per il raccordo con il giunto "Rapido" alla mandata delle pompe;

tubi guida per il sollevamento delle elettropompe della base di accoppiamento inferiore al bordo della vasca sovrastante; i tubi di guida dovranno essere muniti di supporto di vincolo che ne assicurino saldamente il montaggio;

catene di acciaio zincato per il sollevamento.

Possono fare eccezione alla prescrizione dell'attacco rapido e tubi guida le pompe portatili di esigua portata, per le quali è ammesso l'appoggio a cavalletto e tubazioni di mandate flessibile.

19.4 Valvole

Le valvole devono essere idonee per il servizio operativo previsto.

Tutte le valvole devono essere ubicate in posizione facilmente accessibile da passerelle per la manovra e la manutenzione. La sostituzione delle parti soggette ad usura deve essere in generale possibile lasciando il corpo valvola montato sulla tubazione.

Il disegno, la costruzione e la scelta dei materiali deve tener conto anche degli shock termici e di pressioni conseguenti a situazioni di emergenza.

Per valvole di peso elevato sono da prevedersi occhioli di sollevamento.

Quando si utilizzano riporti per l'indurimento delle superfici di tenuta, deve risultare una differenza di durezza compresa fra 50 e 100 Brinell fra parte fissa e parte mobile, con il materiale più duro sulla parte fissa.

Sulle valvole con flusso unidirezionale deve essere stampata chiaramente la direzione del flusso. Le valvole devono avere indicatori esterni per identificare la posizione di apertura e chiusura. Le valvole devono chiudere ruotando il volantino in senso orario, con riferimento verso il piano del volantino. Il volantino deve riportare le scritte "apre" e "chiude" con a fianco le frecce indicanti i sensi di rotazione relativi. Volantini in materiale plastico o bachelite non sono accettati.

Le valvole devono essere provviste di targhetta identificativa con stampigliato almeno il codice e la funzione.

La connessione corpo - coperchio delle valvole deve essere flangiata; la connessione filettata non è ammessa.

Le valvole di intercettazione di dimensioni non superiori a DN 40 dovranno essere saldate a tasca alla tubazione; per diametri maggiori saranno invece saldate di testa o flangiate.

Le estremità a saldare devono essere di materiale identico o equivalente a quello della tubazione e dovranno essere di lunghezza sufficiente per evitare danni agli organi di tenuta durante la saldatura e il trattamento termico successivo.

L'acciaio al carbonio usato per valvole da saldare alle tubazioni deve avere i seguenti limiti per la composizione chimica:

$C \leq 0.25 \%$

$C_{eq} = (C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15) \leq 0.43 \%$

A meno che non sia specificato l'azionamento con servomotore, deve essere previsto un riduttore se la forza necessaria per aprire o chiudere la valvola nelle condizioni di massima pressione differenziale supera i 250 N. I riduttori devono essere del tipo lubrificato, a tenuta stagna, e non devono richiedere per l'azionamento una forza superiore alla massima ammessa per l'azionamento da leva.

Le valvole che operano a pressione subatmosferica devono garantire la tenuta a trafilamenti dall'esterno;

se necessario, prevedere liquido di tenuta sui premistoppa.

Le valvole devono essere montate con il premistoppa al di sopra dell'asse orizzontale, per assicurare il completo drenaggio.

Le valvole di isolamento per i servizi vapore e condensato saranno del tipo a saracinesca.

Le valvole di intercettazione o di ritegno delle tubazioni ad alta pressione saranno in acciaio forgiato o fuso.

Il materiale dell'otturatore delle valvole in servizio vapore sarà acciaio inossidabile con riporto di stellite;

il materiale del corpo deve essere resistente agli shock termici.

Valvole con corpo in ghisa o bronzo sono accettate solo per servizio acqua con temperature non superiori comunque a 60 °C e dimensioni DN 50 o inferiori. Per le tubazioni relative al vapore non è consentito l'uso della ghisa per qualsiasi parte delle valvole, eccetto il volantino.

Valvole in materiali termoplastici possono essere adoperate per servizi con acqua se lo stesso materiale è accettato per le tubazioni.

Le valvole per servizi con oli lubrificanti saranno flangiate, con interni in acciaio inossidabile.

La saracinesca delle valvole di questo tipo, in posizione di piena apertura, non deve ostruire il foro di passaggio del fluido.

Valvole a diaframma saranno usate per servizi con fluidi corrosivi o acque con forti concentrazioni saline.

Le valvole di diametro DN 150 e superiori, in servizio alta pressione, devono essere provviste di connessioni per by-pass.

Quanto una valvola di controllo dispone di un by-pass di emergenza per la piena portata, anche la valvola di by-pass deve essere di tipo modulante.

Sui servizi a pressione superiore a 20 Bar l'isolamento deve essere realizzato con doppie valvole in serie.

Dovranno essere muniti di doppie valvole tutti gli scarichi, gli sfiati ed i manometri posti sulle tubazioni del vapore, acqua alimento, etc., e comunque superiori a 20 bar di funzionamento. La stessa prescrizione vale per le valvole di regolazione automatica.

Ispezioni e collaudi.

Tutte le saldature di parti in pressione o a contatto col fluido devono essere esaminate con particelle magnetiche.

Tutte le saldature di testa di parti in pressione devono essere sottoposta a esame radiografico.

Oltre alla prova idraulica del corpo e dei seggi, ogni valvola deve essere sottoposta a prova di tenuta con aria a 5,6 bar g.

Verniciatura.

Se non diversamente indicato, le valvole e gli azionamenti saranno verniciati con gli stessi colori identificativi della tubazione a cui sono asservite e comunque con procedimenti adatti per le condizioni di temperatura di progetto e per condizioni ambientali di tipo marino e industriale.

Valvole a disco e a saracinesca

Dovranno avere le seguenti caratteristiche:

vite e giogo esterni;

stelo saliente;

volantino non saliente;

coperchio imbullonato.

La controtenuta sul coperchio dovrà permettere la sostituzione della baderna con valvola in linea sotto pressione.

Il collegamento corpo coperchio dovrà essere del tipo con guarnizione confinata; l'accoppiamento flangiato piano è ammesso solo per servizi acqua e per pressione nominale non superiore ad ANSI 150 (PN 16).

Le valvole dovranno fare riferimento alla seguente normativa:

ANSI/API standards

API 6.D Pipelines valves, end closure, connections and swivels.

API 600 Steel gate valves.



API 602 Compact steel gates valves.
 API 598 Valves inspection and tests.
 ANSI B 16.34 Steel valves, flanged and buttwelding ends.
 BS 1873 Steel globe and globe stop and check valves.
 BS 5352 Steel wedge gate, globe and check valves.
 Oppure a standards UNI equivalenti.

Valvole di non ritorno

Dovranno essere di uno dei tipi seguenti:

oscillante con coperchio imbullonato;
 a pistone e a sfera, con coperchio imbullonato;
 a piattello tipo wafer;
 a doppio piattello tipo wafer;
 a palla pesante.

Il collegamento corpo coperchio dovrà essere del tipo con guarnizione confinata; l'accoppiamento flangiato piano è ammesso solo per servizi acqua e per pressione nominale non superiore ad ANSI 150 $\leq$ (PN 16).

Le valvole di non ritorno devono essere del tipo con albero interno, valvole con contrappeso e tenuta a baderna non sono ammesse.

Le valvole di non ritorno devono essere idonee per montaggio in orizzontale e in verticale; quando installate in verticale, l'organo di otturazione deve chiudere in assenza di flusso.

Quando richiesto, è da prevedere una connessione tappata per drenaggio a valle del piattello.

Sul corpo valvola deve essere marcato in maniera permanente la direzione del flusso.

Le valvole dovranno fare riferimento alla seguente normativa:

ANSI/API standards
 API 6.D Pipelines valves, end closure, connections and swivels.
 API 594 Wafer type check valves.
 API 602 Compact steel gates valves.
 API 598 Valves inspection and tests.
 ANSI B 16.34 Steel valves, flanged and buttwelding ends.
 BS 1868 Steel check valves.
 BS 5352 Steel wedge gate, globe and check valves.
 Oppure a standards UNI equivalenti.

Valvole a farfalla

Dovranno essere adatte per usi generali con funzioni di intercettazione e di regolazione e avere le seguenti caratteristiche:

corpo forgiato, fuso o saldato; disco concentrico o eccentrico; tipo "wafer" oppure "lug".

Il disegno del sistema di azionamento deve essere tale da impedire il movimento del disco sotto l'azione del flusso di fluido.

Le valvole dovranno fare riferimento alla seguente normativa:

ANSI/API standards

API 6.D Pipelines valves, end closure, connections and swivels.

API 598 Valves inspection and tests.

API 609 Butterfly valves.

ANSI B 16.34 Steel valves, flanged and butt welding ends.

Oppure a standards UNI equivalenti.

Valvole motorizzate

Oltre alle valvole che per ragioni processistiche devono essere azionate frequentemente o che devono modulare i flussi, anche le valvole che richiedono uno sforzo eccessivo per l'azionamento manuale, o che richiedono una velocità di azionamento elevata, dovranno essere motorizzate.

Deve essere possibile anche l'azionamento manuale, una volta disconnesso il motore.

Tutte le valvole motorizzate dovranno essere dotate di indicatori di posizione di tipo elettrico connesso al sistema PLC d'impianto.

Gli attuatori elettrici per servizi di isolamento devono essere provvisti di fine corsa e di limitatori di coppia.

I criteri base per la scelta dell'azionamento sono i seguenti:

Servizio	Azionamento
Regolazione continua o intermittente	pneumatico o idraulico
Regolazione continua o intermittente, con elevate forze applicate e rischi di puntamento	idraulico o elettrico
Isolamento con frequenze di intervento non superiori a 10 minuti	elettrico o pneumatico
Isolamento di emergenza	pneumatico con molla o idraulico con serbatoio di capacità sufficiente a completare l'operazione senza

Valvole di sicurezza

Le valvole di sicurezza saranno preferibilmente del tipo a molla, omologate per il servizio secondo il codice ISPESL e rispondere a tutti i requisiti tecnici e di sicurezza secondo le norme A.N.C.C. ed UNI specifiche.

La pressione di scatto dovrà essere sufficientemente più elevata della pressione di esercizio, in modo da evitare interventi accidentali.

Nel dimensionamento della valvola si dovrà determinare l'effetto della contropressione allo scarico.

Lo scarico dovrà essere collettato lontano dalle zone accessibili agli operatori. Se necessario, le valvole saranno equipaggiate con silenziatore allo scarico.

Le valvole di sicurezza possono essere classificate in funzione (oltre che del diametro nominale e della pressione di esercizio), della loro tipologia costruttiva nelle seguenti tipologie principali:

Valvole di sicurezza a molla:

dovranno essere realizzate in tenuta stagna verso l'esterno. La molla dovrà essere completamente racchiusa nell'interno della valvola e non avere alcun contatto con gli agenti atmosferici in modo da mantenere inalterate le sue qualità. Il funzionamento deve essere realizzato senza la presenza di alcun premistoppa. Il corpo, cappello e cappuccio possono essere realizzati in ghisa o acciaio al carbonio fuso termicamente trattato, sedi di acciaio inossidabile accuratamente rettificati, molla molto sensibile del miglior acciaio elastico, perni e piattelli di acciaio forgiato. Flange d'attacco forate secondo le norme UNI, per le pressioni di esercizio a cui deve funzionare la valvola, con risalto fornito secondo le norme UNI 2229.

Valvole di sicurezza a leva:

dovranno essere realizzate con corpo in ghisa o acciaio al carbonio fuso e termicamente trattato; sedi in bronzo accuratamente fornite e rettificati; perni di acciaio leva di ferro forgiato, flange di attacco normali piane, fornite, forate o non forate secondo le norme UNI.

Valvole di sicurezza a grande alzata:

dovranno essere realizzate con corpo e coperchi in ghisa o acciaio al carbonio fuso e termicamente trattato, sedi di acciaio inossidabile, fulcri, perni, punteria in acciaio temperato, leva di ferro forgiato.

Flange di attacco forate o non forate conformi alle norme UNI.

19.5 Grigliati

I grigliati saranno del tipo in acciaio preferibilmente zincato a caldo a maglie rettangolari. Il grigliato, asportabile, dovrà risultare posato a filo orizzontale entro telai dello stesso materiale del grigliato. I telai saranno provvisti di zanche di ancoraggio per il fissaggio nella muratura.

Il grigliato sarà dimensionato per sopportare un carico di 7500 N/m² con una freccia elastica inferiore allo 0,2% della luce netta tra gli appoggi.

Il grigliato sarà fornito in moduli bordati, facilmente rimovibili da un operaio ed opportunamente sagomati ove necessario per consentire sempre la rimozione senza interferire con aste di comando, tubazioni e staffe di supporto. Travi di sostegno intermedie e rompitratta saranno previste ove necessario. Particolare cura dovrà essere posta nell'allineamento delle barre del grigliato tra due pannelli adiacenti.

19.6 Parapetti metallici di protezione

I parapetti dovranno essere di acciaio preferibilmente zincato a caldo e realizzati in pezzi prefabbricati, completi di raccordi per il collegamento d'assieme. I montanti saranno disposti con un interasse non superiore a 2 m ed anche in prossimità dei cambiamenti di direzione del parapetto.

I montanti ed i correnti superiori saranno in tubo liscio di diametro esterno 42,4 mm, i correnti intermedi saranno in tubo liscio di diametro esterno 33,7 mm. Il corrente superiore sarà disposto ad un'altezza non inferiore a 1m dal piano di calpestio. Il parapetto sarà dotato di fascia salvapiede costituita da una piastra di altezza pari a 180 mm, di spessore 3 mm e con il bordo inferiore a circa 5 mm dal piano di calpestio. Le aperture in corrispondenza di scale di accesso, ecc. saranno dotate di due catene zincate, in corrispondenza dei due correnti.

Il tutto dovrà essere realizzato in conformità con la norma ENPI 05-1 relativa a "Parapetti di protezione".

19.7 Utensili e lubrificanti

L'Impresa dovrà fornire una o più cassette metalliche contenenti tutta l'utensileria necessaria al montaggio ed allo smontaggio di tutti i macchinari.

Dovrà essere inoltre fornita dall'IMPRESA una quantità di lubrificante sufficiente per un anno di gestione del macchinario, nonché il grasso necessario alla lubrificazione delle macchine prima dell'avviamento.

La fornitura di utensili e lubrificanti sarà certificata mediante la consegna alla Stazione Appaltante di una scheda, in duplice copia, con l'elenco dei materiali forniti.

19.8 NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

19.8.1 esecuzione delle unioni

Le unioni dei vari elementi dovranno essere realizzate in modo conforme alle prescrizioni di progetto ed in particolare:

19.8.2 Saldatura

Le unioni saldate dovranno essere eseguite mediante manualmente ad arco con elettrodi rivestiti oppure con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o in generale con altri procedimenti approvati preventivamente dalla D.L.

I procedimenti dovranno comunque essere tali da ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore, esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base.

Le saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi, al momento della saldatura dovranno essere privi di incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

Per le saldature di elementi strutturali in acciaio dovranno essere rispettate anche le disposizioni previste dal D.M. del 16 giugno 1976. Tutte le saldature, effettuate in officina o in cantiere, dovranno essere eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica.

Tutti i lavori di saldatura dovranno essere eseguiti al riparo da pioggia, neve e vento, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C , salvo l'uso di speciali precauzioni.

Qualunque sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie delle saldature dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e dovrà essere ben raccordata con il materiale di base.

19.8.3 Chiodatura

Le unioni chiodate dovranno essere eseguite fissando nella giusta posizione, mediante bulloni di montaggio ed eventuali morse di ausilio, gli elementi da chiodare, precedentemente ripuliti; i chiodi dovranno essere riscaldati (con fiamma o elettricamente) e liberati da ogni impurità (es. scorie, tracce di carbone ecc.) prima di introdurli nei fori e quindi ribattuti.

A fine ribattitura dovranno presentarsi di colore ancora rosso.

Le teste dei chiodi a ribattitura ultimata dovranno risultare ben centrate nel fusto e ben nutrite alla loro base, prive di screpolature e ben combacianti con la superficie dei pezzi.

Dovranno poi essere liberate dalle bavature con uno scalpello curvo senza intaccare i pezzi chiodati.

Le chiodature degli elementi strutturali in acciaio dovranno rispettare anche le disposizioni previste dal D.M. del 16 giugno 1976.

19.8.4 Bullonatura

La bullonatura dovrà essere eseguita, dopo un'accurata pulizia delle superfici mediante sgrassaggio, fiammatura o sabbiatura a metallo bianco a seconda dei casi.

Nelle unioni si dovrà fare uso di rosette e dadi adeguati all'uso.

In presenza di vibrazioni o di inversioni di sforzo si dovranno utilizzare controdadi oppure rosette elastiche.



Nelle unioni con attrito le rosette dovranno avere uno smusso di 45° in un orlo interno ed identico smusso sul corrispondente orlo esterno, tali smussi dovranno essere rivolti verso la testa della vite o verso il dado durante il montaggio.

Le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica a mano;

tutte comunque dovranno garantire una precisione del 5%.

Le Bullonature degli elementi strutturali in acciaio dovranno rispettare anche le disposizioni previste dal D.M. del 16 giugno 1976

19.9 Tubazioni

Le norme costruttive di seguito descritte si applicano a tutte le tubazioni per convogliamento di liquidi, gas e vapori dell'impianto

Movimentazione ed accatastamento

Durante le operazioni di carico e scarico i tubi, singoli o in fascio, non dovranno essere sostenuti con funi o con catene, ma con larghe bande di tela imbottita; se i tubi hanno un diametro nominale maggiore di 100 mm., verranno manovrati singolarmente agganciandoli alle due estremità.

I tubi dovranno essere accatastati interponendo tra i vari strati dei listoni di legno di protezione, o meglio dei materassini di paglia, in modo da ottenere una distanza sufficiente ad impedire l'incollatura fra i rivestimenti dei tubi.

Il numero, l'intervallo e la forma dei listelli di protezione devono essere tali da impedire la flessione dei tubi e da limitare la pressione di contatto.

Si dovrà limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento del rivestimento dei tubi posti negli strati inferiori, tenendo presente le condizioni ambientali (in particolar modo la temperatura).

I tubi non saranno lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura per evitare danni al rivestimento.

La zona di accatastamento deve avere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia, pietre od altro, oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento; deve inoltre essere eventualmente sgomberata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume. Le tubazioni saranno prelevate dalle cataste opportunamente dislocate man mano che si renderanno necessarie e verranno deposte lungo il tracciato.

In linea di massima le operazioni di sfilamento precederanno l'apertura dello scavo, salvo ordine contrario. L'impresa dovrà quindi aver cura di disporre i tubi in modo da non intralciare le operazioni di scavo.

Per le tubazioni in P.V.C. nel trasporto si devono evitare, urti, inflessioni e contatti con corpi taglienti o acuminati, impiegando, se necessario, appositi supporti, il carico e lo scarico devono avvenire con sollevamenti e successivo appoggio, evitando colpi bruschi o strisciamenti; l'accatastamento deve avvenire su superficie piana, priva di sporgenze taglienti o sostanze aggressive e mai per altezze superiori a m. 1,50 per evitare eventuali deformazioni nel tempo.

Dimensionamento fluido dinamico

Le tubazioni dovranno essere dimensionate sulla base degli schemi di processo, verificando accuratamente le perdite di pressione; in particolare non dovranno essere superati i seguenti limiti di velocità:

Sostanza trasportata	Velocità massima	Velocità minima
Acque reflue e depurate a gravità	-	0,5
Acque reflue in pressione	2	1
Acque grezze di alimento o servizio: Acque di raffreddamento:	2,5	1
	2	1
Fanghi	1,5	0,8
Vapore saturo: Aria compressa:	35	25
Gas naturale ed altri combustibili gassosi: Olio combustibile:	18	8
	30	20
Altre tubazioni:	2	1,5

Codici di riferimento

Le tubazioni ed i componenti dovranno essere in accordo alla normativa UNI; in alternativa, e solo previo consenso della D.L., sono accettati gli standards ANSI API, purché siano fornite le controflange di accoppiamento per le connessioni

Materiali

Le linee devono essere di materiale adeguato rispetto alle condizioni di pressione e temperatura del fluido convogliato ed ai fenomeni di corrosione ed erosione da questo indotti.

Per le tubazioni in acciaio saranno utilizzati tubi senza saldatura.

Materiali, come PVC, PEAD, PP, vetroresina, cemento misto fibre, rame preisolato, ecc., potranno essere impiegati in funzione dei servizi particolari cui sono destinati.

Le condizioni di resistenza meccanica dovranno essere verificate nello spessore minimo conseguente alle tolleranze ammesse dalla normativa del materiale.

Sui tubi in acciaio non legato o basso legato, in assenza di requisiti particolari, dovrà essere considerata una corrosione interna minima di 2,5 mm.

Per lo scarico delle acque di condensa e per la formazione degli scarichi soggetti al bagnasciuga, sono ammesse anche tubazioni zincate con raccorderie zincate filettate (tubo tipo UNI 3824 zincato).

Superficie

I tubi dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicarne l'impiego.

Sono ammessi, tuttavia, leggeri aumenti o diminuzioni di spessore e striature longitudinali purché lo spessore rimanga compreso entro i limiti di norma.

Prima di essere assiemati i tubi saranno accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento, per accettare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati deteriorati o deformati, nel qual caso l'Impresa dovrà provvedere a ripristinare la sezione circolare dei tubi. I tubi devono anche essere puliti all'interno per eliminare ogni materia che vi fosse eventualmente introdotta.

Collegamenti

I tubi potranno essere collegati tra di loro o con altri elementi delle tubazioni mediante:

saldatura di testa giunzione filettata giunzione a flange.

Per tubi in materiale plastico potranno essere impiegate anche procedure di incollaggio qualificate.

Saldature

Si fa riferimento all'ANSI/ASME B31.3 Capitolo V.

I tubi, del tipo a giunto a bicchiere cilindrico od a bicchiere sferico, verranno collegati fra loro mediante saldatura a sovrapposizione. Per diametri esterni fino a 88,9 mm. si potrà procedere mediante saldatura ossiacetilenica, mentre per diametri superiori dovrà usarsi esclusivamente la saldatura elettrica ad arco.

L'accoppiamento delle estremità da saldare dovrà essere fatto con idonee apparecchiature in modo che i due tubi da collegare siano perfettamente allineati e coassiali.

Il disallineamento dei lembi da saldare non dovrà comunque superare 2 mm; disallineamenti superiori, se accettati, dovranno prevedere un angolo di raccordo non superiore a 30°, parimenti il raccordo tra spessori diversi dovrà essere realizzato con un angolo non superiore a 30°.

I lembi verranno sovrapposti della profondità del bicchiere, dopo di che si procederà alla puntatura su tre punti disposti a 120° uno dall'altro sulla circonferenza. Prima della saldatura le estremità da congiungere dovranno risultare completamente esenti da scorie, vernici, grasso, ruggine, terra, tracce di bitume; ecc.

Le impurità eventualmente presenti dovranno essere accuratamente rimosse con spazzole metalliche, decapaggio a fiamma o altri mezzi idonei.

Il numero delle passate, il materiale di apporto, il diametro degli elettrodi impiegati e le velocità di avanzamento saranno scelti in funzione del metallo base dello spessore del tubo e del successivo raffreddamento.

Gli elettrodi debbono essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il metallo di apporto depositato deve risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

Il numero di passate per saldature normali non sarà mai inferiore a due. Le saldatrici, le motosaldatrici, le linee elettriche di collegamento e gli accessori relativi dovranno essere mantenuti durante tutta la durata del lavoro in condizioni tali da assicurare corretta esecuzione e continuità del lavoro nonché sicurezza del personale.

Le saldature non potranno mai essere effettuate con temperature ambiente inferiore a +3° C.; per temperature più basse dovrà essere concordato con la Direzione Lavori un opportuno trattamento di preriscaldamento; si dovrà inoltre evitare di effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche di pioggia, forte umidità, vento, siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

La prima passata dovrà assicurare una sufficiente ed uniforme penetrazione del materiale di apporto.

Durante la prima passata il tubo deve essere tenuto fermo e libero da vincoli, in modo che la saldatura non risenta di sollecitazioni esterne.

Si avrà cura di eseguire almeno la seconda passata immediatamente dopo la prima.

Dopo ogni passata e prima delle successive dovrà essere eliminata ogni traccia di ossido o scoria a mezzo di appositi utensili (martellina e spazzola meccanica).

La distanza fra due saldature adiacenti non dovrà essere inferiore a 3 volte lo spessore e comunque non inferiore a 50 mm

Saldature di tipo slip-on e a tasca dovranno essere eseguite come da paragrafo 328.5.2 A, B, C di ANSI B31.3. Saldature di bocchelli e manicotti dovranno essere eseguite come da figure 328.5.4 A, B, C, D, E e 328.5.5 di ANSI B31.3.

La saldatura con raccordi o valvole con DN ≤ 40 potrà essere del tipo a tasca per rating non eccedenti 600 #.

Criteri di estremità, irregolarità di ripresa ecc., saranno asportati mediante molatura.

A saldatura ultimata lo spessore del cordone non dovrà mai essere inferiore a quello del tubo, e la sua superficie esterna dovrà risaltare a profilo convesso, ben raccordato, con il materiale base, con sporgenza di circa da 1,5 a 2 mm. Eventuali incisioni marginali non debbono superare 0,8 mm. di profondità rispetto alla generatrice esterna del tubo passante per quel punto.

Qualsiasi sgocciolamento o accesso di penetrazione non dovrà superare la lunghezza di 12 mm.

La dimensione massima di qualunque soffiatura non dovrà superare 1,5 mm. Tutte le saldature dovranno essere eseguite da operai qualificati, ed il lavoro di ciascun saldatore dovrà essere identificato.

Solitamente i tubi, quando ciò sia possibile per la conformazione del terreno e per la disponibilità delle attrezzature, verranno inseriti l'uno nell'altro e saldati fra loro a piè d'opera fuori dello scavo, in modo da preconstituire delle colonne formate da alcuni elementi che verranno successivamente calate negli scavi e fra loro collegate, eseguendo la saldatura di collegamento in opera.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di far prelevare durante le operazioni di saldatura, dei campioni nella misura massima dell' 1% dei giunti eseguiti e sottoporli, a cura e spese dell'Appaltatore, a prove di pressione e prova radiografica.

I campioni prelevati avranno lunghezza di 50 cm. con la saldatura in mezzzeria.

Qualora le saldature risultassero difettose la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'immediata sostituzione del saldatore che ha eseguito il lavoro. Tutte le saldature precedentemente eseguite dagli operai di cui sopra, dovranno essere accuratamente controllate a cura e spese dell'Impresa.

Giunzioni filettate

Le connessioni filettate sono ammesse soltanto per servizi non critici a bassa pressione, in presenza di fluidi non pericolosi, per diametri ≤ 40 mm. connessioni primarie di strumenti di pressione .

Tutte le superfici di giunti filettati dovranno essere controllate prima dell'accoppiamento e si dovrà avere cura di rimuovere polvere, ossido e grasso eventualmente presente.

Tutti i giunti filettati, dove non è prevista la saldatura di tenuta, dovranno essere guarniti con teflon o altro idoneo materiale.

Giunzioni a flange

La superficie di accoppiamento delle flange sarà del tipo con risalto.

L'esecuzione di giunti a flangia avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma o altri materiali idonei, a forma di corona circolare di spessore non minore di 5 mm . Non è ammesso l'uso di materiale contenente amianto per le guarnizioni.

La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo.

Raccordi

Le eventuali raccorderie dovranno essere realizzate con bordi rinforzati ed atte a resistere senza alcuna deformazione alle pressioni idrauliche di prova.

Le curve dovranno essere a raggio largo con $R \geq 1,5$ diametro del tubo. Non sono mai ammesse le curve a pizziconi o con piegatura della tubazione.

Per le derivazioni a T si dovranno impiegare pezzi forgiati o prefabbricati.

I raccordi potranno essere del tipo con saldatura di testa per DN >40 .

Per le chiusure si devono usare fondelli saldati o flange cieche

Supporti

Il percorso delle tubazioni dovrà essere studiato in maniera ordinata e comoda per il servizio di manutenzione, non dovrà ostruire passaggi, né interferire con altri componenti od impedire lo smontaggio delle apparecchiature.

Le tubazioni calde dovranno potersi dilatare in maniera senza impedimenti, ed ove necessario saranno impiegati sostegni a molla o giunti di dilatazione.

In particolare le tubazioni devono essere supportate in vicinanza dei bocchelli di pompe e

compressori di modo da non trasmettere sforzi eccessivi a questi.

I sostegni delle tubazioni saranno in acciaio del tipo a collare, del tipo a mensola con staffe di sostegno o del tipo a mensola con pattino d'appoggio su rulli.

Sfiati e drenaggi

Si dovranno evitare il più possibile tubazioni con percorsi aventi sacche verso il basso, se le tubazioni sono per il vapore, e verso l'alto se le tubazioni per liquidi; comunque si dovranno sempre installare valvole di sfiato nei punti alti e valvole di drenaggio nei punti bassi

Dovranno essere rispettate le pendenze per avere il naturale sfogo dell'aria verso l'alto e lo scarico dell'acqua verso il basso.

Gli sfoghi dell'aria, devono essere preferibilmente naturali con reti di raccolta. Quando l'aria viene raccolta in vasi raccoglitori questi devono essere muniti di valvole di sfogo automatico, dotate di raccoglitori impurità e valvola d'intercettazione. Gli scarichi devono essere collegati all'apposita rete degli spurghi e dei drenaggi. Le valvole di sfogo devono essere facilmente accessibili e tutti gli scarichi controllabili.

Particolare attenzione dovrà essere posta al posizionamento dei drenaggi relativi alle linee vapore.

Tratti di tubazione che possono venire intercettati per operazioni di manutenzione, devono essere provvisti di drenaggio valvolato.

Tutte le tubazioni dovranno essere scaricabili nei punti più bassi e gli scarichi dovranno essere separati, portati ad imbuti di raccolta collegati alla fognatura e muniti di sistemi di tenuta idraulica. Ciascun scarico deve essere contraddistinto da targhetta ed ispezionabile.

Prefabbricazione

Le tubazioni saranno prefabbricate secondo quanto indicato sui disegni progettuali, avendo cura di provvedere alle estremità tratti adeguati per l'aggiustaggio al montaggio.

Si eseguiranno successivamente i controlli non distruttivi previsti sul piano ispezione e controlli, il controllo dimensionale e la verifica dei materiali. Se richiesto, sarà eseguito il trattamento termico di distensione delle saldature.

Ogni tratto di tubazione preassiemato sarà poi pulito accuratamente per eliminare ogni traccia di ruggine, residui di saldatura, terra etc. ed immediatamente tappato alle estremità con tappi di plastica o fogli di polietilene.

Ogni tratto dovrà avere chiaramente visibile l'indicazione della linea relativa.

Montaggio

Si dovranno rilevare accuratamente le dimensioni dei tratti di tubazione prefabbricati e confrontare i valori rilevati con i disegni e con le quote effettive e programmare gli aggiustaggi.

Eventuali differenze potranno essere compensate aggiustando la lunghezza in corrispondenza delle saldature al montaggio.

La posa in opera delle tubazioni dovrà essere fatta a regola d'arte, evitando che possano determinarsi trasmissioni di rumori o vibrazioni alle strutture. Le tubazioni incassate nei muri

dovranno essere libere di seguire dilatazioni termiche. Si dovrà avere cura di non indurre sollecitazioni sulle connessioni delle macchine.

Le flange saranno sempre accoppiate con interposizione della guarnizione; nel caso si preveda che i ritiri di saldatura possano indurre forti tensioni, si installerà una guarnizione provvisoria.

I fori delle flange saranno sfalsati rispetto ai piani principali

Se necessario si dovrà prevedere supporti temporanei, avendo cura di rimuoverli, dopo la prova in pressione.

Dopo il montaggio, tutte le tubazioni dovranno essere perfettamente pulite da ruggine, sabbia, residui di saldatura, scorie, oli, grassi, etc.

A saldatura ultimata, prima del montaggio delle valvole e della strumentazione, dovrà essere eseguito il soffiaggio delle tubazioni.

Dopo la verifica del rivestimento dei tubi si procederà alla posa in opera della condotta sul fondo dello scavo. Il lavoro dovrà essere effettuato con attrezzi idonei e con la massima precauzione onde evitare guasti al rivestimento. Pertanto non si procederà alla posa se il fondo dello scavo non sarà perfettamente pulito e regolarizzato in modo che tutta la generatrice inferiore del tubo sia a contatto del terreno, predisponendo quindi delle sedi a nicchia in corrispondenza soprattutto dei giunti a bicchiere sferico.

Si dovrà proteggere i tratti di tubazione già montati con tappi di plastica o fogli di polietilene per evitare l'ingresso di sporco ed acqua.

Si dovrà provvedere alla sigillatura mediante saldatura delle connessioni filettate ad esclusione di quelle degli strumenti. Le saldature delle flange di misura, di testa, dovranno essere molate a filo parete interna del tubo.

Sui tutti collettori le partenze e gli eventuali i ritorni dovranno essere dotati di targhette indicanti il servizio corrispondente.

Protezioni o rivestimenti

I tubi saranno posti in opera a seconda delle caratteristiche di posa ed a seconda delle funzioni specifiche completi di verniciatura o zincatura o rivestimento protettivo secondo quanto indicato nelle specifiche progettuali o nel capitolo inerente alle protezioni superficiali delle norme tecniche di esecuzione.

Tutte le tubazioni dovranno essere spazzolate esternamente con cura prima dell'eventuale verniciatura antiruggine.

Durante tutte le operazioni di posa delle condotte si dovrà porre la massima attenzione al controllo ed alle eventuali riparazioni dei rivestimenti, dalla cui integrità, a condotta posata, dipende la durata delle tubazioni.

Perciò ancora prima di calare i tubi nello scavo si deve precedere ad una accurata revisione del rivestimento per individuare e ripararne gli eventuali difetti.

La riparazione si eseguirà asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume.

Quando la vernice è asciutta al tatto, verrà applicato uno strato di miscela bituminosa fissa

ricoprendo accuratamente con tessuto di vetro imbevuto di miscela bituminosa.

La ricopertura deve estendersi con un buon margine sul contorno della parte lesionata.

Nel caso di piccoli difetti o di piccole avarie la riparazione potrà limitarsi a semplice spalmatura di bitume caldo.

Soltanto dopo aver accertata la perfetta tenuta della condotta, si procederà alla formazione dello strato protettivo nelle giunzioni.

La protezione della zona del giunto viene eseguita con procedimento analogo a quello già descritto per la riparazione dei rivestimenti in opera, e cioè; spazzolatura, verniciatura, applicazione di uno strato protettivo di miscela bituminosa, fasciatura con tessuto di vetro impregnato.

Particolare cura dovrà essere rivolta alla preparazione della superficie da proteggere e delle zone di raccordo col rivestimento esistente sui due tubi collegati.

La fasciatura deve essere almeno in doppio strato e sopravanzare sufficientemente gli orli del rivestimento intatto dei due tubi collegati.

Buona cura deve essere adottata nella eliminazione, dalla superficie di rivestimento che risulterà sopravanzata dal giunto, dello strato di latte di calce applicato in officina sui tubi per proteggere il rivestimento dalle radiazioni solari.

Nel caso di tubazione con giunzione saldata eseguita fuori terra tanto la revisione dell'integrità del rivestimento e le relative riparazioni quanto la protezione dei giunti verranno eseguite sulla tubazione prima di calarla nello scavo in quanto è più facile un accurato controllo ed una buona esecuzione delle eventuali riparazioni e della ricopertura dei tratti scoperti nella zona delle giunzioni.

Il controllo della continuità del rivestimento dovrà essere eseguito con un detector tarato ad una tensione non inferiore ai 1200 Volt.

Controlli non distruttivi

I controlli non distruttivi da eseguire saranno, in particolare:

- Controllo dei materiali
- Controllo dimensionale
- Esame visivo dei cianfrini
- Esame visivo delle saldature
- Esame radiografico sul 10% delle saldature dei giunti di testa per tubi con DN > 10 »
- Esame radiografico completo delle saldature dei giunti di testa per tubazioni rating 600# e superiori
- Esame con liquidi penetranti o polveri magnetiche di tutte le saldature
- Prova idraulica
- Prova pneumatica in sostituzione della prova idraulica per quegli apparecchi che possono risultare danneggiati dalla prova con acqua o con olio, o come prova di tenuta.

Prova idraulica

Ogni tratto di condotta verrà provato due volte, la prima a scavo aperto, la seconda dopo la ultimazione di tutta la rete.

Ultimato il montaggio e fatta la pulizia ed il soffiaggio delle linee, si procederà alla prima prova idraulica.

Prima della prova dovranno essere rimosse le valvole di sicurezza, le valvole automatiche, di controllo, gli strumenti che potrebbero venire danneggiati durante la prova e sostituiti con flange cieche o coperchi. Le valvole automatiche di controllo che rimangono installate dovranno essere comunque in posizione aperta.

La prima prova idraulica di tenuta sarà effettuata per tronchi ad una pressione di almeno 10 atm. superiore alla pressione di esercizio del tronco considerato. I tronchi di prova avranno una lunghezza da 400 a 500 ml.

Si dovrà mantenere in pressione il tronco per almeno 24 ore e nessuna perdita dovrà riscontrarsi in corrispondenza delle saldature. Qualora si dovessero invece verificare delle perdite, le saldature relative dovranno essere contrassegnate e, dopo lo svuotamento della tubazione, riparate o rifatte. Di ogni collaudo parziale dovrà essere redatto apposito verbale firmato dal Direttore dei Lavori e dal Tecnico della Ditta Appaltatrice.

La seconda prova idraulica di tenuta sarà effettuata ad una pressione pari ad 1,5 volte la pressione di esercizio prevista.

La massima pressione di prova dovrà essere mantenuta per almeno 24 ore entro i quali non dovranno essere rilevati trafileamenti. La pressione verrà letta per mezzo di due manometri calibrati e dotati di registratore a disco cartaceo, installati in due punti più distanti possibile tra loro. La prova avrà esito positivo se nel periodo di prova non verranno misurati scostamenti di sorta della pressione di prova.

Durante la prova generale di collaudo la pressione della rete dovrà essere registrata con manografo.

Ultimata la prova, la tubazione deve essere drenata ed asciugata con soffiaggio ad aria. Potranno quindi essere rimossi i coperchi temporanei purché si provvedano opportune protezioni contro l'ingresso di sporco ed acqua, fino al completamento del montaggio delle valvole e della strumentazione. Infine si provvederà a rimuovere i supporti temporanei e si attiveranno i supporti elastici, liberando le eventuali molle.

Il collaudo verrà considerato favorevole se al termine della prova la pressione si sarà mantenuta costante a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura. In merito al risultato della prova verrà redatto un verbale di collaudo sottoscritto dal Direttore dei Lavori e dal Tecnico della Ditta Appaltatrice.

In mancanza del verbale di collaudo generale la rete non potrà mai essere messa in esercizio. Quando il lavoro viene interrotto il tratto di tubo saldato e non ancora collaudato, dovrà essere accuratamente fondellato onde evitare che nella condotta entrino polvere, terriccio, acqua, animali, ecc.

19.9.1 Coibentazione ed isolamento delle tubazioni

Tutte le tubazioni nelle quali il fluido trasportato dovrà rimanere fermo per ragioni di processo saranno opportunamente coibentate onde evitare congelamenti e rotture.

Il ciclo di coibentazione prevedrà l'impiego di materassini di lana di roccia trapuntati su velo di vetro e, per tubazioni di diametro superiore a 24", trapuntati su rete metallica. I materassini saranno avvolti a secco, senza sottostrato, lasciando verso l'esterno la rete metallica e saranno assicurati con filo metallico zincato da 1mm. Lo spessore dei materassini sarà di 100 mm. In caso di spessori superiori l'isolante dovrà essere applicato in strati multipli con tutti i giunti sfalsati. L'IMPRESA dovrà provvedere alla cucitura di testa tra due materassini contigui che dovranno essere perfettamente accostati.

Finitura con lamierino di alluminio

Dopo aver legato i materassini e stuccate le eventuali fessurazioni con materiale isolante sfuso si applicherà il lamierino di copertura di alluminio. Il lamierino dovrà essere debitamente calandrato, bordato e tenuto in posto con viti autofilettanti in acciaio inox distanziate di 150 mm l'una dall'altra. Sui giunti longitudinali i lamierini saranno sovrapposti e graffiati a maschio e femmina mentre su quelli circonferenziali saranno semplicemente sovrapposti. La sovrapposizione sarà in ogni caso di almeno 50 mm e nei giunti longitudinali con la parte esterna rivolta in basso per permettere lo scolo dell'acqua piovana. In alternativa i lamierini saranno tenuti in posto con bandelle di acciaio inossidabile da 12x0,6 mm, distanziati di 250 mm stretti con graffe e con ganci autostringenti. Per le tubazioni verticali sul lamierino verranno applicate idonee squadrette metalliche di appoggio agli anelli di sostegno dell'isolamento.

19.9.2 Esecuzione e protezione dei giunti

Per i giunti brevettati l'I.A. dovrà accertarsi che i giunti brevettati siano eseguiti in stretta concordanza con le istruzioni della ditta costruttrice.

Le flange dei giunti flangiati dovranno essere del tipo piano ed in materiale saldabile. Tra le due flange si dovrà prevedere un anello di tenuta di gomma dello spessore di 6 mm. I bulloni del giunto dovranno essere avvitati in sequenza onde evitare tensioni disuniformi. Una volta avvitati, i bulloni non dovranno sporgere con la filettatura dai rispettivi dadi per più di 5 mm. I giunti flessibili dovranno essere del tipo GIBault od equivalente approvato dalla D.L.

Protezione dei giunti

Per i giunti a vista dopo l'assemblaggio le flange, i bulloni, i dadi e le tubazioni, per una distanza di 80 mm dalla flangia, dovranno subire un ciclo di verniciatura comprendente 2 strati di vernice bituminosa nera ed una mano a seguire di vernice epossidica.

Per i giunti interrati, siano essi flangiati che flessibili, gli stessi dovranno essere avvolti da un nastro di protezione impregnato di sostanze impermeabilizzanti. I giunti a manicotto od a bicchiere (entrambi con anelli di gomma) dovranno essere protetti con una sigillatura di mastice.

19.9.3 Montaggio di serbatoi e silos

I lavori di montaggio dovranno essere eseguiti dall'IMPRESA in conformità ai disegni costruttivi approvati dalla D.L. e tutte le modalità di montaggio, non espressamente prescritte, che dovessero differire dalle norme generalmente ed ufficialmente accettate dovranno essere sottoposte preventivamente alla D.L.

Il collegamento in opera dei vari elementi dei serbatoi e dei relativi accessori (passerelle, ecc.) dovrà essere eseguito mediante saldatura manuale a piena penetrazione.

Il primo giro di lamiera del fasciame alla connessione con il fondo dovrà essere posato con una tolleranza massima di ± 5 mm rispetto alla circonferenza teorica interna del serbatoio. I giri di lamiera successivi dovranno essere montati entro i limiti di tolleranza di verticalità, in ogni punto delle singole lamiere, del $\pm 3\%$ (dall'altezza del punto in esame) riferendosi sempre alla circonferenza teorica di base sopra indicata.

Le saldature del fasciame dovranno essere eseguite manualmente all'arco elettrico da saldatori qualificati; per le saldature del fondo la D.L. si riserva di accettare procedimenti di saldatura automatici o semiautomatici eventualmente proposti dall'IMPRESA

I lembi da saldare dovranno essere assolutamente puliti, esenti da ossidi o da altri difetti affioranti, saranno finiti mediante utensili e/o molatura. In particolare, da tutte le superfici tagliate alla fiamma ossiacetilenica dovrà essere asportato un sovrappessore sufficiente ad assicurare che il metallo base non risulti decarburato.

Le saldature sul fasciame, quando la temperatura del metallo base è compresa fra 0°C e $+10^{\circ}\text{C}$, dovranno essere effettuate con preriscaldamento di una fascia di almeno 200 mm ad almeno 50°C ed il raffreddamento dovrà avvenire al riparo dal vento.

Nessuna saldatura, né sul fasciame né su altre parti del serbatoio, dovrà essere eseguita quando la temperatura del metallo base è inferiore a 0°C . Analogamente non si potranno eseguire saldature quando le superfici delle parti da saldare fossero bagnate da acqua meteorica, neve o ghiaccio, ovvero in presenza di precipitazione di neve o pioggia o infine, durante periodi di vento a velocità superiore ai 30 km/h. In tali casi si potranno eseguire le giunzioni solo se il saldatore e la zona di lavoro saranno adeguatamente riparati.

Gli elettrodi per saldatura dovranno essere conservati in luogo perfettamente asciutto ed al riparo dalle intemperie e, durante il montaggio, saranno tenuti in appositi fornelli o contenitori coperti e riscaldati.

La ripresa dopo interruzione delle passate manuali dovrà essere effettuata dopo accurata spazzolatura dell'estremità del cordone depositato in precedenza.

Le saldature finite dovranno risultare esenti da cricche, soffiature comunque da discontinuità giudicate dannose dalla D.L..

Il procedimento di saldatura adottato dovrà comunque essere tale da garantire in tutto il metallo di apporto e/o nelle zone termicamente alterate una resilienza non inferiore all'80% di quella media reale del materiale base.

19.9.4 Verniciature

I cicli di verniciatura saranno adeguati all'aggressività dell'ambiente e conformi a quanto di seguito riportato:

Ciclo A



Verrà eseguito per parti metalliche esterne non immerse (serbatoi, carpenterie, tubazioni in acciaio al carbonio, ecc.) e prevede le seguenti operazioni:

- sabbiatura grado Sa 2½
- applicazione di 1 mano di zincante inorganico, di spessore a secco minimo di 75 microns
- applicazione di 2 mani di vernice a base di resina epossivinilica, di spessore a secco totale minimo di 180 microns
- Ciclo B

Da realizzare per parti metalliche esterne con temperatura di 90°C:

- sabbiatura grado Sa 2½
- applicazione di 1 mano di zincante inorganico, di spessore a secco minimo di 75microns
- applicazione di 1 mano di vernice a base siliconica, di spessore a secco minimo di 30 microns
- Ciclo C

Da realizzarsi su parti metalliche immerse (interno serbatoi, carpenterie bagnate, ecc.), si compone di:

- sabbiatura grado Sa 3
- applicazione di 1 mano di zincante inorganico, di spessore a secco minimo di 75 microns
- applicazione di 3 mani di vernice a base di epossicatrame, di spessore a secco totale minimo di 600 microns
- Ciclo D

Da applicarsi su parti metalliche immerse a contatto con acidi e basi diluiti e si compone di:

- sabbiatura grado Sa 3

applicazione di 1 mano di fondo di primer a base di resina fenolica a forte spessore, a secco totale minimo 100 microns

- applicazione di 3 mani di vernice a base di resina fenolica a forte spessore, spessore a secco totale minimo 450 microns
- Ciclo E

E' previsto per macchine e valvolame (macchinari principali, pompe, compressori, agitatori, soffianti, ecc.) e prevede:

- si applica il ciclo A per parti metalliche esterne non immerse;
- se non è possibile applicare il ciclo A, si sovrappone alla verniciatura del fornitore 1 mano di vernice a base di resine epossiviniliche, spessore a secco totale 100:120 microns.
- Preparazione

In tutti i casi la preparazione delle superfici dovrà essere fatta con una preliminare preparazione del sottofondo o supporto metallico allo scopo di allontanare da questo tutte le materie che possono influire negativamente sull'adesione e sulla buona riuscita della verniciatura.

I depositi di olio oppure di grasso dovranno essere tolti con lavaggio mediante strofinamento della superficie con stracci e spazzole bagnate con solvente. Il lavaggio finale dovrà avvenire con solvente pulito e stracci e spazzole pure pulite. Come solventi di lavaggio potranno essere usati acqua ragia minerale o xilolo. La rimozione della ruggine, delle scaglie di ruggine, delle vecchie vernici in fase di distacco, delle scorie e sedimenti di saldatura e la decalaminazione verranno eseguite con sabbiatura secondo le specifiche di seguito fornite. La preparazione delle superfici, eseguita coi metodi sopra descritti, dovrà essere generalmente effettuata durante le ore diurne.

L'operazione in corso dovrà essere sospesa:

- ogni qualvolta le superfici preparate presentino traccia di condensazione;
- quando l'umidità relativa dell'aria ambiente risulti superiore all'85%;
- quando fosse prevedibile che le superfici possano bagnarsi per pioggia.

Ogni deroga a quanto sopra dovrà essere espressamente autorizzata dalla D.L.

Tutti gli utensili dovranno essere adoperati in modo da non lasciare scabrosità e rilievi taglienti. Se le strutture da verniciare saranno vicine a materiali o a vapori infiammabili o comunque vi fossero rischi di fuoco o di esplosione, si renderà necessario l'impiego di utensili antiscintilla. Le operazioni di pulizia dovranno essere eseguite in maniera tale che nessun danno sia arrecato a parti di lavoro già parzialmente o totalmente finite.

. Sabbiatura ed applicazione

La sabbiatura verrà eseguita con attrezzatura approvata dalla D.L. e dovrà essere del tipo prescritto per ogni ciclo di verniciatura.

Per superficie pulita con sabbiatura si intende una superficie tale per cui l'85% di ogni pollice quadrato risulti esente da residui ed il restante 15% presenti solo una leggera scoloritura causata da macchie di ruggine. Le particelle abrasive da impiegare dovranno avere una pezzatura tale da poter passare fra le maglie di un vaglio di 20:40 mesh. Tali particelle abrasive potranno essere formate sia da sabbia silicea, sia da granuli di ferro, sia da granuli di ghisa od ossido di alluminio. La sabbiatura dovrà avvenire a secco e dopo l'operazione le superfici dovranno essere spazzolate con spazzole di setola o di fibra, o pulite mediante aspirazione, onde togliere la polvere ed ogni traccia di prodotti della sabbiatura dalle cavità e dagli angoli.

Se le superfici fossero già dotate di verniciatura, l'IMPRESA deve accertare in accordo con la D.L. se aggiungere delle mani successive oppure rimuovere totalmente la vernice preesistente mediante sabbiatura. In tale caso l'abrasivo non dovrà essere riutilizzato.

L'aria compressa usata per la sabbiatura dovrà essere esente da olio od acqua di condensa. Dovranno pertanto essere previsti adeguati separatori di umidità. Quando fosse prevedibile che le superfici possono bagnarsi per pioggia od altro dopo la sabbiatura e prima della pitturazione, o quando le condizioni ambientali fossero tali da originare formazioni di ossido della verniciatura e del rivestimento protettivo, le operazioni di sabbiatura a secco non potranno aver luogo. Se dopo

la sabbiatura si venisse a formare nuovamente dell'ossido, la superficie dovrà essere sabbiata nuovamente prima della verniciatura.

L'applicazione della prima mano di vernice dovrà essere fatta nella giornata in cui verrà eseguita la preparazione del supporto metallico. La verniciatura dovrà essere effettuata durante le ore diurne e dovrà essere sospesa nei casi precedentemente elencati. Ogni deroga a quanto sopra dovrà essere autorizzata dalla D.L..

La prima mano di fondo dovrà in ogni caso essere eseguita a mano con pennello. Le mani successive potranno essere eseguite a pennello, rullo, spruzzo. Nel caso in cui fra una mano e la successiva trascorresse un intervallo di tempo superiore a quello ottimale per un buon risultato dell'operazione, l'IMPRESA dovrà procedere alla carteggiatura della superficie. Qualora durante il tempo di essiccamento di una qualunque delle mani di vernice dovesse piovere, l'IMPRESA dovrà provvedere a proteggere opportunamente le superfici interessate. Nel caso in cui tale protezione non venisse immediatamente messa in opera, la D.L. potrà richiedere la rimozione ed il rifacimento della verniciatura delle superfici a spese dell'I A.

Dovrà essere evitata l'applicazione di una mano di vernice su una mano precedente ancora bagnata per pioggia. Sarà cura dell'IMPRESA prevedere le opportune attrezzature onde evitare l'applicazione delle vernici in ambiente polveroso. Nel caso in cui non venisse seguita tale norma, oppure sulla superficie verniciata venissero riscontrate occlusioni di sabbia o polvere, la D.L. potrà richiedere la rimozione ed il rifacimento della verniciatura delle superfici interessate a spese dell'I A..

Esclusioni

Le superfici che non devono essere verniciate sono di norma le seguenti:

- tutte le apparecchiature costruite in acciaio inossidabile, monel, alluminio, rame e sue leghe, materiali in vetro od in plastica;
- tutte le tubazioni in monel, alluminio, rame e sue leghe, materiali in vetro o in plastica;
- tutte le superfici galvanizzate;
- gli steli delle valvole od altre superfici di contatto lavorate a macchina;
- le superfici interne delle apparecchiature salvo ove espressamente richiesto.

Le superfici non verniciate saranno protette con copertura temporanea durante le operazioni di verniciatura delle superfici circostanti. Le piastre di identificazione delle apparecchiature saranno protette dall'ambiente esterno corrosivo mediante una pulizia completa con un solvente e con l'applicazione di due mani di vernice trasparente.

Attrezzature

Per quanto riguarda le attrezzature per la verniciatura oltre a quelle specifiche, l'IMPRESA dovrà provvedere a sue spese a qualsiasi ponteggio, passerella, incastellatura, scale e quant'altro necessario per la preparazione delle superfici e della verniciatura.



19.9.5 Ebanitura

Le prescrizioni che seguono valgono sia per tubazioni, che per recipienti o serbatoi.

Progettazione e costruzione delle parti metalliche

Al fine di poter ricevere un corretto rivestimento, le parti metalliche devono essere progettate con spessori che evitino deformazioni; in caso di rivestimento con ebanite, la deformazione massima consentita sulle membrature (travi, pareti piane, mantelli di apparecchi orizzontali, ecc.) deve essere stabilita caso per caso dal Fornitore del rivestimento.

Tutti i dettagli di carattere costruttivo e di preparazione della superfici devono essere in accordo a DIN 28051 e DIN 28053.

IL Fornitore del rivestimento deve approvare, prima della costruzione, il progetto delle parti metalliche per quanto riguarda l'idoneità degli apparecchi ad essere sottoposti al rivestimento (dettagli costruttivi, finitura superficie, arrotondamento spigoli, accessibilità, ecc.).

Rivestimento

Il tipo e lo spessore del rivestimento vengono scelti dal Committente in funzione della composizione chimica dell'agente corrosivo, considerato nelle condizioni di pressione e temperatura più severe. Sulla base dei questi elementi, indicati sui documenti di progetto del Committente, il Fornitore del rivestimento deve confermare in offerta l'idoneità della scelta.

Nel caso di applicazioni da eseguire in cantiere, il Fornitore del rivestimento deve scegliere e proporre, in fase di offerta, lo spessore e il tipo di rivestimento più idoneo tra quelli di sua produzione.

Se non diversamente specificato sui documenti d'ordine, si intendono comprese nella fornitura del rivestimento le seguenti prestazioni:

a) verifica dell'idoneità delle parti metalliche a ricevere il rivestimento; il Committente può richiedere al

Fornitore del rivestimento di eseguire tale verifica presso le officine del Fornitore delle parti metalliche

b) preparazione delle superfici da rivestire (sabbiatura, ecc.)

c) applicazione e vulcanizzazione del rivestimento

d) collaudo e controlli

e) completamento della documentazione di accompagnamento dei manufatti contenente anche le prescrizioni da adottare per la buona conservazione del rivestimento durante le movimentazioni, il trasporto, lo stoccaggio e il montaggio.

Il rivestimento deve essere applicato senza compromettere la stabilità delle parti metalliche dei manufatti, che non devono risultare danneggiate a rivestimento ultimato.

Il rivestimento, una volta applicato, deve risultare perfettamente e stabilmente ancorato alle parti metalliche.

Tutte le giunzioni devono essere eseguite con lembi tagliati a smusso alla DIN 28055 parte 1 fig.1 tipo A o fig. 2 tipo B.



Controlli sul rivestimento

I rivestimenti devono essere assoggettati ai seguenti controlli e collaudi:

- controllo visivo e dimensionale
- controllo dello spessore
- controllo dielettrico
- controllo della durezza
- controllo di adesione mediante martellatura.

Il controllo visivo e dimensionamento consiste nel verificare che il rivestimento abbia le dimensioni richieste, sia esente da bolle, grinze, rotture, cricche, intagli, screpolature o altre irregolarità e che le giunzioni dei lembi sovrapposti risultano senza alcun punto di distacco.

Il controllo dello spessore, eseguito con spessorimetro magnetico, deve essere effettuato in più punti significativi.

La tolleranza ammessa è $\pm 10\%$ rispetto allo spessore nominale richiesto.

Il controllo dielettrico per la verifica della porosità deve essere effettuato con uno scintillografo; la tensione di prova deve essere compresa tra 3000 e 5000 volt per ogni millimetro di spessore, con un massimo di 30000 volt.

La tensione di prova deve comunque essere indicata in offerta dal Fornitore, in funzione del tipo di rivestimento e confermata dal Committente sui documenti d'ordine.

Lo scintillografo deve essere manovrato in modo uniforme e rapido, in modo da evitare bruciature sul rivestimento.

La presenza di scintillio tra il metallo e la sonda dell'apparecchio di controllo è indice di difetto.

Quando i rivestimenti sono caricati con elementi conduttori (per esempio: grafite), è normale che durante la prova si verifichi un leggero e uniforme scintillio di colore azzurro-violetto; in caso di difetto, tale scintillio assume colorazione più vivida, concentrando la scarica in direzione del punto difettoso.

IL controllo della durezza deve essere effettuato con strumenti aventi una scala Shore A per i rivestimenti in gomma e una scala Shore D per i rivestimenti in ebanite.

Devono essere eseguite almeno tre misurazioni per ogni foglio applicato.

I valori di durezza da ottenere allo stato vulcanizzato sono quelli indicati sulle specifiche del Committente, in relazione al tipo di rivestimento impiegato; la tolleranza ammessa è di ± 2 gradi sui valori massimi e minimi o di ± 5 gradi se viene indicato un unico valore.

Qualora uno o più valori della prova siano fuori dal campo di accettabilità, si devono eseguire altre tre misurazioni all'interno dello stesso foglio.

Qualora anche una sola delle riprove dia risultati non conformi alle prescrizioni, il rivestimento deve essere scartato.

IL controllo di adesione del rivestimento al metallo va eseguito mediante martellatura con un attrezzo leggero avente una superficie di percussione limitata.

La martellatura deve dare suono omogenea. Un suono più cupo è indice di difetto.

Questo controllo deve essere particolarmente accurato quando nelle condizioni di progetto è

prevista una depressione.

Eventuali riparazioni devono essere limitate ne numero e nelle dimensioni.

Non sono ammesse più di 2 riparazioni per ogni m2 riparazioni per ogni m2 di rivestimento.

Un rivestimento non può essere vulcanizzato nella sua totalità più di 2 volte.

. Montaggio e collaudi finali in cantiere

In cantiere dopo il montaggio degli apparecchi, i rivestimenti devono essere nuovamente sottoposti al controllo visivo e a un controllo dielettrico, per evidenziare eventuali danneggiamenti derivati al rivestimento dalle movimentazioni.

Disegni di carpenteria metallica e tubazioni

L'IMPRESA, prima dell'inizio della fabbricazione, dovrà fornire, in triplice copia, per l'approvazione della D.L., disegni e specifiche dettagliate delle tubazioni e delle carpenterie metalliche, segnalando eventuali proposte di variazioni rispetto ai disegni contrattuali.

20 OPERE ELETTRICHE

20.1 LEGGI E DECRETI

Gli impianti oggetto del presente appalto dovranno essere realizzati secondo le vigenti Leggi e Norme, nonché attenendosi alle disposizioni della presente specifica anche quando queste risultassero più restrittive di quelle previste dalle richiamate Norme e Leggi.

A titolo indicativo, ma non esclusivo, indichiamo qui di seguito le principali Leggi e Norme CEI a cui ci si dovrà attenere (quando applicabili) nell'esecuzione delle opere:

- D.Lgs 09/04/08 n.81
- D.Lgs. 19/09/1994 n. 626.
- DM 22/01/2008 n. 37

Relativamente alle norme CEI dovranno essere rispettate quelle in vigore all'atto esecutivo dei lavori con particolare riferimento, a titolo esemplificativo, ma non esaustivo, alle Norme:

- 11.1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica, norme generali;
- 11-8 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, impianti di terra;
- 11-17 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo;
- 11-18 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica, dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni;
- 17-4 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000V.
- 17-5 Interruttori automatici c.a. $V_n < 1000V$ e c.c. $V_n < 1200V$;
- 17-6 Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensione da 1 a 72,5 kV;
- 17-11 Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3°: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili;
- 17-12 Apparecchi ausiliari di comando per $V < 100V$;
- 17-13/1 Quadri b.t. per tensioni $V < 1000V$;
- 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
- 20-13 Cavi isolati in gomma butilica con grado di isolamento superiore a 3 (per sistema con tensione nominale da 1 a 20kV);
- 20-20 Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- 20-21 Calcolo della portata dei cavi elettrici;
- 20-33 Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione U_o/U non superiore a 600/1000V in corrente alternata a 750V in corrente continua;

- 20-36 Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici;
- 20-38 Cavi isolati in gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi;
- 20-40 Guida per l'uso dei cavi a bassa tensione;
- 23-8 Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori;
- 23-14 Tubi protettivi flessibili in PVC e accessori;
- 23-18 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati;
- 23-25 Tubi per le installazioni elettriche, prescrizioni generali;
- 23-32 Sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete;
- 34-21 Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni generali e prove;
- 34-23 Apparecchi di illuminazione. Apparecchi fissi per uso generale;
- 34-28 Apparecchi di illuminazione;
- 34-30 Apparecchi di illuminazione;
- 34-34 Apparecchi di illuminazione;
- 34-35 Apparecchi di illuminazione;
- 34-38 Apparecchi di illuminazione;
- 34-41 Apparecchi di illuminazione;
- 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione;
- 64/2/A Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione - Appendici;
- 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari;
- 70-1 Gradi di protezione degli involucri;
- 81-1 Protezione di strutture contro i fulmini;

20.2 Pali di sostegno (escluse le torri-faro)

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.

E' previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR- UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85.

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nel disegno allegato "particolari". In corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura.



Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UNI 6900/71.

Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

— un foro ad asola della dimensione 150 x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;

— una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte, opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare dei Direttori dei Lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo Norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6 (1968).

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari". Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni "particolari".

20.3 Linee

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

— cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm²: cavo 1 x a UG5R-0,6/1 kV

— cavi bipolari della sezione di 2,5 mmq: cavo 2 x 2,5 UG5OR-0,6/1 kV

— cavi tripolari della sezione di 2,5 mmq: cavo 3 x 2,5 UG5OR-0,6/1 kV

— cavi quadripolari della sezione di 6 mmq

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norma CEI 20-13 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.



L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni della Direzione Lavori.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrato, saranno costituite da cavi quadri polari. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mmq. I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno unipolari, con sezione di 2,5 mmq.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. E' consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase S - verde fase T - blu chiaro neutro).

La fornitura e la posa in opera del nastro adesivo di distinzione si intendono compensate con il prezzo a corpo.

20.4 Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo unipolare/tripolare della sezione di 2,5 mmq, sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II collocata nell'alloggiamento, con transito nella medesima dei cavi quadripolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione dei Direttori dei Lavori.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica ~ 10 kV/mm; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori. I prezzi compensano la fornitura e posa di tale guaina.

20.5 Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

apparecchi per illuminazione stradale

“aperti” (senza coppa o rifrattore)

vano ottico = IP X 3

vano ausiliari = IP23

“chiusi” (con coppa o rifrattore)

vano ottico = IP54

vano ausiliari = IP23

— proiettori su torri faro o parete (verso il basso) IP65

— proiettori sommersi = IP68

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:



- CEI 34-21 fascicolo n. 1034 Novembre 1987 e relative varianti
- CEI 34-30 fascicolo n. 773 Luglio 1986 e relative varianti” proiettori per illuminazione”
- CEI 34-33 fascicolo n. 803 Dicembre 1986 e relative varianti” apparecchi per illuminazione stradale”

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro
- 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente
- 10 V per le lampade da 250 W (tutti i due tipi)
- 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro
- 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, - Marcatura della Norma CEI 34-21.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente documentazione:

- Temperatura ambiente durante la misurazione;
- Tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- Norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- Identificazione del laboratorio di misura;
- Specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- Nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- Corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- Tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su paio o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

20.6 Impianto di Terra - Dispersori

Sarà realizzato un anello di terra costituito da dispersori di terra diametro di 13mm e da una corda di rame nudo della sezione di 16mmq per il collegamento tra i dispersori.

Tutti i dispersori dovranno essere installati entro appositi pozzetti ispezionabili e segnalati da appositi cartelli.

All'impianto generale di terra saranno collegati anche i ferri delle strutture in cemento armato.

Tutte le linee in uscita dovranno essere provviste di conduttore di terra collegato al nodo principale di terra.

All'interno di ogni sottoquadro dovrà essere installato un nodo secondario di terra collegato al nodo principale per mezzo del conduttore sopradescritto.

Tutte le apparecchiature elettriche (motori elettrici, pompe elettriche, compressori, corpi illuminanti, poli di terra delle prese a spina etc...) dovranno essere connesse al nodo secondario di terra del quadro da cui sono alimentate.

20.7 APPARECCHIATURE MT

20.7.1 NORME DI RIFERIMENTO

I quadri e le apparecchiature della fornitura dovranno essere progettate, costruite e collaudate in conformità alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Commission) in vigore ed in particolare le seguenti:

- Quadro IEC 62271-200
- Interruttori CEI 17-1 (fascicolo 1375) - IEC 62271-100
- Sezionatori di terra CEI 17-4 CEI EN 60694 - IEC 60129 IEC 60694
- I.M.S. CEI 17/9-1 CEI EN 60694 - IEC 60265-1 IEC 60694
- Fusibili CEI EN 60282-1 - IEC 60282-1
- Inoltre dovranno essere conformi pure alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana vigente per la prevenzione degli infortuni.

20.7.2 DATI ELETTRICI

Il progetto è stato sviluppato tenendo conto dei seguenti dati elettrici:

- tensione nominale: fino a 24 kV
- tensione di esercizio: fino a 24 kV
- frequenza: 50 Hz

- corrente nominale sbarre: fino a 1250 A
- corrente di breve durata per 1 secondo: fino a 25 kA
- corrente limite dinamica (valore di cresta): fino a 62.5 kA

20.7.3 ARCO INTERNO

Al fine di garantire i più elevati livelli di sicurezza, il quadro di media tensione dovrà essere classificato come IAC in accordo alla norma IEC 60271-200 Appendice A, accessibilità A, testato con indicatori di stoffa posizionati sul fronte F / lato L / retro R.

La durata della corrente di guasto prevista, sarà pari a 1s.

20.7.4 DATI DIMENSIONALI

Le dimensioni massime di ingombro di ciascuno scomparto dovranno essere:

- larghezza scomparti 500/750 mm
- profondità 1075 o 1175 mm (nel caso di cella bt 1210mm o 1310 mm)
- altezza 1950 mm

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze di rispetto:

- anteriormente: 1000 mm (1200 mm per scomparti con interruttore)
- posteriormente: 50mm (addossabile a parete)
- lateralmente: 50mm

20.7.5 GENERALITÀ CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

La struttura del quadro dovrà essere formata da scomparti di tipo normalizzato affiancati, ognuno costituito da elementi modulari componibili e standardizzati.

Il quadro dovrà essere realizzato in esecuzione LSC2A in accordo alla norma IEC60271-200, sarà possibile l'apertura di un compartimento accessibile mantenendo le unità funzionali adiacenti e le sbarre del quadro in servizio.

Il quadro dovrà essere classificato PM per unità con SHS2 in accordo alla norma IEC60271-200.

La struttura di ciascuno scomparto dovrà essere di tipo autoportante, realizzata con lamiera zincata e pressopiegata di 2 mm. I pannelli e le porte dovranno essere realizzati con lamiera pressopiegata dello spessore di 2 mm e 1,5 mm.

Il grado di protezione meccanica degli scomparti, che saranno installati all'interno dovrà essere almeno IP3X (IP2X all'interno del quadro).

Gli scomparti dovranno essere realizzati in modo da permettere eventuali futuri

ampliamenti sui lati del quadro, con l'aggiunta di ulteriori scomparti.

A tale proposito, il quadro dovrà essere chiuso sui lati con pannelli di lamiera facilmente asportabili per consentire l'eventuale succitato ampliamento.

Ciascuno scomparto dovrà essere realizzato e costituito da celle contenenti i vari componenti elettrici e meccanici come di seguito descritto e separate tra loro con lamiere di segregazione od apparecchi.

Nell'ambito dei vari scomparti si dovranno individuare le seguenti celle tipiche:

- Cella sbarre
- Cella linea
- Cella strumenti

20.7.6 CELLA SBARRE

La cella sbarre dovrà essere situata nella parte superiore dello scomparto.

Dovrà contenere il sistema di sbarre principali sostenuto dagli isolatori portanti superiori del componente di derivazione (sezionatore o interruttore di manovra sezionatore) al cui -terminale le sbarre dovranno essere imbullonate.

Le sbarre dovranno passare da uno scomparto all'altro senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

La chiusura superiore e laterale della cella, dovrà essere realizzata con lamiere o pannelli asportabili per consentire interventi straordinari che richiedano l'ispezionabilità delle sbarre.

20.7.7 CELLA LINEA SCOMPARTO CON INTERRUTTORE

La cella linea dovrà essere dotata di portella di chiusura incernierata munita di maniglia per l'apertura e per consentire l'accesso alle apparecchiature interne.

Nella cella linea dovranno poter essere montati i seguenti componenti:

- interruttore in esafluoruro di zolfo o interruttore in vuoto
- sezionatore in esafluoruro di zolfo
- sezionatore di terra
- trasformatori di corrente (su richiesta)
- divisori capacitivi
- terminali per cavi (esclusi dalla presente fornitura)
- resistenza anticondensa 60 W (se richiesta)

La portella della cella dovrà essere provvista di oblò per consentire il controllo visivo della posizione meccanica del sezionatore di terra di tipo distanziato. Tali oblò dovranno essere di materiale ad elevata resistenza meccanica.

Dovrà essere prevista sulla base della cella un'apertura per il passaggio dei cavi ausiliari



provenienti dall'esterno per il riporto di eventuali segnalazioni (da definire successivamente) e per i collegamenti con le tensioni ausiliarie esterne.

20.7.8 CELLA LINEA SCOMPARTO CON INTERRUITTORE DI MANOVRA-SEZIONATORE O DI SOLO SEZIONATORE A VUOTO

La cella linea dovrà essere dotata di portella incernierata munita di maniglia per l'apertura, per consentire l'accesso alle apparecchiature interne.

Nella cella linea potranno essere montati i seguenti componenti:

- interruttore di manovra-sezionatore in SF6 o sezionatore a vuoto in SF6
- fusibili M.T. e relativo telaio portafusibili
- sezionatore di terra
- divisori capacitivi
- trasformatori di corrente (su richiesta)
- trasformatori di tensione (su richiesta)
- terminali per cavi (esclusi dalla fornitura)
- resistenza anticondensa da 60 W (se richiesta)

La portella della cella linea dovrà essere provvista di oblò per il controllo visivo della posizione meccanica del sezionatore di terra di tipo distanziato dove previsto. Tali oblò dovranno essere di materiale ad alta resistenza meccanica.

Dovrà essere prevista sulla base della cella un'apertura per il passaggio dei cavi ausiliari provenienti dall'esterno per il riporto di eventuali segnalazioni (da definire successivamente) e per i collegamenti con le tensioni ausiliarie esterne.

20.7.9 CELLA STRUMENTI

La cella strumenti (se prevista), situata nella parte frontale superiore del quadro, dovrà essere dotata di portella incernierata, munita di godroni per l'apertura, per consentire l'accesso alle apparecchiature interne.

Nella cella strumenti dovranno potere essere montate le apparecchiature di BT ed in particolare:

- dispositivi di comando e segnalazione
- unità a microprocessori di protezione, misura, controllo e comunicazione (opzionale)
- relè, strumenti
- fusibili, interruttori ausiliari

- morsettiere

Una lamiera fissa dovrà provvedere alla segregazione della cella sbarre con la cella strumenti.

Nella cella strumenti dello scomparto dovrà essere prevista una morsettiera di appoggio per il riporto dei segnali a distanza se richiesti (posizione ap/ch. interruttore, posizione ap/ch. sezionatori, segnali da trasduttore, intervento relè di protezione, ecc.).

20.7.10 SBARRE E CONNESSIONI

Le sbarre omnibus e le sbarre di derivazione dovranno essere realizzate in piatto di rame elettrolitico, dovranno avere una distanza tra fase e fase di 230mm.

Il sistema di sbarre dovrà essere dimensionato per sopportare le seguenti correnti di corto circuito massime, (limite termico per 1s/dinamico di cresta):

12,5 – 16 – 20 - 25 / 62.5 kA

Le sbarre principali dovranno passare da uno scomparto a quello adiacente senza interposizione di diaframmi, in modo da costituire un condotto continuo.

20.7.11 IMPIANTI DI TERRA NEL QUADRO

Il quadro dovrà essere percorso longitudinalmente da una sbarra elettrica di terra in rame, solidamente imbullonata alla struttura metallica avente sezione minima di 75 mm².

Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro mediante viti o rivetti, per garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte dovranno essere collegate alla struttura metallica tramite trecce flessibili in rame, aventi sezione di 16 mm².

La messa a terra del telaio dei sezionatori e degli interruttori di manovra-sezionatori dovrà essere assicurata da collegamento al circuito di terra.

Tutti i componenti principali dovranno essere collegati a terra.

Sull'estremità del quadro, la sbarra di terra dovrà prevedere una connessione di collegamento al cavo dell'impianto di messa a terra della cabina.

20.7.12 INTERBLOCCHI

Il quadro dovrà essere dotato di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che possano compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto come descritto meglio nei paragrafi di sotto.

20.7.13 INTERBLOCCHI SCOMPARTI CON INTERRUTTORE IN ESALUORURO DI ZOLFO O IN VUOTO

Dovrà essere realizzato un sistema di interblocchi meccanici ed a chiave tra interruttore, sezionatore, sezionatore di terra e porte, tale da garantire le sequenze di manovra:

MESSA IN SERVIZIO:

- chiudere la porta della cella interruttore
- aprire il sezionatore di terra
- chiudere il sezionatore di linea e bloccare la manovra con chiave
- liberare la chiave dalla manovra del sezionatore e sbloccare il comando dell'interruttore
- chiudere l'interruttore

MESSA FUORI SERVIZIO:

- aprire l'interruttore e bloccarlo con la chiave
- liberare la chiave e sbloccare la manovra del sezionatore di linea
- aprire il sezionatore di linea
- chiudere il sezionatore di terra
- aprire la porta della cella interruttore

20.7.14 INTERBLOCCHI SCOMPARTI CON INTERRUTTORI DI MANOVRA O A VUOTO

Dovrà essere realizzato un sistema di interblocchi meccanici ed a chiave tra interruttore, sezionatore, sezionatore di terra e porte, tale da garantire le sequenze di manovra:

MESSA IN SERVIZIO:

- chiudere la porta
- aprire il sezionatore di messa a terra
- chiudere l'interruttore di manovra sezionatore / il sezionatore di linea

MESSA FUORI SERVIZIO:

- aprire l'interruttore di manovra sezionatore il sezionatore di linea
- chiudere il sezionatore di messa a terra
- aprire la porta

20.7.15 INTERBLOCCHI SCOMPARTI UNITÀ ARRIVO CAVI CON SEZIONATORE DI TERRA

Dovrà essere realizzato un sistema di interblocchi meccanici ed a chiave tra interruttore, sezionatore, sezionatore di terra e porte, tale da garantire le sequenze di manovra:

MESSA IN SERVIZIO:

- chiudere la porta
- aprire il sezionatore di messa a terra

MESSA FUORI SERVIZIO:

- chiudere il sezionatore di messa a terra
- aprire la porta

20.7.16 VERNICIATURA

La struttura metallica prezincata degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata (fronte o fronte e pannelli laterali) in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura.

L'aspetto delle superfici dovrà essere goffrato. Il punto di colore dovrà essere RAL 7035 (interno/esterno).

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere di 50 micron.

20.7.17 INTERRUITORI

Le apparecchiature principali, montate nel quadro, dovranno essere adeguate alle caratteristiche di progetto sopra indicate e dovranno essere rispondenti a quanto prescritto dalle relative norme di prodotto.

Gli interruttori e le apparecchiature di manovra e sezionamento, dovranno essere di un medesimo costruttore al fine di garantire un perfetto accoppiamento ed un'affidabilità massima dei relativi interblocchi meccanici.

Le apparecchiature installate nel quadro dovranno, inoltre, rispondere alle prescrizioni particolari di seguito descritte.

L'interruttore dovrà utilizzare come mezzo di estinzione dell'arco elettrico il gas esafluoruro di zolfo. La tecnica di interruzione adottata, dovrà essere tale da richiedere una limitata energia per la manovra, favorire l'interruzione spontanea dell'arco senza provocare riadescenti, garantire limitate sovratensioni, brevi durate d'arco e rapido ripristino dell'isolamento.

Il gas impiegato dovrà essere conforme a quanto prescritto dalle Norme IEC 60376. Gli interruttori, a richiesta, potranno essere equipaggiati con un dispositivo di controllo dello stato di pressione del gas SF₆ (pressostato) in grado di rilevare la pressione bassa e di segnalare le anomalie a distanza (mediante appositi contatti). Potranno essere previste

versioni in grado di realizzare circuiti ausiliari di blocco per mancanza gas diversi: blocco ed apertura dell'interruttore o blocco dell'interruttore nella posizione in cui si trova.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere fra loro intercambiabili. Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate. Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere indipendenti dall'operatore.

Ogni interruttore dovrà essere dotato di contatti ausiliari per la segnalazione dello stato di aperto/chiuso (in particolare dovranno essere previsti almeno cinque contatti ausiliari). La dotazione di serie dovrà, inoltre, includere i seguenti dispositivi:

- comando manuale
- segnalatore meccanico molle di chiusura e di apertura cariche/scariche
- segnalatore meccanico interruttore aperto/chiuso
- valvola di carica/controllo pressione gas SF6
- sganciatore di apertura
- manovella carica molle

Ogni interruttore dovrà, inoltre, essere dotato a richiesta dei seguenti dispositivi opportunamente combinati:

- sganciatore di chiusura
- motoriduttore carica molle
- interruttore termomagnetico di protezione del motoriduttore
- contatto di segnalazione dell'interruttore di protezione del motoriduttore
- sganciatore di minima tensione
- contatto di segnalazione sganciatore di minima tensione eccitato/diseccitato
- esclusore meccanico dello sganciatore di minima tensione
- ritardatore elettronico per sganciatore di minima tensione
- dispositivo di blocco interruttore (con/senza lampade) per pressione gas SF6 insufficiente con blocco e apertura dell'interruttore
- dispositivo di blocco interruttore (con/senza lampade) per pressione gas SF6 insufficiente con blocco dell'interruttore nella posizione in cui si trova

Il comando dovrà essere a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura viene dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura.

Gli interruttori in SF6 dovranno essere completamente meccanicamente intercambiabili con gli interruttori in vuoto

20.7.18 SEZIONATORI A VUOTO

I sezionatori a vuoto dovranno essere tripolari, con isolamento in SF6 e con portata adeguata alle esigenze di carico degli scomparti per i quali sono previsti.



I sezionatori dovranno essere costituiti da un involucro cilindrico in acciaio inox, una terna di isolatori superiori ed una terna di isolatori inferiori in resina epossidica.

L'involucro in acciaio inox realizza una segregazione metallica messa a terra tra il compartimento sbarre ed il compartimento linea garantendo la massima sicurezza per il personale in caso di intervento nello scomparto linea anche con le sbarre principali in tensione.

Inoltre, la segregazione metallica realizzata dall'involucro riduce notevolmente la possibilità di corto circuito tra le fasi e tra i contatti superiore ed inferiore della stessa fase dovuto a correnti di fuga.

I sezionatori dovranno poter assumere le tre posizioni di chiuso, aperto e a terra. L'apparecchiatura dovrà sopportare le seguenti correnti di corto circuito massime (limite termico per 1s / limite dinamico): 25 / 62.5 kA

I sezionatori a vuoto dovranno poter essere corredati dei seguenti dispositivi ed accessori:

- comando manuale sul fronte quadro
- segnalazione meccanica di aperto e chiuso inserita nello schema sinottico riportato sul fronte quadro
- blocco meccanico a chiave
- eventuali altre applicazioni come di seguito indicato (vedi descrizione singole unità)

20.7.19 INTERRUTTORI DI MANOVRA SEZIONATORI E FUSIBILI

Negli scomparti in cui sia richiesto, dovranno essere installati interruttori di manovra- sezionatori tripolari, con isolamento in SF₆ e con portata adeguata alle esigenze di carico degli scomparti per i quali sono previsti.

Gli interruttori di manovra-sezionatori dovranno essere costituiti da un involucro cilindrico in acciaio inox, una terna di isolatori superiori ed una terna di isolatori inferiori.

L'involucro in acciaio inox realizza una segregazione metallica messa a terra tra il compartimento sbarre ed il compartimento linea garantendo la massima sicurezza per il personale in caso di intervento nello scomparto linea anche con le sbarre principali in tensione.

Inoltre, la segregazione metallica realizzata dall'involucro riduce notevolmente la possibilità di corto circuito tra le fasi e tra i contatti superiore ed inferiore della stessa fase dovuto a correnti di fuga.

Gli interruttori di manovra-sezionatori dovranno poter assumere le tre posizioni di chiuso, aperto e messo a terra.

L'apparecchiatura dovrà sopportare le seguenti correnti di corto circuito massime (limite termico per 1s / limite dinamico): 25/62.5 kA. Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere realizzate tramite molla, in modo da renderle indipendenti dall'azione dell'operatore.

Gli interruttori di manovra dovranno poter essere corredati dei seguenti dispositivi ed accessori:

- comando manuale sul fronte quadro (motorizzato a richiesta)
- segnalazione meccanica di aperto e chiuso inserita nello schema sinottico riportato sul fronte quadro

- eventuali altre applicazioni come di seguito indicato (vedi descrizione unità)

I fusibili dovranno essere del tipo a limitazione di corrente in accordo alle raccomandazioni delle vigenti norme IEC 282-1, ed avere dimensioni conformi alle DIN 43625.

Ciascun fusibile associato ad interruttore di manovra dovrà essere provvisto di un dispositivo a percussione e l'avvenuta fusione dovrà essere segnalata, solo per i sezionatori di manovra, da un contatto ausiliario dedicato.

La corrente nominale e la caratteristica di intervento dei fusibili dovranno essere accuratamente scelte in base al carico da proteggere.

Dovrà essere possibile montare fusibili di tipo DIN di portate diverse in base alle necessità dell'impianto ma comunque di lunghezza inferiore a 442mm.

20.7.20 SEZIONATORE DI TERRA INTERNO ALL'INVOLUCRO INOX DEL SEZIONATORE/IMS

I sezionatori di terra, previsti per la messa a terra dei cavi e delle apparecchiature di M.T. accessibili dall'operatore, dovranno essere tripolari di costruzione particolarmente compatta e robusta, idonei a sopportare una corrente di corto circuito avente i seguenti limiti (termico per 1 secondo/limite dinamico): 25/62.5 kA.

20.7.21 SEZIONATORE DI TERRA INTERNO ALL'INVOLUCRO INOX DEL SEZIONATORE/IMS

I sezionatori di terra, previsti per la messa a terra dei cavi e delle apparecchiature di M.T. accessibili dall'operatore, dovranno essere tripolari di costruzione particolarmente compatta e robusta, idonei a sopportare una corrente di corto circuito avente i seguenti limiti (termico per 1 secondo / limite dinamico):

1 / 2,5 kA

La manovra dei sezionatori di terra dovrà comunque sempre avvenire, sia in chiusura che in apertura, dal fronte del quadro con comando manuale a manovra indipendente per interruttori di manovra e sezionatori di terra da quadro ed a manovra dipendente per i sezionatori a vuoto.

I sezionatori di terra dovranno essere predisposti per ricevere i blocchi previsti alla pos. 4.4, ed inoltre dovranno potere essere equipaggiati con i seguenti accessori:

- comando manuale sul fronte quadro;
- segnalazione meccanica di aperto e chiuso riportata nel sinottico sul fronte del quadro;
- eventuali altre applicazioni come di seguito indicato (vedi descrizione unità).

20.7.22 SENSORI DI CORRENTE

I tradizionali TA e TV in resina potranno essere sostituiti da sensori di corrente o combisensor di misura nel caso di impiego di unità a microprocessori di protezione, misura, controllo e comunicazione REF542 Plus.

I sensori di corrente saranno costituiti da una bobina di Rogowski priva del nucleo ferromagnetico e dovranno essere rispondenti alle Norme IEC60044-8. L'utilizzo dei sensori

di corrente dovrà garantire che non si verifichi alcun fenomeno di saturazione.

Nel medesimo corpo di resina, combisensor, sono integrati contemporaneamente sensori di tensione e di corrente; tali componenti possono essere utilizzati solo con l'impiego del REF e sostituiscono l'utilizzo dei TA e TV.

20.7.23 UNITÀ DI PROTEZIONE E MISURA

Il quadro potrà essere dotato di unità di misura e protezione elettroniche a microprocessore. In particolare, come indicato nella descrizione delle unità, potranno essere previste unità tipo REF542 Plus o equivalenti.

I dispositivi REF542 Plus saranno costituiti da unità integrate a microprocessori in grado di svolgere funzioni di protezione, misura, controllo, e comunicazione.

Ogni unità funzionale, dotata di REF542 Plus, potrà costituire un modulo in grado di autogestirsi e di realizzare in autonomia e con grande flessibilità, le principali funzioni di protezione, misura, diagnostica, monitoraggio, comunicazione e automazione rendendo possibile la gestione centralizzata del quadro.

Le diverse unità REF542 Plus presenti nel quadro, dovranno essere costituite da uguale hardware. Tale hardware sarà costituito da un'unità centrale alloggiata all'interno dello scomparto e da un'interfaccia operatore collocata sulla porta del medesimo scomparto. I due apparecchi saranno collegati tra di loro per mezzo di un cavo di comunicazione.

Il pannello di interfaccia dovrà inoltre essere dotato di led ausiliari in grado di segnalare allarmi relativi alle protezioni, alla diagnostica e più in generale sullo stato di qualsiasi unità esterna collegata al REF542 Plus.

In particolare dovrà essere possibile visualizzare sul display alfanumerico sia informazioni (stato delle unità esterne, allarmi, protezioni, autodiagnostica, etc.), sia lo schema elettrico unifilare, della parte di impianto in cui è inserita l'unità, indicando in tempo reale la posizione degli organi di manovra dello scomparto.

L'unità REF542 Plus dovrà essere in grado di svolgere le seguenti funzioni di protezione opportunamente combinate a seconda delle esigenze di impianto:

(Codici di identificazione in accordo con quanto prescritto dalle Norme IEEE C37.2-1996)

- 21 (Distanziometrica)
- 25 (Controllo sincronismo)
- 27 (Minima tensione)
- 32P (Direzionale di potenza attiva)
- 37 (Basso carico)
- 46 (Carico non equilibrato)
- 49 (Immagine termica)
- 50 (Massima corrente istantanea)
- 50N (Guasto a terra istantaneo)
- 51 (Massima corrente a tempo definito)

- 51IDMT (Massima corrente a tempo inverso)
- 51START (Avviamento motore)
- 51LR (Rotore bloccato)
- 51N (Guasto a terra a tempo definito)
- 51NIDMT (Guasto a terra a tempo inverso)
- 59 (Massima tensione istantanea)
- 59 (Massima tensione a tempo definito, due soglie)
- 59N (Tensione residua a tempo definito, due soglie)
- 66 (Numero di avviamenti)
- 67 (Massima corrente a tempo definito direzionale, due soglie)
- 67N (Guasto a terra a tempo definito direzionale, due soglie)
- 68 (Inserzione trasformatore)
- 79 (Richiusura automatica)
- 81 (Monitoraggio frequenza)
- 87 (Differenziale di macchina)

L'unità REF542 Plus, come specificato di seguito nella descrizione delle singole unità costituenti il quadro, dovrà essere in grado di svolgere le seguenti funzioni di misura, opportunamente combinate a seconda delle esigenze di impianto:

- Correnti di fase
- Correnti di guasto a terra
- Tensione di fase
- Tensioni concatenate
- Tensione residua
- Valori medi di corrente trifase (calcolati su intervallo di tempo regolabile da 1 a 30 minuti),
- Valore massimo registrato
- Potenza attiva
- Potenza reattiva
- Fattore di potenza
- Frequenza
- Energia attiva
- Energia reattiva
- Energia calcolata mediante impulsi esterni (max. 15)
- Ore di servizio
- Cicli di Manovra

- Sommatoria delle correnti interrotte

L'unità REF542 Plus dovrà inoltre svolgere importanti funzioni di automazione di pannello, in modo da consentire all'utente di effettuare operazioni di manutenzione in condizioni di massima sicurezza, quali ad esempio il collegamento a terra di un tratto di linea o il distacco di un dato carico.

In particolare l'unità dovrà essere in grado di "gestire" interblocchi tra diversi organi di manovra impedendo operazioni non ammesse dalla topologia dell'impianto. La definizione della logica di interblocco potrà essere modificata secondo le esigenze dell'utente variando semplicemente il software di configurazione.

L'utilizzo di dispositivi REF542 Plus potrà inoltre essere adottato qualora sia richiesta una commutazione automatica e manuale tra due diverse unità funzionali di arrivo, il tempo necessario alla commutazione potrà essere compreso tra 190 e 300 millisecondi (inclusi i tempi di manovra degli interruttori). A seguito della mancanza o della diminuzione transitoria della tensione di rete l'unità REF542 Plus potrà essere in grado di sovrintendere autonomamente allo stacco dei motori ed eventualmente effettuare comandi finalizzati ad eseguire la reinserzione automatica.

L'unità REF542 Plus potrà poi essere utilizzata per realizzare protezioni di tipo logico in grado di discriminare il guasto, localizzandolo e isolandolo mediante l'apertura del minor numero possibile di interruttori.

Gli eventi di acquisizione e i dati relativi dovranno poter essere trasferiti ad un eventuale sistema di controllo centralizzato. In particolare gli eventi memorizzati potranno essere:

- attivazione ed eventuale intervento delle funzioni di protezione
- cambio di stato delle uscite e degli ingressi binari
- comandi locali e remoti
- cambio di stato degli interruttori e dei sezionatori
- accensione e spegnimento unità centrale
- eventuali tentativi di dare un comando non ammesso dagli interblocchi
- allarmi provenienti dalla diagnostica
- valore efficace delle correnti di fase e delle correnti omopolari di terra (in caso di guasto)
- tensioni di fase e di linea (in caso di guasto)

L'unità integrata REF542 Plus dovrà inoltre essere in grado di monitorare ed elaborare i seguenti parametri:

- autodiagnostica unità
- continuità dell'avvolgimento della bobina di apertura
- stato di carica delle molle di chiusura/apertura dell'interruttore
- numero di cicli di manovra
- pressione del gas (per interruttori in SF6)

La comunicazione con un eventuale sistema di controllo centrale potrà essere realizzata con uno dei seguenti protocolli:

- ABB SPA-bus
- LON-bus secondo ABB Lon Application Guide (LAG 1.4)
- IEC 60870-5-103 (in accordo alle specifiche VDEW)
- MODBUS RTU

L'alimentazione ausiliaria potrà essere scelta tra i valori 48...220Vcc ed il consumo di potenza non dovrà essere superiore ai 40W.

20.7.24 CAVETTERIA E CIRCUITI AUSILIARI

Tutti i circuiti ausiliari di comando e segnalazione dovranno essere realizzati con conduttori non propaganti l'incendio tipo N07V-K CEI-UNEL 35752, modalità di prova secondo CEI 20-22, di colore nero e di sezione di 1,5 mm² (escluso interruttore per cui è ammessa una sezione di 1mm² per i propri circuiti ausiliari).

I circuiti amperometrici dovranno essere realizzati con conduttori con caratteristiche come sopra, ma aventi sezione di 2,5mm².

Per i conduttori di protezione, in accordo con quanto prescritto dalla Norma IEC 60446, dovranno essere utilizzati cavi bicolore giallo-verde.

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, dovranno essere protetti da condotti metallici opportunamente messi a terra.

Per l'individuazione dei conduttori, dovrà essere adottato il sistema dell'”individuazione del conduttore dipendente dal morsetto vicino” in accordo a quanto prescritto dalla Norma IEC 60391.

Tutti i conduttori dei circuiti, relativi alle apparecchiature contenute nei quadri, dovranno essere attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale incombustibile e non igroscopico in classe VO a Norme UL94.

Il serraggio dei terminali nel morsetto, dovrà essere del tipo antivibrante per il collegamento lato cliente.

Le morsettiere, destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro, dovranno essere proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto. Dovrà inoltre essere previsto un numero di morsetti aggiuntivi di numero pari al 5% dei morsetti utilizzati.

20.7.25 PROVE E CERTIFICAZIONI

Il quadro dovrà essere sottoposto alle prove di accettazione e collaudo presso la fabbrica del costruttore previste dalle relative norme CEI/IEC, alla presenza del cliente o di un suo rappresentante.

Dovranno inoltre essere forniti i certificati relativi alle seguenti prove di tipo eseguite su

scomparti simili a quelli della presente fornitura:

- prova di corrente di breve durata
- prova di riscaldamento
- prova di isolamento
- prova di tenuta all'arco interno (solo per quadri a tenuta d'arco interno)

Tali prove dovranno essere realizzate presso Laboratori accreditati SINAL in modo da garantire al committente l'imparzialità e la competenza tecnica del laboratorio.

20.7.26 DOCUMENTI DA FORNIRE A FINE LAVORI

Contestualmente al quadro dovranno essere forniti i seguenti documenti:

- Schemi elettrici circuitali di cablaggio
- Disegno delle fondazioni del quadro con sistema di fissaggio a pavimento e forature soletta
- Schema unifilare
- Disegno d'assieme con dimensioni di ingombro e pesi statici e dinamici (definitivo)
- Manuale di installazione e manutenzione del quadro
- Manuale di manutenzione ed installazione delle apparecchiature principali
- Certificati di collaudo del quadro

20.7.27 GARANZIA E SISTEMA DI QUALITÀ

Durata della garanzia: 12 mesi dalla messa in servizio, ma non oltre 18 mesi dalla consegna.

Dovrà essere garantita la buona qualità e costruzione dei materiali, si dovranno sostituire o riparare durante il periodo sopracitato gratuitamente nel più breve tempo possibile quelle parti che, per cattiva qualità di materiale, per difetto di lavorazione o per imperfetto montaggio, si dimostrassero difettose.

Tali lavori dovranno essere eseguiti presso le officine del costruttore oppure sul luogo di installazione.

Il costruttore del quadro, al fine di garantire la qualità del suo prodotto, dovrà dimostrare di applicare un sistema di qualità rispondente ai più severi standard internazionali.

In particolare, il sistema di qualità del costruttore dovrà essere conforme alle Norme ISO9001.

A conferma dell'impegno per la tutela ambientale, il costruttore dovrà, inoltre, essere dotato di certificazione attestante l'utilizzo di un sistema ambientale conforme a quanto prescritto dalle Norme ISO14001.

20.8 CAVI ELETTRICI

20.8.1 CAVI ELETTRICI MT

Per l'ingresso dei cavi di MT nelle apparecchiature (dal basso) si dovrà prevedere un apposito cunicolo opportunamente dimensionato o, qualora non fosse possibile realizzare il cunicolo, sopraelevare le apparecchiature attraverso uno zoccolo di altezza 35cm opportunamente realizzato allo scopo.

Le linee di media tensione interrate saranno costituite da cavi MT in corda di rame rigido, isolati in gomma (tipo RG7) con tensione di isolamento 18/30 kV e dovranno rispondere alle norme C.E.I. 20-13 e 20-16.

La posa dovrà rispettare quanto stabilito dalla norma C.E.I. 11-17; in particolare il raggio minimo di curvatura dovrà essere almeno 16 volte quello del cavo ed il massimo sforzo di tiro nella posa in opera non dovrà superare 60N per mm² di sezione totale del ramo applicato al conduttore.

Le canalizzazioni interrate relative ai cavi MT saranno costituite da tubo in polietilene per posa interrata, a doppia parete (corrugato esternamente/liscio internamente), posto ad una profondità non inferiore a 100cm, annegato in getto di calcestruzzo o comunque protetto da un cappa di calcestruzzo; ogni 25m di percorso e comunque in tutti i cambiamenti di direzione sarà disposto un pozzetto ispezionabile, tale da garantire la sfilabilità dei cavi.

20.9 CANALIZZAZIONI

20.9.1 GENERALITÀ

Tutte le canalizzazioni e le tubazioni dovranno scorrere sempre perpendicolarmente agli spigoli dei locali e dovranno essere evitati tratti obliqui, dovranno avere sezioni e diametri adeguati al numero di conduttori posati all'interno di esse in modo tale da consentire la sfilabilità e la reinfilabilità dei cavi secondo quanto specificato dalle Norme C.E.I. 64-8/5 Art. 522.8.1.2; il diametro nominale del tubo o del condotto deve essere maggiore di 1.4 volte il diametro del cavo o del fascio di cavi contenuti.

I cavi in tubi devono essere raggruppati in modo che i conduttori di tutte le fasi (e del neutro eventualmente) dello stesso circuito siano infilati nel medesimo tubo.

Le canalizzazioni in versione da esterno dovranno essere corredate di tutti i necessari accessori (raccordi, angolari, giunti, pressacavi, etc. ..) in maniera da garantire il grado di protezione nominale in ogni parte dell'impianto e dovranno essere opportunamente fissate per mezzo degli appositi accessori.

Tutte le tubazioni dovranno essere staffate tramite fascette serratubo metalliche ad interdistanza di 1,5 m.; tutti i raccordi dovranno avvenire tramite bocchettoni e/o mediante l'interposizione di cassette rompitratta. In ogni caso fra due cassette o scatole di infilaggio non dovranno esservi più di due curve a 90°.

Tutte le canalizzazioni e le tubazioni dovranno scorrere sempre perpendicolarmente agli spigoli dei locali e dovranno essere evitati tratti obliqui, dovranno avere sezioni e diametri adeguati al numero di conduttori posati all'interno di esse in modo tale da consentire la sfilabilità e la reinfilabilità dei cavi secondo quanto specificato dalle Norme C.E.I. 64-8/5 Art. 522.8.1.2.

Per tutte le canalizzazioni a sezione circolare (TAZ, PVC, PET etc...) il diametro nominale del tubo o del condotto deve essere maggiore di 1.4 volte il diametro del cavo o del fascio di cavi contenuti.

Per tutte le canalizzazioni a sezione rettangolare (canale di acciaio smaltato, canalina a parete etc.) la sezione trasversale del canale deve essere maggiore di 2 volte la sezione del fascio di cavi contenuti.

Nei tratti verticali i cavi all'interno della canale o su passerella dovranno essere fissati con opportune fascette. Tutti i canali dovranno essere muniti di coperchio asportabile.

Le cassette di derivazione dovranno avere dimensioni tali da contenere le morsettiere per un'agevole collegamento di tutte le derivazioni necessarie, tenendo conto di un eventuale ampliamento dell'impianto.

Tutte le cassette con dimensioni inferiori a 100x100 mm saranno considerabili quali cassette rompitratto.

Tutte le cassette di derivazione dovranno essere provviste di tappo con chiusura asportabile solo ed esclusivamente con apposita attrezzatura.

Tutte le cassette dovranno avere, forma quadrata e/o rettangolare, grado di protezione minimo IP44 minimo comunque conformi alle caratteristiche del locali come da normativa C.E.I., imbocchi attuabili solo con passacavi e/o pressacavi e/o raccordi filettati compatibilmente col grado di protezione richiesto, accessoriabilità con piastra di fondo e/o guida DIN fissate con viti, morsetti con caratteristiche come da indicazioni del presente Capitolato.

Negli ambienti molto umidi, all'esterno, nelle intercapedini, ecc., tutte le cassette dovranno essere dotate di appositi adattatori per permettere l'eliminazione della eventuale condensa.

20.9.2 TUBAZIONI SOTTOTRACCIA

Le canalizzazioni in versione da incasso dovranno essere realizzate in tubo flessibile corrugato autoestinguente con resistenza meccanica allo schiacciamento minima di 350N/5cm per posa a parete o soffitto e di 750N/5cm per posa sotto pavimento.

Le derivazioni dovranno essere effettuate, con appositi morsetti isolanti di sezione adeguata al cavo, esclusivamente entro apposite scatole da derivazione; si dovranno inoltre predisporre scatole in corrispondenza dei bruschi cambiamenti di direzione (angoli retti) e scatole rompitratto nei tratti più lunghi al fine di garantire una agevole sfilabilità dei cavi.

20.10 COLLEGAMENTI ELETTRICI

Nel collegamento si intendono compresi, di norma, i cavi elettrici di collegamento tra i vari strumenti in campo ed entro i quadri ed armadi di contenimento, gli accessori relativi (morsetterie, segnafile, interruttori, ecc.) e gli accessori di installazione quali vassoi portacavi. Le alimentazioni ai singoli strumenti in campo e sul pannello dovranno essere separate e provenire ciascuna da punti terminali a morsetteria e da singoli interruttori provvisti di protezione magnetica.

I cavi per termocoppie dovranno essere in accordo con le norme ISA. Il giunto freddo della

termocoppia dovrà essere effettuato allo strumento di misura.

I cavi schermati per trasmissione segnali di misura dovranno essere impiegati per misure analogiche in tensione quando la impedenza della sorgente sia maggiore di 1000 ohm e comunque quando la misura sia collegata ad un calcolatore.

Il collegamento delle termoresistenze dovrà essere fatto mediante cavo a tre conduttori.

20.11 PROTEZIONE STRUMENTI CONTRO BASSE TEMPERATURE

Quando gli strumenti siano destinati a funzionare a temperatura ambiente tale che possa causare imprecisioni nelle misure, ad esempio per congelamento od eccessiva viscosità o per precipitazione di sali nel fluido in cui la misura viene effettuata, saranno previsti adeguati mezzi di protezione quali isolamento, uso di liquidi di separazione, riscaldamento mediante serpentini di vapore, tracciamento elettrico installazione degli strumenti in contenitori o locali riscaldati.

Il riscaldamento sarà limitato alle parti dello strumento che saranno a contatto con il fluido di processo. La temperatura delle varie parti dello strumento non dovrà, in ogni caso, superare i limiti specificati dal costruttore.

La rete di distribuzione del vapore sarà realizzata in modo tale che qualunque manovra fatta dagli altri utilizzatori non metta fuori servizio la rete di vapore per il riscaldamento degli strumenti.

20.12 DOCUMENTI FINE LAVORI

Al termine dei lavori dovrà essere consegnata la seguente documentazione:

- Dichiarazione di Conformità e relativa documentazione allegata;
- Certificazione Quadri MT;
- Certificazione Gruppo Elettrogeno e relativo quadro elettrico;
- Certificazioni attestazione cavi rete fonia dati;
- Libretti di istruzioni;
- Schemi Quadri Elettrici;
- Schemi elettrici funzionali;
- Disegno del frontequadro, particolare del sistema di fissaggio a pavimento o a parete;
- Schema unificare con indicata la marca ed il tipo delle apparecchiature utilizzate;
- La composizione delle morsettiere d'ingresso e d'uscita, con l'indicazione del numero, del tipo, della marca del morsetto e il simbolo ad esso abbinato e utilizzato negli schemi elettrici. Le morsettiere suddette saranno inoltre suddivise in gruppi funzionali a seconda del servizio svolto (cosa che sarà pure indicata in loro prossimità);
- Planimetrie;
- Planimetrie omologhe a quelle di progetto con sopra riportata l'effettiva realizzazione dell'impianto elettrico;

- Marca e Tipo delle Apparecchiature installate

Gli schemi e i disegni dovranno essere consegnati anche su supporto informatico compatibili con ambiente operativo Windows® (in formato Autodesk Autocad® DWG o formato di interscambio DXF per gli elaborati grafici, in formato Microsoft Word® od ASCII standard TXT per gli elaborati tecnici descrittivi e le specifiche di fornitura prodotti dall'Appaltatore, in formato Joint Photo Expert Group® JPG - compressione Huffman <20 - o Aldus Corporation® TIFF - compressione LZW - per i certificati ed i documenti non altrimenti riproducibili). Dovrà essere comunque consegnata una copia dei file in formato non riproducibile (PDF).

Dovranno essere rilasciate comunque tutte le certificazioni previste dalla Legge e dalla normativa ad oggi in vigore.