

1. CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

1.1 PARTE PRIMA

TITOLO I - TERMINI DI ESECUZIONE E PENALI

- Art. 1 - Dichiarazione impegnativa dell'Appaltatore
- Art. 2 - Oggetto dell'appalto
- Art. 3 - Forma e ammontare dell'appalto
- Art. 4 - Funzioni, compiti e responsabilità del Committente
- Art. 5 - Funzioni, compiti e responsabilità del Responsabile dei Lavori
- Art. 6 - Direzione dei Lavori
- Art. 7 - Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore dei Lavori
- Art. 8 - Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore Operativo
- Art. 9 - Funzioni, compiti e responsabilità dell'Ispettore di Cantiere
- Art. 10 - Funzioni, compiti e responsabilità del Coordinatore in materia di sicurezza per la progettazione
- Art. 11 - Funzioni, compiti e responsabilità del Coordinatore in materia di sicurezza per l'esecuzione dei lavori
- Art. 12 - Riservatezza del contratto
- Art. 13 - Penali
- Art. 14 - Difesa ambientale
- Art. 15 - Trattamento dei dati personali

TITOLO II - ESECUZIONE DEI LAVORI

- Art. 16 - Ordini di servizio
- Art. 17 - Consegna, inizio ed esecuzione dei lavori
- Art. 18 - Impianto del cantiere e programma dei lavori
- Art. 19 - Accettazione dei materiali
- Art. 20 - Accettazione degli impianti e delle forniture

TITOLO III - SOSPENSIONI E RIPRESE DEI LAVORI

- Art. 21 - Sospensioni, riprese e proroghe dei lavori
- Art. 22 - Sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato o per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza

TITOLO IV - VARIANTI IN CORSO D'OPERA

- Art. 23 - Varianti in corso d'opera

TITOLO V - ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

- Art. 24 - Funzioni, compiti e responsabilità dell'Appaltatore
- Art. 25 - Personale dell'Appaltatore
- Art. 26 - Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore tecnico di cantiere
- Art. 27 - Funzione, compiti e responsabilità dei lavoratori autonomi e delle imprese subappaltatrici
- Art. 28 - Disciplina del cantiere
- Art. 29 - Disciplina dei subappalti
- Art. 30 - Rinvenimento di oggetti

Art. 31 - Garanzie e coperture assicurative

Art. 32 - Norme di sicurezza

Art. 33 - Lavoro notturno e festivo

TITOLO VI - VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 34 - Valutazione dei lavori - Condizioni generali

Art. 35 - Valutazione dei lavori a misura, a corpo

Art. 36 - Valutazione dei lavori in economia

TITOLO VII - LIQUIDAZIONE DEI CORRISPETTIVI

Art. 37 - Forma dell'Appalto

Art. 38 - Importo dell'Appalto

Art. 39 - Distribuzione degli importi

Art. 40 - Lavori in economia

Art. 41 - Nuovi prezzi

Art. 42 - Invariabilità dei prezzi

Art. 43 - Contabilità dei lavori

Art. 44 - Stati di avanzamento dei lavori - Pagamenti

Art. 45 - Conto finale

Art. 46 - Eccezioni dell'Appaltatore

TITOLO VIII - CONTROLLI

Art. 47 - Prove e verifiche dei lavori, riserve dell'appaltatore

TITOLO IX - SPECIFICHE MODALITÀ E TERMINI DI COLLAUDO

Art. 48 - Ultimazione dei lavori e consegna delle opere

Art. 49 - Collaudo delle opere

Art. 50 - Certificato di regolare esecuzione

Art. 51 - Svincolo della cauzione

Art. 52 - Collaudo statico

Art. 53 - Proroghe

Art. 54 - Anticipata consegna delle opere

Art. 55 - Garanzie

TITOLO X - DISCIPLINA DEL CONTRATTO E MODALITÀ DI SOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE

Art. 56 - Danni alle opere

Art. 57 - Cause di forza maggiore

Art. 58 - Vicende soggettive all'esecutore del contratto

Art. 59 - Cessione dei crediti derivanti dal contratto

Art. 60 - Risoluzione del contratto

Art. 61 - Transazione

Art. 62 - Accordo bonario

Art. 63 - Arbitrato

Art. 64 - Giurisdizione

1.2_PARTE SECONDA

TITOLO I - OPERE

CAPO I_Oggetto ed ammontare dell'appalto, designazione, forma e principali dimensioni delle opere

Art. 65 - Oggetto dell'appalto

Art. 66 - Ammontare dell'appalto

Art. 67 - Designazione, forma e principali dimensioni delle opere

CAPO II_Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di indagini, tracciamenti, scavi, demolizioni e monitoraggio

Art. 68 - Indagini preliminari

Art. 69 - Tracciamenti, scavi e rinterri

Art. 70 - Demolizioni e rimozioni

CAPO III_Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di noli e trasporti

Art. 71 - Metodologie di posa

Art. 72 - Opere provvisorie

Art. 73 - Noleggi

Art. 74 - Trasporti

CAPO IV_Prescrizioni su qualità, provenienza e controllo dei materiali e delle forniture

Art. 75 - Materie prime

Art. 76 - Controlli

Art. 77 - Centrale di aspirazione e biofiltrazione del biogas

Art. 78 - Pompa svuotamento pozzi

Art. 79 - Compressore a vite

Art. 80 - Semilavorati

Art. 81 - Prove dei materiali

Art. 82 - Indicazioni e responsabilità esecutive in corso d'opera

CAPO V - Prescrizioni tecniche per l'esecuzione delle opere

Art. 83 - Strutture portanti

CAPO VI - Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di opere di regimentazione e raccolta delle acque

Art. 84 - Prescrizioni e prove sui materiali

CAPO VII - Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di reti di servizio

Art. 85 - Acquedotti e fognature

CAPO VIII - Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di impianti elettrici

Art. 86 - Prescrizioni tecniche generali

Art. 87 - Rifasamento degli impianti

Art. 88 - Stazioni di energia

Art. 89 - Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti

Art. 90 - Disposizioni particolari per gli impianti di illuminazione

- Art. 91 - Dispositivi particolari per impianti per servizi tecnologici e per servizi generali
- Art. 92 - Qualità e caratteristiche dei materiali
- Art. 93 - Consegna dei lavori
- Art. 94 - Esecuzione dei lavori
- Art. 95 - Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti
- Art. 96 - Verifica provvisoria, consegna e norme per il collaudo degli impianti
- Art. 97 - Garanzia degli impianti
- Art. 98 - Richiami ad altre disposizioni vigenti

CAPO IX - Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di opere stradali e piazzali

- Art. 99 - Realizzazione di massicciate stradali
- Art. 100 - Realizzazione di strati di base
- Art. 101 - Realizzazione di strati di collegamento e di usura
- Art. 102 - Lavorazioni varie

CAPO X - Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di opere di regimentazione e raccolta delle acque

- Art. 103 - Prescrizioni e prove sui materiali

CAPO XI- Prescrizioni tecniche per esecuzione di opere complementari

- Art. 104 - Opere da fabbro: cancelli e recinzioni
- Art. 105 - Opere varie
- Art. 106 - Sistemazioni a verde ed opere di ingegneria naturalistica
- Art. 107 - Videosorveglianza
- Art. 108 - Sistema antincendio

CAPO XII- Monitoraggio e controllo

- Art. 109 - Analisi di laboratorio: acque, percolato ed aria
- Art. 110 - Rilevazioni topografiche e cartellonistica
- Art. 111 - Rapporti finali

1. Capitolato Speciale di Appalto

Le norme tecniche di riferimento per il presente capitolato speciale dovranno essere quelle vigenti al momento della realizzazione dei lavori.

Pertanto, in caso di contrasto fra le norme richiamate nel presente documento e quelle in vigore al momento dell'inizio dei lavori, prevarranno queste ultime.

1.1 PARTE PRIMA

TITOLO I - TERMINI DI ESECUZIONE E PENALI

Art. 1

Dichiarazione impegnativa dell'appaltatore

Costituiscono parte integrante del Contratto, ai sensi del d. lgs. 163/2006 e del relativo regolamento D.P.R. n. 207/2010, oltre al presente "Capitolato Speciale d'Appalto", i seguenti documenti:

- elaborati grafici progettuali;
- specifiche tecniche e relazioni tecniche di progetto;
- l'elenco dei prezzi unitari o la stima economica complessiva dell'intervento;
- il piano di sicurezza e di coordinamento art. 100 del d.lgs. 81/08 (quando previsto), il piano di sicurezza sostitutivo e il piano operativo di sicurezza;
- computo metrico estimativo delle opere relative alla sicurezza non soggette a ribasso;
- il programma integrato dei lavori;
- il fascicolo conforme all'art. 91 comma 1 lettera b) del d.lgs. 81/08;
- l'offerta presentata dall'Appaltatore.

Sono esclusi dal contratto tutti gli elaborati progettuali non espressamente indicati.

L'Appaltatore dichiara di accettare le condizioni contenute nel Contratto e di disporre dei mezzi tecnici e finanziari necessari per assolvere agli impegni che ne derivano.

L'Appaltatore dichiara inoltre di aver preso visione dell'area di lavoro e dei disegni di progetto e di essere perfettamente edotto di tutte le condizioni tecniche ed economiche necessarie per una corretta valutazione dell'Appalto.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal codice civile (e non escluse da altre norme del presente capitolato) o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto. Salvo quanto previsto dal presente capitolato e dal contratto, l'esecuzione dell'opera in oggetto è disciplinata da tutte le disposizioni vigenti in materia. Le parti si impegnano comunque all'osservanza:

- a) delle leggi, decreti, regolamenti e circolari emanati e vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
- b) delle leggi, decreti, regolamenti e circolari emanati e vigenti nella Regione, Provincia e Comune in cui si esegue l'appalto;
- c) delle norme tecniche e decreti di applicazione;
- d) delle leggi e normative sulla sicurezza, tutela dei lavoratori, prevenzione infortuni ed incendi;
- e) di tutta la normativa tecnica vigente e di quella citata dal presente capitolato (nonché delle norme CNR, CEI, UNI ed altre specifiche europee espressamente adottate);
- f) dell'elenco prezzi allegato al contratto;
- g) dei disegni di progetto contenuti in questo capitolato.

Resta tuttavia stabilito che la Direzione dei Lavori potrà fornire in qualsiasi momento, durante il corso dei lavori, disegni, specifiche e particolari conformi al progetto originale e relativi alle opere da svolgere, anche se non espressamente citati nel presente capitolato; tali elaborati potranno essere utilizzati soltanto per favorire una migliore comprensione di dettaglio di alcune parti specifiche dell'opera già definite nei disegni contrattuali.

In presenza degli impianti di cui all'art. 1 del D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, una particolare attenzione dovrà essere riservata, dall'Appaltatore, al pieno rispetto delle condizioni previste dalla legge medesima, in ordine alla "sicurezza degli impianti" ed ai conseguenti adempimenti, se ed in quanto dovuti.

Art. 2

Oggetto dell'appalto

L'Appalto ha per oggetto i lavori, le somministrazioni e le forniture complementari occorrenti per la realizzazione delle opere di "Bonifica e di messa in sicurezza della discarica di RSU sita alla località Scheda di Celio del Comune di Frigento (AV)", indicate nella documentazione di progetto e nelle specifiche tecniche, nonché le prestazioni di mano d'opera, la fornitura di materiali e le opere murarie occorrenti per la posa in opera e per l'assistenza alle ditte fornitrici di installazioni o prestazioni non compresi nell'Appalto, ma facenti parte del medesimo complesso alla cui realizzazione si riferisce

l'Appalto. Il contenuto dei documenti di progetto deve essere ritenuto esplicativo al fine di consentire all'Appaltatore di valutare l'oggetto dei lavori ed in nessun caso limitativo per quanto riguarda lo scopo del lavoro.

Deve pertanto intendersi compreso nell'Appalto anche quanto non espressamente indicato ma comunque necessario per la realizzazione delle diverse opere. Le opere saranno eseguite a perfetta regola d'arte, saranno finite in ogni parte e dovranno risultare atte allo scopo cui sono destinate, scopo del quale l'Appaltatore dichiara di essere a perfetta conoscenza. Fanno parte dell'Appalto anche eventuali varianti, modifiche e aggiunte a quanto previsto nei documenti sopracitati che potranno essere richiesti all'Appaltatore in corso d'opera per mezzo di altri disegni complementari ed integrativi o per mezzo di istruzioni espresse sia dal Direttore dei Lavori che dal Committente ed anche le eventuali prestazioni di mano d'opera e mezzi per assistenza ad altre Imprese fornitrici di installazioni e prestazioni non compresi nel presente Appalto, ma facenti parte del medesimo complesso. L'Appaltatore prende atto che il Committente si riserva di incorporare dall'Appalto e fare eseguire ad altre Imprese, a suo insindacabile giudizio, parte delle opere oggetto dell'Appalto stesso, senza che per tale motivo l'Appaltatore possa avanzare riserve o chiedere risarcimenti o particolari compensi, salvo quanto disposto dall'articolo 3 del presente Capitolato.

Fanno inoltre parte dell'Appalto il coordinamento delle procedure esecutive e la fornitura degli apprestamenti e delle attrezzature atti a garantire, durante le fasi lavorative, la conformità a tutte le norme di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nel rispetto dell'art. 15 - Misure generali di tutela - del d.lgs. 81/08.

Art. 3

Forma e ammontare dell'appalto

L'ubicazione, la forma, il numero e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dai disegni di progetto e dalle relative specifiche tecniche, salvo quanto verrà meglio precisato in sede esecutiva dalla Direzione dei Lavori.

In concreto l'appalto delle opere comprende le seguenti categorie di lavoro (Cfr. allegato *Computo metrico*):

Computo	€ 1 385 000,00	100,000%
Preparazione aree	€ 40 995,22	2,960%
Zona A_Riabbancamento	€ 42 021,87	3,034%
Raccolta acque superficiali	€ 62 380,73	4,504%
Opere d'arte ed impianti	€ 68 659,88	4,957%
Capping	€ 530 656,00	38,315%
Captazione biogas	€ 71 057,99	5,131%
Raccolta percolato	€ 48 400,34	3,495%
Recinzione	€ 20 875,22	1,507%
Raccolta acque capping	€ 44 492,14	3,212%
Monitoraggio	€ 44 681,95	3,226%
Opere a verde	€ 16 723,51	1,207%
Antincendio	€ 426,15	0,031%
Diaframmi drenanti	€ 146 959,49	10,611%
Diaframma impermeabile	€ 213 022,95	15,381%
Strada e piazzale di accesso	€ 33 646,56	2,429%
Totale lavori	€ 1 385 000,00	100,00%

Si intendono esclusi gli oneri della sicurezza, pari ad **€ 36.875,44**, non soggetti a ribasso.

Le indicazioni di cui sopra, nonché quelle di cui ai precedenti articoli ed i disegni di progetto, debbono ritenersi come atti ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle varie specie di opere comprese nell'Appalto.

Il committente si riserva comunque l'insindacabile facoltà di introdurre nelle opere stesse, sia all'atto della consegna dei lavori sia in sede di esecuzione, quelle varianti che riterrà opportune nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa da ciò trarre motivi per avanzare pretese di compensi e indennizzi di qualsiasi natura e specie non stabiliti nel presente Capitolato e sempre che l'importo complessivo dei lavori resti nei limiti dell'articolo corrispondente del Capitolato Generale d'Appalto.

Art. 4

Funzioni, compiti e responsabilità del committente

Il Committente è il soggetto per conto del quale viene realizzata l'intera opera, titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto.

Il Committente o il Responsabile dei Lavori, qualora in possesso dei requisiti di cui all'articolo 98, ha facoltà di svolgere le funzioni sia di coordinatore per la progettazione sia di coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Al fine di permettere la pianificazione dell'esecuzione in condizioni di sicurezza dei lavori o delle fasi di lavoro che si devono svolgere simultaneamente o successivamente tra loro, il Committente o il Responsabile dei Lavori prevede nel progetto la durata di tali lavori o fasi di lavoro.

Nel caso in cui il Committente nomini un Responsabile dei Lavori, non viene esonerato dalle responsabilità connesse alla verifica degli adempimenti in materia di igiene e sicurezza. Nello svolgere tali obblighi il Committente deve instaurare un corretto ed efficace sistema di comunicazione con il Responsabile dei lavori, l'Appaltatore e i coordinatori per la sicurezza.

Art. 5

Funzioni, compiti e responsabilità del responsabile dei lavori

Il Responsabile dei Lavori è il soggetto che può essere incaricato dal Committente ai fini della progettazione, della esecuzione o del controllo dell'esecuzione dell'opera, ai sensi dell'art. 89 del d.lgs. 81/08.

Nel caso di appalto di opera pubblica, il responsabile dei lavori è il Responsabile Unico del procedimento ai sensi dell'art. 10 del d.lgs. 163/06 commi 3 e seguenti.

Il Responsabile Unico del Procedimento vigila sulla corretta esecuzione del contratto.

Nel caso in cui il Responsabile dei Lavori venga nominato dal Committente, la designazione deve contenere l'indicazione degli adempimenti di legge oggetto dell'incarico. Il responsabile dei lavori assume un ruolo sostitutivo del Committente e assume ogni competenza in merito alla effettiva organizzazione delle varie nomine e dei documenti già indicati, oltre alla verifica della messa in atto delle misure predisposte, con la facoltà di autonome valutazioni per eventuali miglioramenti legati ad aggiornamenti tecnologici.

Il grado di responsabilità che il Responsabile dei Lavori viene ad avere nello svolgimento delle sue mansioni connesse all'attuazione delle direttive del Committente è diretto ed equivalente a quello del Committente.

Art. 6

Direzione dei lavori

Il Committente dichiara di aver istituito un ufficio di direzione dei lavori per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione

Il Committente dichiara inoltre di riconoscere l'operato del Direttore dei Lavori quale Suo rappresentante, per tutto quanto attiene all'esecuzione dell'Appalto.

Art. 7

Funzioni, compiti e responsabilità del direttore dei lavori

Il Direttore dei Lavori è un ausiliario del Committente e ne assume la rappresentanza in un ambito strettamente tecnico vigilando sulla buona esecuzione delle opere e sulla loro corrispondenza al progetto e alle norme contrattuali con funzione, per l'Appaltatore, di interlocutore esclusivo relativamente agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione di quanto svolto dall'ufficio della direzione dei lavori ed in particolare relativamente alle attività dei suoi assistenti con funzione di Direttore Operativo e di Ispettore di cantiere, secondo quanto previsto dal d. lgs. 163/06 - *"Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE"*, art. 130 - *Direzione dei lavori*.

Il Direttore dei Lavori si assume ogni responsabilità civile e penale per i vizi e le difformità dell'opera derivanti dall'omissione dei doveri di alta sorveglianza dei lavori, funzionali alla realizzazione dell'opera in conformità al progetto.

Art. 8

Funzioni, compiti e responsabilità del direttore operativo

Il Direttore Operativo, eventualmente nominato dal Committente, è un assistente del Direttore dei Lavori ed a lui risponde direttamente in relazione all'attività svolta relativamente alla verifica ed al controllo della regolarità e della corrispondenza di quanto realizzato alle clausole contrattuali, ai sensi dell'art. 149 del D.P.R. 207/2010.

Al Direttore Operativo competono, con le conseguenti responsabilità, i compiti espressamente affidatigli dal Direttore dei Lavori.

Art. 9

Funzioni, compiti e responsabilità dell'ispettore di cantiere

L'Ispettore di cantiere, eventualmente nominato dal Committente, è un assistente del Direttore dei Lavori ed a lui risponde direttamente in relazione all'attività svolta relativamente alla sorveglianza dei lavori in conformità alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, ai sensi dell'art. 150 del D.P.R. 207/2010.

All'Ispettore di cantiere competono, con le conseguenti responsabilità, i compiti espressamente affidatigli dal Direttore dei Lavori.

Art. 10

Funzioni, compiti e responsabilità del coordinatore in materia di sicurezza per la progettazione

Il Coordinatore della Sicurezza per la Progettazione, designato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori (artt. 91 e 98 d.lgs. 81/08), deve essere in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 98 dello stesso decreto.

Art. 11

Funzioni, compiti e responsabilità del coordinatore in materia di sicurezza per l'esecuzione dei lavori

Il Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori, designato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori (art. 90 del d.lgs. 81/08), è il soggetto incaricato dell'esecuzione dei compiti di cui all'art. 92 del d.lgs. 81/08 e deve essere in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 98 dello stesso decreto.

Art. 12

Riservatezza del contratto

Il Contratto, come pure i suoi allegati, deve essere considerati riservati fra le parti.

Ogni informazione o documento che divenga noto in conseguenza od in occasione dell'esecuzione del Contratto, non potrà essere rivelato a terzi senza il preventivo accordo fra le parti.

In particolare l'Appaltatore non può divulgare notizie, disegni e fotografie riguardanti le opere oggetto dell'Appalto né autorizzare terzi a farlo.

Art. 13

Penali

L'Appaltatore, per il tempo impiegato nell'esecuzione dei lavori oltre il termine contrattuale, salvo il caso di ritardo a lui non imputabile e riconosciuto dal Direttore dei Lavori, dovrà rimborsare al Committente le relative spese di assistenza e sottostare ad una penale pecuniaria stabilita nella misura di **€ 710,94** (euro settecentodieci/94), ovvero nella percentuale di **0,5 per mille** dell'ammontare netto dell'appalto, corrispondente a € 1.421.875,44, per ogni giorno di ritardo. L'ammontare delle spese di assistenza e della penale verrà dedotto dall'importo contrattualmente fissato ancora dovuto oppure sarà trattenuto sulla cauzione.

Art. 14

Difesa ambientale

L'Appaltatore si impegna, nel corso dello svolgimento dei lavori, a salvaguardare l'integrità dell'ambiente, rispettando le norme attualmente vigenti in materia ed adottando tutte le precauzioni possibili per evitare danni di ogni genere.

In particolare, nell'esecuzione delle opere, deve provvedere a:

- evitare l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali;
- effettuare lo scarico dei materiali solo nelle discariche autorizzate;
- segnalare tempestivamente al Committente ed al Direttore dei Lavori il ritrovamento, nel corso dei lavori di scavo, di opere sotterranee che possano provocare rischi di inquinamento o materiali contaminati.

Art. 15

Trattamento dei dati personali

Ai fini e per gli effetti del d.lgs. 196/03 il Committente si riserva il diritto di inserire il nominativo dell'Impresa appaltatrice nell'elenco dei propri clienti ai fini dello svolgimento dei futuri rapporti contrattuali e commerciali, in base all'art. 13 della legge citata.

L'Appaltatore potrà in ogni momento esercitare i diritti previsti dall'art. 7 della legge citata; in particolare potrà chiedere la modifica e la cancellazione dei propri dati.

TITOLO II - ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 16

Ordini di servizio

Il Direttore dei Lavori impartisce, ai sensi dell'art. 152 del D.P.R. 207/2010, tutte le disposizioni ed istruzioni all'Appaltatore mediante un ordine di servizio, redatto in duplice copia e sottoscritto dal Direttore dei Lavori emanante e comunicato all'Appaltatore che lo restituisce firmato per avvenuta conoscenza. L'Appaltatore è tenuto a uniformarvisi, salva la facoltà di esprimere, sui contenuti degli stessi, le proprie osservazioni nei modi e termini prescritti dalla legge.

Art. 17

Consegna, inizio ed esecuzione dei lavori

Il Direttore dei Lavori comunica all'Appaltatore il giorno ed il luogo in cui deve presentarsi per ricevere la consegna dei lavori, munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto. Su indicazione del Direttore dei Lavori devono essere collocati a cura dell'Appaltatore, picchetti, capisaldi, sagome, termini, ovunque si riconoscano necessari.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento.

Il Direttore dei Lavori procederà alla consegna dell'area, redigendo un verbale in contraddittorio con l'Appaltatore in duplice copia firmato dal Direttore dei Lavori e dall'Appaltatore. Dalla data del verbale di consegna decorre il termine utile per il compimento dei lavori. Il verbale deve essere redatto nel rispetto delle procedure, delle condizioni e contenere gli elementi richiamati dall'art. 154 del D.P.R. 207/2010.

Il verbale di consegna contiene l'indicazione delle condizioni e delle circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi. Contiene inoltre l'indicazione delle aree, delle eventuali cave, dei locali e quant'altro concesso all'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori oltre alla dichiarazione che l'area oggetto dei lavori è libera da persone e cose e che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori.

Il Direttore dei Lavori è responsabile della corrispondenza del verbale di consegna dei lavori all'effettivo stato dei luoghi. Qualora l'appaltatore intenda far valere pretese derivanti dalla riscontrata difformità dello stato dei luoghi rispetto a quello previsto in progetto, deve formulare riserva sul verbale di consegna all'atto della sua redazione.

Nel caso di subentro di un Appaltatore ad un altro nell'esecuzione dell'appalto, il Direttore dei Lavori redige apposito verbale in contraddittorio con entrambi gli appaltatori per accertare la reale consistenza dei materiali, dei mezzi d'opera e di quant'altro il nuovo Appaltatore deve assumere dal precedente, oltre ad indicare eventuali indennità da corrispondersi. Subito dopo la consegna dei lavori l'Appaltatore darà inizio alle opere, che dovranno essere ultimate entro i tempi precisati nel programma dei lavori a partire dalla data indicata nel verbale di consegna.

Art. 18

Impianto del cantiere e programma dei lavori

L'Appaltatore dovrà provvedere entro dieci giorni dalla data di consegna all'impianto del cantiere che dovrà essere allestito nei tempi previsti dal programma dei lavori redatto dalla stazione appaltante sulla base di quanto definito in sede di progettazione esecutiva dell'intervento ed allegato ai documenti progettuali consegnati per la gara d'appalto.

Il programma dei lavori è un atto contrattuale che stabilisce la durata delle varie fasi della realizzazione di un'opera.

Il programma dei lavori si rende necessario anche per la definizione delle misure di prevenzione degli infortuni che devono essere predisposte dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori prima e durante lo svolgimento delle opere. In questo senso il programma dei lavori dovrà essere definito negli stessi casi previsti per la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento. In base all'art. 90 del d.lgs. 81/08 questo documento deve essere approntato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori parallelamente alla redazione del progetto ed in accordo con le date di inizio e fine dei lavori stabilite dal contratto principale, individuando nel dettaglio tutti i tempi necessari per l'esecuzione delle parti dell'opera. In mancanza di tale programma l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire le varie fasi di lavoro secondo l'ordine temporale stabilito dalla Direzione dei Lavori senza che ciò costituisca motivo per richiedere risarcimenti o indennizzi.

In presenza di particolari esigenze il Committente si riserva, comunque, la facoltà di apportare modifiche non sostanziali al programma predisposto.

Art. 19

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 capitolato o degli altri atti contrattuali.

Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti che nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della Direzione dei Lavori.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- dalle prescrizioni generali del presente capitolato;
- dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;
- dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;
- da disegni, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta comunque contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

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 dei 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 capitolato o dalla Direzione dei Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, 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 dei 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 ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi. Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite dalle prescrizioni contrattuali.

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.

Art. 20

Accettazione degli impianti e delle forniture

Tutti gli impianti e le forniture presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, delle specifiche del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia.

Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.

I disegni esecutivi riguardanti ogni tipo di impianto e fornitura (ove di competenza dell'Appaltatore) dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori relativi agli impianti indicati ed andranno corredati da relazioni tecnico-descrittive contenenti tutte le informazioni necessarie per un completo esame dei dati progettuali e delle caratteristiche sia delle singole parti che dell'impianto nel suo insieme. L'Appaltatore è tenuto a presentare, contestualmente ai disegni esecutivi, un'adeguata campionatura delle parti costituenti l'impianto nei tipi di installazione richiesti ed una serie di certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati.

Tutte le forniture compreso quelle relative agli impianti non accettate ai sensi del precedente articolo, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite dalle prescrizioni contrattuali.

L'Appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti o parti di essi, la cui accettazione effettuata dalla Direzione dei Lavori non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale o nei tempi previsti dalle garanzie fornite per l'opera e le sue parti.

Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e delle opere relative, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre alle suddette specifiche progettuali o del presente capitolato, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente od indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione od il collaudo ed ogni altra anomalia segnalata dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere prontamente riparate a totale carico e spese dell'Appaltatore.

TITOLO III - SOSPENSIONI E RIPRESE DEI LAVORI

Art. 21

Sospensioni, riprese e proroghe dei lavori

Qualora circostanze speciali impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali, il Direttore dei Lavori può ordinarne la sospensione redigendo apposito verbale in contraddittorio con l'Appaltatore (il quale può apporre le proprie riserve), indicandone le ragioni e l'imputabilità anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna. Nel verbale di sospensione è inoltre indicato lo stato di avanzamento dei lavori, le opere la cui esecuzione rimane interrotta e le cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate ed ultimate senza eccessivi oneri, la consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione, ai sensi dell'art.158 del D.P.R. 207/2010. I termini di consegna si intendono prorogati di tanti giorni quanti sono quelli della sospensione; analogamente si procederà nel caso di sospensione o ritardo derivanti da cause non imputabili all'Appaltatore. L'Appaltatore è comunque tenuto a provvedere alla custodia del cantiere, dei materiali e alla conservazione delle opere eseguite. Tale obbligo cessa solo dopo l'approvazione dell'atto di collaudo. Durante la sospensione dei lavori, il Direttore dei Lavori può disporre visite in cantiere volte ad accertare le condizioni delle opere e la consistenza delle attrezzature e dei mezzi eventualmente presenti, dando, ove occorra, disposizioni nella misura strettamente necessaria per evitare danni alle opere già eseguite, alle condizioni di sicurezza del cantiere e per facilitare la ripresa dei lavori.

La ripresa dei lavori viene effettuata dal Direttore dei Lavori, redigendo opportuno verbale di ripresa dei lavori in contraddittorio con l'Appaltatore (il quale può apporre le proprie riserve), non appena sono cessate le cause della sospensione, nel quale è indicato il nuovo termine contrattuale.

Qualora successivamente alla consegna dei lavori insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, circostanze che impediscano parzialmente il regolare svolgimento dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a proseguire le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non eseguibili mediante apposito verbale.

Nel caso che i lavori debbano essere totalmente o definitivamente sospesi per cause di forza maggiore o per cause dipendenti direttamente od indirettamente dal Committente, l'Appaltatore, oltre alla corrispondente proroga dei tempi di consegna, ha diritto, dopo **90 (novanta) giorni** consecutivi di sospensione, o dopo la notifica da parte del Committente della definitiva sospensione dei lavori:

- al rimborso delle spese vive di cantiere sostenute durante il periodo di sospensione;
- al pagamento del nolo per le attrezzature installate, oppure al pagamento delle spese di rimozione, trasporto e ricollocamento in opera delle stesse, e ciò a scelta del Direttore dei Lavori;
- al pagamento, nei termini contrattuali, dell'importo delle opere, prestazioni e forniture eseguite fino alla data di sospensione dei lavori.

Qualora la sospensione non fosse totale, il Direttore dei Lavori, previo accordo fra le parti, stabilirà l'entità della proroga dei termini di consegna e l'ammontare dell'indennizzo da corrispondere all'Appaltatore stesso.

Sospensioni e ritardi saranno presi in considerazione solo se espressamente riconosciuti come tali con annotazione del Direttore dei Lavori sul giornale dei lavori.

Art. 22

Sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato o per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza

In caso di inosservanza di norme in materia di sicurezza o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il Responsabile dei Lavori ovvero il Committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e igiene del lavoro.

Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il Committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore; la durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

TITOLO IV - VARIANTI IN CORSO D'OPERA

Art. 23

Varianti in corso d'opera

Il Committente si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto del contratto, nei limiti di quanto previsto dalla normativa vigente per le opere pubbliche, le opportune varianti.

Le varianti in corso d'opera possono essere ammesse, sentito il progettista e il Direttore dei Lavori, esclusivamente qualora ricorra uno dei seguenti motivi:

- a) per esigenze derivanti da sopravvenute disposizioni legislative e regolamentari;
- b) per cause impreviste e imprevedibili o per l'intervenuta possibilità di utilizzare materiali, componenti e tecnologie non esistenti al momento della progettazione che possono determinare, senza aumento di costo, significativi miglioramenti nella qualità dell'opera o di sue parti e sempre che non alterino l'impostazione progettuale;
- c) per la presenza di eventi inerenti alla natura e alla specificità dei beni sui quali si interviene verificatisi in corso d'opera, o di rinvenimenti imprevisti o non prevedibili nella fase progettuale;
- d) nei casi previsti dall'articolo 1664, comma 2, del codice civile;
- e) per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione. I titolari di incarichi di progettazione sono responsabili per i danni subiti dal Committente in conseguenza a errori o omissioni in fase di progettazione, ai sensi del d.lgs.12 aprile 2006, n. 163 - *"Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE"*, art. 132 - *Varianti in corso d'opera*.

Non sono considerati varianti gli interventi disposti dal Direttore dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 5% dei lavori costituenti le categorie di lavoro dell'appalto e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Sono inoltre ammesse, nell'esclusivo interesse del Committente, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, purché non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera. Qualora tali varianti eccedano il quinto dell'importo originario del contratto, è facoltà del Committente procedere alla risoluzione del contratto, la quale dà luogo al pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.

Il Committente, durante l'esecuzione dei lavori, può ordinare, alle stesse condizioni del contratto, una diminuzione dei lavori secondo quanto previsto nel Capitolato generale d'appalto.

Non può essere introdotta alcuna variazione o addizione al progetto approvato da parte dell'Appaltatore. Lavori eseguiti e non autorizzati non verranno pagati e sarà a carico dell'Appaltatore la rimessa in pristino dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori.

TITOLO V - ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

Art. 24

Funzioni, compiti e responsabilità dell'appaltatore

L'Appaltatore è colui che assume il compimento dell'opera appaltata con l'organizzazione di tutti i mezzi necessari; pertanto ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- nominare il Direttore tecnico di cantiere e comunicarne il nominativo al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori, al Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;
- comunicare al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori, al Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione il nominativo del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione;
- predisporre e trasmettere al Committente o al Responsabile dei Lavori tutta la documentazione interente la propria idoneità tecnico professionale richiesta e di cui all'art. 90 del d.lgs. 81/08;
- redigere entro trenta giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, il Piano Operativo di Sicurezza conformemente a quanto indicato e prescritto all'art. 89 comma 1 lettera f-ter del d.lgs. 81/08, da considerare quale piano complementare e di dettaglio del Piano di Sicurezza e Coordinamento per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, ai sensi dell'art. 131 del d.lgs. 163/06;
- redigere entro trenta giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, eventuali proposte integrative del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (qualora previsto ai sensi del d.lgs. 81/08);
- nel caso di appalto pubblico, redigere entro trenta giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, un Piano di Sicurezza Sostitutivo del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (qualora non previsto);
- effettuare la rilevazione topografica prima dell'inizio dei lavori, posizionando il caposaldo come da elaborati grafici del *Progetto Esecutivo*, e le successive rilevazioni semestrali imposte dal Decreto Legislativo 36/2003;
- effettuare, a suo esclusivo carico, tutte le copie cartacee degli elaborati grafici e descrittivi (architettonici, geologici, strutturali, impiantistici, ecc.) del *Progetto Esecutivo*, delle eventuali varianti, al fine del loro deposito per l'ottenimento di approvazioni, concessioni, autorizzazioni, pareri, nulla osta, presso gli enti preposti (comprensivo delle spese di bollo, oneri, diritti di segreteria ed altro), previo consenso della Direzione dei Lavori;
- predisporre gli impianti, le attrezzature ed i mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori, nonché gli strumenti ed il personale necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni e controlli;
- predisporre le occorrenti opere provvisorie, quali cesate con relativa illuminazione notturna, recinzioni, baracche per il deposito materiale e per gli altri usi di cantiere, nonché le strade interne occorrenti alla agibilità del cantiere ed in generale quanto previsto dal progetto di intervento relativo alla sicurezza contenuto nei Piani di Sicurezza;
- predisporre per le esigenze del Committente e della Direzione dei Lavori, un locale illuminato e riscaldato con attrezzatura minima da ufficio;
- provvedere agli allacciamenti provvisori, in mancanza di quelli definitivi, per i servizi di acqua, energia elettrica, telefono e fognatura di cantiere;
- provvedere al conseguimento dei permessi di scarico dei materiali e di occupazione del suolo pubblico per le cesate e gli altri usi;
- provvedere all'installazione, all'ingresso del cantiere del regolamentare cartello con le indicazioni relative al progetto, al Committente, all'Impresa esecutrice delle opere, al Progettista, al Direttore dei Lavori;
- munire il personale occupato in cantiere di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. I datori di lavoro con meno di dieci dipendenti possono assolvere a tale obbligo mediante annotazione, su apposito registro di cantiere vidimato dalla Direzione provinciale del lavoro territorialmente competente da tenersi sul luogo di lavoro, degli estremi del personale giornalmente impiegato nei lavori;
- provvedere all'esecuzione dei rilievi delle situazioni di fatto ed ai tracciamenti delle opere in progetto, alla verifica ed alla conservazione dei capisaldi;
- provvedere all'esecuzione dei disegni concernenti lo sviluppo di dettaglio delle opere da eseguire (casellari, tabelle ferri per c.a., sketches, elenchi materiali, schede di lavorazione, schemi di officina, ecc.);
- provvedere al versamento delle garanzie fidejussorie;
- provvedere all'assicurazione con un massimale di **€ 1.500.000,00** (euro unmilione cinquecentomila/00) che tenga indenne il Committente da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione, ai sensi dell'art. 129 del d.lgs. 163/06;
- provvedere all'assicurazione con un massimale **€ 3.000.000,00** (euro tremilioni/00) di responsabilità civile per danni causati anche a terze persone ed a cose di terzi sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione, ai sensi dell'art. 129 del d.lgs. 163/06;

- provvedere alla sorveglianza di cantiere ed alla assicurazione contro il furto tanto per le cose proprie che dei fornitori, alla sua pulizia quotidiana, allo sgombero, a lavori ultimati, delle attrezzature, dei materiali residuati e di quant'altro non utilizzato nelle opere;
- assicurare il tempestivo approntamento in cantiere delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive previste dai piani di sicurezza ovvero richieste dal Coordinatore in fase di esecuzione dei lavori;
- approvvigionare tempestivamente i materiali necessari per l'esecuzione delle opere;
- disporre in cantiere di idonee e qualificate maestranze in funzione delle necessità delle singole fasi dei lavori, segnalando al Direttore dei Lavori l'eventuale personale tecnico ed amministrativo alle sue dipendenze destinato a coadiuvarlo;
- corrispondere ai propri dipendenti le retribuzioni dovute e rilasciare dichiarazione di aver provveduto nei loro confronti alle assistenze, assicurazioni e previdenze secondo le norme di legge e dei contratti collettivi di lavoro;
- provvedere alla fedele esecuzione del progetto esecutivo delle opere date in Appalto, integrato dalle prescrizioni tecniche impartite dal Direttore dei Lavori, in modo che l'esecuzione risulti conforme alle pattuizioni contrattuali e alla perfetta regola d'arte;
- richiedere tempestivamente al Direttore dei Lavori disposizioni per quanto risulti omissso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;
- tenere a disposizione dei Coordinatori per la sicurezza, del Committente ovvero del Responsabile dei Lavori e degli Organi di Vigilanza copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione e al piano di sicurezza;
- tenere a disposizione del Direttore dei Lavori i disegni, le tavole ed i casellari di ordinazione per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione ad estranei e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni ed i modelli avuti in consegna dal Direttore dei Lavori;
- provvedere alla tenuta delle scritture di cantiere, alla redazione della contabilità ed alla stesura degli Stati di Avanzamento, a norma di contratto per quanto attiene alle attrezzature, agli apprestamenti ed alle procedure esecutive previste dal piano di sicurezza e individuate nel computo metrico;
- osservare le prescrizioni delle vigenti leggi in materia di esecuzione di opere in conglomerato cementizio, di accettazione dei materiali da costruzione e provvedere alla eventuale denuncia delle opere in c.a. ai sensi del D.P.R. 380/01; provvedere alla confezione ed all'invio di campioni di legante idraulico, ferro tondo e cubetti di prova del calcestruzzo agli Istituti autorizzati dalla legge, per le normali prove di laboratorio;
- provvedere alla fornitura di materiali, mezzi e mano d'opera occorrenti per le prove di collaudo;
- prestarsi, qualora nel corso dell'opera si manifestino palesi fenomeni che paiano compromettere i risultati finali, agli accertamenti sperimentali necessari per constatare le condizioni di fatto anche ai fini dell'accertamento delle eventuali responsabilità;
- promuovere ed istituire nel cantiere oggetto del presente Capitolato, un sistema gestionale permanente ed organico diretto alla individuazione, valutazione, riduzione e controllo costante dei rischi per la sicurezza e la salute dei dipendenti e dei terzi operanti nell'ambito dell'impresa;
- promuovere le attività di prevenzione dei rischi per la sicurezza e la salute del personale operante in cantiere, in coerenza a principi e misure predeterminati;
- promuovere un programma di informazione e formazione dei lavoratori, individuando i momenti di consultazione dei dipendenti e dei loro rappresentanti;
- mantenere in efficienza i servizi logistici di cantiere (uffici, mensa, spogliatoi, servizi igienici, docce, ecc.);
- assicurare:
 - il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;
 - la più idonea ubicazione delle postazioni di lavoro;
 - le più idonee condizioni di movimentazione dei materiali;
 - il controllo e la manutenzione di ogni impianto che possa determinare situazioni di pericolo per la sicurezza e la salute dei lavoratori;
 - la più idonea sistemazione delle aree di stoccaggio e di deposito;
 - il tempestivo approntamento in cantiere delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive previste dai piani di sicurezza ovvero richieste dal Coordinatore in fase di esecuzione dei lavori;
- rilasciare dichiarazione al Committente di aver sottoposto tutti i lavoratori presenti in cantiere a sorveglianza sanitaria secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o qualora le condizioni di lavoro lo richiedano;
- provvedere alla fedele esecuzione delle attrezzature e degli apprestamenti conformemente alle norme contenute nel piano per la sicurezza e nei documenti di progettazione della sicurezza;
- richiedere tempestivamente disposizioni per quanto risulti omissso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nel piano di sicurezza ovvero proporre modifiche ai piani di sicurezza nel caso in cui tali modifiche assicurino un maggiore grado di sicurezza;
- tenere a disposizione dei Coordinatori per la sicurezza, del Committente ovvero del Responsabile dei Lavori e degli Organi di Vigilanza, copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione e al piano di sicurezza;

- fornire alle imprese subappaltanti e ai lavoratori autonomi presenti in cantiere:
 - adeguata documentazione, informazione e supporto tecnico-organizzativo;
 - le informazioni relative ai rischi derivanti dalle condizioni ambientali nelle immediate vicinanze del cantiere, dalle condizioni logistiche all'interno del cantiere, dalle lavorazioni da eseguire, dall'interferenza con altre imprese secondo quanto previsto dall'art. 81 del d.lgs. 81/08;
 - le informazioni relative all'utilizzo di attrezzature, apprestamenti, macchinari e dispositivi di protezione collettiva ed individuale;
- mettere a disposizione di tutti i Responsabili del Servizio di Prevenzione e Protezione delle imprese subappaltanti e dei lavoratori autonomi il progetto della sicurezza ed il Piano di Sicurezza e Coordinamento;
- corrispondere gli oneri relativi, senza alcun ribasso, in relazione ai lavori affidati in subappalto, qualora vengano affidati anche gli apprestamenti e le opere provvisorie di sicurezza;
- informare il Committente ovvero il Responsabile dei Lavori e i Coordinatori per la sicurezza delle proposte di modifica al Piano di Sicurezza e Coordinamento formulate dalle imprese subappaltanti e dai lavoratori autonomi;
- organizzare il servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori in funzione delle caratteristiche morfologiche, tecniche e procedurali del cantiere oggetto del presente Appalto;
- affiggere e custodire in cantiere una copia della notifica preliminare, degli atti autorizzativi e di tutta la necessaria documentazione di legge;
- fornire al Committente o al Responsabile dei Lavori i nominativi di tutte le imprese e i lavoratori autonomi ai quali intende affidarsi per l'esecuzione di particolari lavorazioni, previa verifica della loro idoneità tecnico-professionale;
- effettuare, qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori e comunque al termine dei lavori, misure fonometriche volte a certificare il rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici valutati in sede di progetto, di cui al D.P.C.M. 5 dicembre 1997 e trasmetterne gli esiti al Committente.

Ogni e qualsiasi danno o responsabilità che dovesse derivare dal mancato rispetto delle disposizioni sopra richiamate, sarà a carico esclusivamente all'Appaltatore con esonero totale della stazione Appaltante.

L'Appaltatore è l'unico responsabile dell'esecuzione delle opere appaltate in conformità a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia, della rispondenza di dette opere e parti di esse alle condizioni contrattuali, dei danni direttamente o indirettamente causati durante lo svolgimento dell'appalto.

Nel caso di inosservanza da parte dell'Appaltatore delle disposizioni di cui sopra, la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà, previa diffida a mettersi in regola, sospendere i lavori restando l'Appaltatore tenuto a risarcire i danni direttamente o indirettamente derivati al Committente in conseguenza della sospensione.

L'Appaltatore ha diritto di muovere obiezioni agli ordini del Direttore dei Lavori, qualora possa dimostrarli contrastanti col buon esito tecnico e con l'economia della costruzione e di subordinare l'obbedienza alla espressa liberazione dalle conseguenti responsabilità, a meno che non sia presumibile un pericolo, nel qual caso ha diritto a rifiutare.

Qualora nella costruzione si verificassero assestamenti, lesioni, difetti od altri inconvenienti, l'Appaltatore deve segnalarli immediatamente al Direttore dei Lavori e prestarsi agli accertamenti sperimentali necessari per riconoscere se egli abbia in qualche modo trasgredito le abituali buone regole di lavoro.

Art. 25

Personale dell'appaltatore

Il personale destinato ai lavori dovrà essere, per numero e qualità, adeguato all'importanza dei lavori da eseguire ed ai termini di consegna stabiliti o concordati con la Direzione dei Lavori anche in relazione a quanto indicato dal programma dei lavori integrato. Dovrà pertanto essere formato e informato in materia di approntamento di opere, di presidi di prevenzione e protezione e in materia di salute e igiene del lavoro.

L'Appaltatore dovrà inoltre osservare le norme e le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti vigenti sull'assunzione, tutela, protezione ed assistenza dei lavoratori impegnati sul cantiere, comunicando, prima della stipula del contratto, gli estremi della propria iscrizione agli Istituti previdenziali ed assicurativi.

Tutti i dipendenti dell'Appaltatore sono tenuti ad osservare:

- i regolamenti in vigore in cantiere;
- le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere;
- le indicazioni contenute nei Piani di Sicurezza e le indicazioni fornite dal Coordinatore per l'esecuzione.

Tutti i dipendenti e/o collaboratori dell'Appaltatore devono essere formati, addestrati e informati alle mansioni disposte, in funzione della figura, e con riferimento alle attrezzature ed alle macchine di cui sono operatori, a cura ed onere dell'Appaltatore medesimo.

L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che per effetto dell'inosservanza stessa dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

Art. 26

Funzioni, compiti e responsabilità del direttore tecnico di cantiere

Il Direttore tecnico di cantiere, nella persona di un tecnico professionalmente abilitato, regolarmente iscritto all'albo di categoria e di competenza professionale estesa ai lavori da eseguire, viene nominato dall'Appaltatore, affinché in nome e per conto suo curi lo svolgimento delle opere, assumendo effettivi poteri dirigenziali e la responsabilità dell'organizzazione dei lavori, pertanto ad esso compete con le conseguenti responsabilità:

- gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- osservare e far osservare a tutte le maestranze presenti in cantiere, le prescrizioni contenute nei Piani della Sicurezza, le norme di coordinamento del presente Capitolato e contrattuali e le indicazioni ricevute dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori;
- allontanare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psico-fisiche tali o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà;
- vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non espressamente autorizzate dal Responsabile dei Lavori.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

Art. 27

Funzioni, compiti e responsabilità dei lavoratori autonomi e delle imprese subappaltatrici

Al lavoratore autonomo ovvero all'impresa subappaltatrice competono con le conseguenti responsabilità:

- il rispetto di tutte le indicazioni contenute nei piani di sicurezza e tutte le richieste del Direttore tecnico dell'Appaltatore;
- l'uso tutte le attrezzature di lavoro ed i dispositivi di protezione individuale in conformità alla normativa vigente;
- la collaborazione e la cooperazione con le imprese coinvolte nel processo costruttivo;
- non pregiudicare con le proprie lavorazioni la sicurezza delle altre imprese presenti in cantiere;
- informare l'Appaltatore sui possibili rischi per gli addetti presenti in cantiere derivanti dalle proprie attività lavorative.

Art. 28

Disciplina del cantiere

Il Direttore tecnico dell'impresa deve mantenere la disciplina nel cantiere; egli è obbligato ad osservare ed a far osservare ad ogni lavoratore presente in cantiere, in ottemperanza alle prescrizioni contrattuali, gli ordini ricevuti dal Direttore dei Lavori e dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione. È tenuto ad allontanare dal cantiere coloro che risultassero incapaci o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà. È inoltre tenuto a vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non autorizzate dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

Le Ditte dirette fornitrici del Committente sono tenute ad osservare l'orario di cantiere e le disposizioni di ordine generale emanate dall'Appaltatore.

L'inosservanza da parte di tali Ditte delle disposizioni predette esonera l'Appaltatore dalle relative responsabilità.

Art. 29

Disciplina dei subappalti

Ai sensi dell'art. 118 del d.lgs.163/06 è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo superiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare. Non si configura come subappalto l'affidamento di attività specifiche a lavoratori autonomi.

È vietato all'Appaltatore cedere ad altri il Contratto sotto pena della sua risoluzione e del risarcimento dei danni a favore del Committente, salvo che per i casi previsti all'art. 116 del d.lgs. 163/06.

Tutte le prestazioni e lavorazioni indicate dal Committente nel progetto esecutivo, a qualsiasi categoria appartengano, sono subappaltabili, ferme restando le vigenti disposizioni che ne prevedono il divieto, fino alla misura massima del 30%, purché commessi a Ditte di gradimento del Committente e del Direttore dei Lavori; a tale scopo l'Appaltatore dovrà predisporre volta per volta l'elenco delle Ditte alle quali intende rivolgersi per il subappalto. L'Appaltatore rimane comunque responsabile, nei confronti del Committente, delle opere e prestazioni subappaltate.

Il Committente potrà far annullare il subappalto per incompetenza od indesiderabilità del subappaltatore, senza essere in questo tenuto ad indennizzi o risarcimenti di sorta.

L'affidamento in subappalto è sottoposto alle seguenti condizioni:

- i concorrenti all'atto dell'offerta o l'Appaltatore, nel caso di varianti in corso di esecuzione, all'atto dell'affidamento, devono indicare i lavori o le parti di opere ovvero i servizi e le forniture o parti di servizi e forniture che intendono subappaltare;
- l'Appaltatore deve provvedere al deposito del contratto di subappalto presso il Committente almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni, corredato di tutta la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore di tutti i requisiti prescritti;
- l'Appaltatore deve praticare, per le prestazioni affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari posti a contratto, con ribasso non superiore al 20%;
- l'Appaltatore che si avvale del subappalto deve allegare alla copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento con il titolare del subappalto.

Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese in subappalto.

L'Appaltatore è responsabile dell'osservanza da parte dei subappaltatori delle norme in materia di trattamento economico e normativo stabilite dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni.

L'Appaltatore e, per suo tramite, i Subappaltatori, devono trasmettere al Committente o al Responsabile dei Lavori prima dell'inizio dei lavori:

- la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, assicurativi e antinfortunistici;
- copia del Piano Operativo di Sicurezza;
- copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi, nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva.

L'Appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutti i subappaltatori operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici Piani redatti dai singoli subappaltatori compatibili tra loro e coerenti con il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del Piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. L'esecuzione delle prestazioni affidate in subappalto non può formare oggetto di ulteriore subappalto salvo che per la fornitura con posa in opera di impianti e di strutture speciali: in tal caso l'Appaltatore è tenuto a comunicare al Committente tutti i sub-contratti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

Art. 30

Rinvenimento di oggetti

L'Appaltatore è tenuto a denunciare al Committente ed al Direttore dei Lavori il rinvenimento, occorso durante l'esecuzione delle opere, di oggetti di interesse archeologico o di valore intrinseco e ad averne la massima cura fino alla consegna.

Art. 31

Garanzie e coperture assicurative

Al momento della stipula del contratto, l'Appaltatore deve prestare una garanzia fidejussoria nella misura del 10 % dell'importo netto dell'Appalto, ai sensi del d.lgs. 163/06 - *"Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE"*, art. 113 - *Garanzie di esecuzione e coperture assicurative*.

In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10 per cento, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento; ove il ribasso sia superiore al 20 per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20 per cento.

La fideiussione bancaria o la polizza assicurativa deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta del Committente.

La suddetta garanzia è fissata per l'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto da parte dell'Appaltatore, del risarcimento di danni derivati dall'inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché del rimborso delle somme che il Committente avesse eventualmente pagato in più durante l'appalto in confronto del credito dell'Appaltatore, risultante dalla liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno.

Il Committente ha il diritto di valersi della cauzione per l'eventuale maggior spesa sostenuta per il completamento dei lavori in caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'Appaltatore. Il Committente ha inoltre il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'Appaltatore per le inadempienze derivanti dall'inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

Resta salva la facoltà del Committente di rivalersi sugli importi eventualmente dovuti a saldo all'Appaltatore o l'esperimento di ogni altra azione nel caso in cui tali importi risultassero insufficienti.

L'Appaltatore è obbligato a reintegrare la garanzia di cui il Committente abbia dovuto valersi, in tutto o in parte, durante l'esecuzione del contratto; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'Appaltatore.

La garanzia fideiussoria è progressivamente svincolata in relazione dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75% dell'iniziale importo garantito. Lo svincolo, nei termini e per le entità di cui sopra, è automatico, senza necessità di benessere del Committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'Appaltatore,

degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione.

L'ammontare residuo, pari al 25% dell'iniziale importo garantito, è svincolato secondo la normativa vigente. Sono nulle le eventuali pattuizioni contrarie o in deroga. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata. La garanzia cessa di avere effetto soltanto alla data di emissione del certificato di collaudo o di regolare esecuzione e dopo che l'Appaltatore avrà dimostrato il completo esaurimento degli obblighi contrattuali e l'estinzione di tutti i crediti nei suoi confronti, inclusi i versamenti degli oneri sociali previsti dalla normativa vigente per la mano d'opera impegnata e la cui estinzione dovrà essere certificata dai competenti Ispettorati del Lavoro. In assenza di tali requisiti, la garanzia definitiva verrà trattenuta dal Committente fino all'adempimento delle condizioni suddette. L'Appaltatore è altresì obbligato a stipulare una polizza assicurativa per tutti i rischi di esecuzione derivanti da qualsiasi causa, salvo quelli legati ad errori di progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori, con decorrenza dalla data di consegna dei lavori e sino alla data di emissione del certificato di collaudo o di regolare esecuzione.

Art. 32

Norme di sicurezza

I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto delle vigenti normative in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro, ai sensi del d.lgs. 81/2008.

Nell'accettare i lavori oggetto del contratto l'Appaltatore dichiara:

- di aver preso conoscenza delle opere provvisorie da predisporre, di aver visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano;
- di aver valutato, nell'offerta, tutte le circostanze ed elementi che influiscono sul costo della manodopera, dei noli e dei trasporti relativamente alle opere provvisorie.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi non si configurino come causa di forza maggiore contemplata nel codice civile (e non escluse da altre norme nel presente Capitolato o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto).

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme di sicurezza e conduzione dei lavori.

L'Appaltatore non potrà subappaltare a terzi le attrezzature, gli apprestamenti e le procedure esecutive o parte di esse senza la necessaria autorizzazione del Committente o del Responsabile dei Lavori ovvero del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ritenesse opportuno, nell'interesse stesso dello sviluppo dei lavori, affidare il subappalto a Ditte specializzate, esso dovrà ottenere preventiva esplicita autorizzazione scritta dal Committente ovvero dal Coordinatore per l'esecuzione.

L'Appaltatore rimane, di fronte al Committente, unico responsabile delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive subappaltate per quanto riguarda la loro conformità alle norme di legge.

È fatto obbligo all'Appaltatore di provvedere ai materiali, ai mezzi d'opera e ai trasporti necessari alla predisposizione di opere provvisorie, che per cause non previste e prevedibili, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il responsabile dei lavori ovvero il Committente, ritengono necessarie per assicurare un livello di sicurezza adeguato alle lavorazioni.

In questo caso per l'esecuzione di lavori non previsti si farà riferimento all'elenco prezzi allegato ovvero si procederà a concordare nuovi prezzi, come riportato nell'articolo corrispondente del Capitolato Speciale d'Appalto - Disposizioni amministrative.

Art. 33

Lavoro notturno e festivo

Nell'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro e nel caso di ritardi tali da non garantire il rispetto dei termini contrattuali, la Direzione dei Lavori potrà ordinare la continuazione delle opere oltre gli orari fissati e nei giorni festivi; in tal caso l'Appaltatore potrà richiedere la corresponsione delle sole tariffe per la mano d'opera previste dalla normativa vigente per queste situazioni.

TITOLO VI - VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 34

Valutazione dei lavori - condizioni generali

Nei prezzi contrattuali sono compresi tutti gli oneri ed obblighi richiamati nel presente capitolato e negli altri atti contrattuali che l'Appaltatore dovrà sostenere per l'esecuzione di tutta l'opera e delle sue parti nei tempi e modi prescritti.

L'esecuzione dell'opera indicata dovrà, comunque, avvenire nella completa applicazione della disciplina vigente relativa alla materia, includendo tutte le fasi contrattuali, di progettazione, di messa in opera, di prevenzione infortuni e tutela dei lavoratori, della sicurezza, ecc. includendo qualunque altro aspetto normativo necessario al completamento dei lavori nel rispetto delle specifiche generali e particolari già citate. I prezzi contrattualmente definiti sono accettati dall'Appaltatore nella più completa ed approfondita conoscenza delle quantità e del tipo di lavoro da svolgere rinunciando a qualunque altra pretesa di carattere economico che dovesse derivare da errata valutazione o mancata conoscenza dei fatti di natura geologica, tecnica, realizzativa o normativa legati all'esecuzione dei lavori.

Le eventuali varianti che comportino modifiche sostanziali al progetto (ampliamenti o riduzioni di cubatura, aggiunta o cancellazione di parti dell'opera, ecc.), dovranno essere ufficialmente autorizzate dalla Direzione dei Lavori e contabilizzate a parte secondo le condizioni contrattuali previste per tali lavori; non sono compresi, in questa categoria, i lavori di rifacimento richiesti per cattiva esecuzione o funzionamento difettoso che dovranno essere eseguiti a totale carico e spese dell'Appaltatore.

Il prezzo previsto per tutte le forniture di materiali e di impianti è comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa in periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'Appaltatore.

Queste norme si applicano per tutti i lavori indicati dal presente capitolato (eseguiti in economia, a misura, a corpo, ecc.) e che saranno, comunque, verificati in contraddittorio con l'Appaltatore; si richiama espressamente, in tal senso, l'applicazione dell'Elenco prezzi indicato nei documenti che disciplinano l'Appalto.

Art. 35

Valutazione dei lavori a corpo

Il prezzo a corpo indicato nel presente capitolato comprende e compensa tutte le lavorazioni, i materiali, gli impianti, i mezzi e la mano d'opera necessari alla completa esecuzione delle opere richieste dalle prescrizioni progettuali e contrattuali, dalle indicazioni della Direzione dei Lavori e da quanto altro, eventualmente specificato, nella piena osservanza della normativa vigente e delle specifiche del presente capitolato.

Il prezzo a corpo convenuto a corpo non può essere modificato sulla base della verifica della quantità o della qualità della prestazione.

- Disposizioni

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire le opere indicate in base ai disegni di progetto ed alle prescrizioni già citate senza introdurre alcuna variazione che non sia ufficialmente autorizzata.

- Norme per la misurazione e criteri per la valutazione di eventuali lavorazioni a misura

Qualora, nell'ambito dei lavori oggetto del presente capitolato, si rendesse necessaria la realizzazione di opere da valutare a misura, queste dovranno essere computate secondo i criteri riportati di seguito. Tutti i prezzi dei lavori valutati a misura sono comprensivi delle spese per il carico, la fornitura, il trasporto, la movimentazione in cantiere e la posa in opera dei materiali includendo, inoltre, le spese per i macchinari di qualsiasi tipo (e relativi operatori), le opere provvisorie, le assicurazioni ed imposte, l'allestimento dei cantieri, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore e quanto altro necessario per la completa esecuzione dell'opera in oggetto. Viene quindi fissato che tutte le opere incluse nei lavori a misura elencate di seguito si intenderanno eseguite con tutte le lavorazioni, i materiali, i mezzi e la mano d'opera necessari alla loro completa corrispondenza con le prescrizioni progettuali e contrattuali, con le indicazioni della Direzione dei Lavori, con le norme vigenti e con quanto previsto dal presente capitolato senza altri oneri aggiuntivi, da parte del Committente, di qualunque tipo. Il prezzo stabilito per i vari materiali e categorie di lavoro è comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa in opera in periodi di tempo diversi, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'Appaltatore. Le norme di misurazione per la contabilizzazione dei lavori hanno specifica rilevanza nei casi di perizia suppletiva e di variante ammessa dalla legislazione vigente.

- Materiali a piè d'opera

I prezzi di elenco per i materiali a piè d'opera, diminuiti del ribasso d'asta, si applicano soltanto:

- a) alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della Direzione dei Lavori come, ad esempio, somministrazioni per lavori in economia, somministrazione di legnami per casseri, paratie, palafitte, travature ecc., alla cui esecuzione provvede direttamente la Stazione Appaltante, la somministrazione di ghiaia o pietrisco, quando l'Impresa non debba effettuarne lo spandimento;
- b) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;
- c) alla valutazione del materiale per l'accreditamento del loro importo nei pagamenti in acconto, ai sensi del D.M. 145/2000 Capitolato Generale;

d) alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dalla Stazione Appaltante quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

I detti prezzi per i materiali a piè d'opera servono pure per la formazione di nuovi prezzi ai quali deve essere applicato il ribasso contrattuale.

In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Appaltatore.

- Demolizioni

Il volume e la superficie di una demolizione parziale o di un foro vengono calcolati in base alle misure indicate sul progetto di demolizione e, in mancanza, in base alle misure reali, rilevate sul posto in contraddittorio.

I materiali di risulta sono di proprietà del Committente, fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore di avviare a sue spese tali materiali a discarica.

Le demolizioni in breccia verranno contabilizzate tenendo conto, oltre che della superficie anche della profondità effettiva della demolizione.

- Scavi in generale

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno valutati su un volume ottenuto dal prodotto dell'area di base della fondazione stessa per la profondità misurata sotto il piano degli scavi di sbancamento, considerando le pareti perfettamente verticali.

Al volume così calcolato si applicheranno i prezzi fissati per tali opere nell'Elenco prezzi allegato al contratto; essi saranno valutati sempre come se fossero stati eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni onere di maggiore scavo.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

- Rilevati, reinterri e riempimenti

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I reinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Il riempimento con misto granulare a ridosso delle opere per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

- Vespai

La contabilizzazione dei vespai sarà effettuata sul volume dei materiali effettivamente utilizzati misurato a lavori eseguiti.

- Casseforme

Le casseforme dovranno essere contabilizzate secondo le superfici delle facce interne a contatto con il conglomerato cementizio.

- Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc., e le strutture costituite da getto in opera, saranno contabilizzati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori. Le lastre ed opere particolari saranno valutate, se espressamente indicato, in base alla superficie.

- Conglomerato cementizio armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro di armatura, che verrà pagato a parte, e del volume del conglomerato corrispondente a vani, aperture, nicchie e simili inferiori a 0,10 m² di superficie e senza contabilizzare la superficie bagnata della cassetta necessaria per formare i suddetti vani, aperture, nicchie e simili.

Nel caso di elementi ornamentali gettati fuori opera il volume sarà considerato in base al minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun elemento includendo anche il costo dell'armatura metallica nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

- Acciaio per strutture in c.a. e c.a.p.

L'acciaio impiegato nelle strutture in cemento armato e cemento armato precompresso verrà computato a peso.

- Manufatti in ferro

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi applicati al peso effettivamente determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Appaltatore o mediante dati riportati da tabelle ufficiali UNI. I prezzi comprendono pure, oltre la fornitura, la posa in opera, l'esecuzione dei necessari fori, la saldatura, la

chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e tre mani di verniciatura, di cui la prima di antiruggine e le due successive della vernice precisata nell'elenco prezzi.

- Verniciature

Le verniciature eseguite su opere metalliche per cancelli, ringhiere, parapetti verranno calcolate, senza considerare i relativi spessori, applicando alle superfici (misurate su una faccia) il coefficiente 2,00.

- Seminagioni e rivestimenti

Le seminagioni ed i rivestimenti sulle scarpate saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi, è compresa la preparazione del terreno ed ogni onere per la piantagione come prescritto dall'omonimo articolo del Capitolo "Qualità e Provenienza dei Materiali - Modalità di Esecuzione di ogni Categoria di Lavoro - Ordine da Tenersi nell'Andamento dei Lavori"..La valutazione viene fatta per metro quadrato.

- Tubazioni

I tubi per lo smaltimento delle acque, saranno pagati a metro lineare e nel prezzo di elenco sarà incluso il massetto di fondazione, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rinfiacco quale sarà prescritto.

- Mano d'opera

I prezzi di elenco si riferiscono ad operai idonei e provvisti dei necessari attrezzi; tali prezzi di elenco comprendono sempre tutte le spese, percentuali ed accessorie nessuna eccettuata, nonchè il beneficio per l'Appaltatore.

Le frazioni di giornata verranno valutate a ore e mezze ore.

I prezzi delle mercedi per lavori in economia si applicheranno unicamente alla mano d'opera fornita dall'Appaltatore in seguito ad ordine della Direzione dei Lavori.

- Noleggi

Per l'applicazione dei prezzi di noleggio di meccanismi in genere, tanto per le ore di funzionamento quanto per quelle di riposo, nelle quali però restano a disposizione della Stazione Appaltante, il noleggio s'intenderà corrisposto per tutto il tempo durante il quale i meccanismi funzioneranno per conto della Stazione Appaltante o resteranno a disposizione della Stazione Appaltante stessa.

Nel computo della durata del noleggio verrà compreso il tempo occorrente per il trasporto, montaggio e rimozione dei meccanismi.

Il prezzo del funzionamento dei meccanismi verrà applicato per quelle ore in cui essi saranno stati effettivamente in attività di lavoro, compreso il tempo occorrente per l'accensione, riscaldamento e spegnimento delle caldaie; in ogni altra condizione di cose, per perditempi qualsiasi, verrà applicato il solo prezzo del noleggio per meccanismi in riposo.

Art. 36

Valutazione dei lavori in economia

Le prestazioni in economia saranno eseguite nella piena applicazione della normativa vigente sulla mano d'opera, i noli, i materiali incluse tutte le prescrizioni contrattuali e le specifiche del presente capitolato; le opere dovranno essere dettagliatamente descritte (nelle quantità, nei tempi di realizzazione, nei materiali, nei mezzi e numero di persone impiegate) e controfirmate dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso di lavori non previsti o non contemplati nel contratto iniziale, le opere da eseguire dovranno essere preventivamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Il prezzo relativo alla mano d'opera dovrà comprendere ogni spesa per la fornitura di tutti gli attrezzi necessari agli operai, la quota delle assicurazioni, la spesa per l'illuminazione, gli accessori, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

Nel prezzo dei noli dovranno essere incluse tutte le operazioni da eseguire per avere le macchine operanti in cantiere, compresi gli operatori, gli operai specializzati, l'assistenza, la spesa per i combustibili, l'energia elettrica, i lubrificanti, i pezzi di ricambio, la manutenzione di qualunque tipo, l'allontanamento dal cantiere e quant'altro si rendesse necessario per la piena funzionalità dei macchinari durante tutto il periodo dei lavori.

Il prezzo dei materiali dovrà includere tutte le spese e gli oneri richiesti per avere i materiali in cantiere immagazzinati in modo idoneo a garantire la loro protezione e tutti gli apparecchi e mezzi d'opera necessari per la loro movimentazione, la mano d'opera richiesta per tali operazioni, le spese generali, i trasporti, le parti danneggiate, l'utile dell'Appaltatore e tutto quanto il necessario alla effettiva installazione delle quantità e qualità richieste.

Tutti i ritardi, le imperfezioni ed i danni causati dalla mancata osservanza di quanto prescritto saranno prontamente riparati, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, a totale carico e spese dell'Appaltatore.

TITOLO VII - LIQUIDAZIONE DEI CORRISPETTIVI

Art. 37

Forma dell'appalto

Tutte le opere oggetto del presente Appalto verranno compensate **a corpo**, sulla base di prezzi globali e forfettari, comprensivi di tutte le opere parziali che compongono le varie opere e che sono descritte nell'allegata specifica tecnica. I prezzi a forfait, anche se non dettagliatamente elencati, includono tutti i lavori e prestazioni necessari per dare l'opera finita, con la sola esclusione di quanto espressamente indicato come da computarsi a misura od in economia e come facente parte di fornitura del Committente o di terzi.

Le opere (a corpo) saranno contabilizzate progressivamente nei vari stati di avanzamento, sulla base di una percentuale equamente stimata di volta in volta e corrispondente alla quota parte del lavoro effettivamente svolto al momento della stesura dello stato di avanzamento.

Eventuali nuove opere, ovvero opere non previste nella citata specifica tecnica verranno contabilizzate a misura, per le quantità effettivamente eseguite, in base ai prezzi unitari previsti nell'allegato elenco dei prezzi unitari.

Solo le opere per le quali verrà esplicitamente richiesta l'esecuzione in economia saranno contabilizzate e liquidate, nella loro effettiva entità risultante dalle bollette di economia, in base ai prezzi unitari previsti nell'allegato elenco dei prezzi unitari.

Art. 38

Importo dell'appalto

L'importo parziale dell'Appalto sarà la cifra risultante dalla sommatoria fra le opere appaltate a corpo e quelle a misura, determinate dall'applicazione dei prezzi contrattuali alle quantità delle opere effettivamente eseguite.

L'importo complessivo dell'Appalto comprenderà anche i lavori in economia.

Il Committente si riserva la facoltà di detrarre fino ad un quarto dell'importo complessivo e di aggiungere opere nella misura che riterrà opportuna, alle condizioni tutte del Contratto di Appalto e ciò a totale deroga degli articoli 1660 e 1661 del c.c.

L'attuazione di varianti o modifiche non dà diritto all'Appaltatore di richiedere particolari compensi oltre il pagamento, alle condizioni contrattuali, delle opere eseguite.

Art. 39

Distribuzione degli importi

Con riferimento agli importi per lavori ed oneri compensati a corpo, compresi nell'appalto, la distribuzione relativa alle varie categorie di lavoro da realizzare risulta riassunta nel seguente prospetto (Cfr. allegato *Computo metrico*):

Computo	€ 1 385 000,00	100,000%
Preparazione aree	€ 40 995,22	2,960%
Zona A_Riabbancamento	€ 42 021,87	3,034%
Raccolta acque superficiali	€ 62 380,73	4,504%
Opere d'arte ed impianti	€ 68 659,88	4,957%
Capping	€ 530 656,00	38,315%
Captazione biogas	€ 71 057,99	5,131%
Raccolta percolato	€ 48 400,34	3,495%
Recinzione	€ 20 875,22	1,507%
Raccolta acque capping	€ 44 492,14	3,212%
Monitoraggio	€ 44 681,95	3,226%
Opere a verde	€ 16 723,51	1,207%
Antincendio	€ 426,15	0,031%
Diaframmi drenanti	€ 146 959,49	10,611%
Diaframma impermeabile	€ 213 022,95	15,381%
Strada e piazzale di accesso	€ 33 646,56	2,429%
Totale lavori	€ 1 385 000,00	100,00%

Si intendono esclusi gli oneri della sicurezza, pari ad **€ 36.875,44**, non soggetti a ribasso.

Art. 40

Lavori in economia

La liquidazione dei lavori in economia è condizionata alla presentazione di appositi fogli di registrazione, forniti dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori, con l'indicazione delle lavorazioni eseguite in corso d'opera e dovrà pertanto, in ogni caso, essere effettuata con le stesse modalità e contenuta entro il prezzo a corpo, secondo quanto stipulato nel *Contratto d'appalto*.

Art. 41

Nuovi prezzi

I prezzi relativi ad eventuali opere non previste nell'“Elenco prezzi” saranno determinati dal Direttore dei Lavori in analogia ai prezzi delle opere contrattuali più simili; se tale riferimento non è possibile, il nuovo prezzo sarà determinato dal Direttore dei Lavori in base ad analisi dei costi, applicando i prezzi unitari di mano d'opera, materiali, noli, trasporti, ecc. indicati nell'“Elenco prezzi” allegato al contratto o comunque con riferimento ai prezzi elementari alla data di formulazione dell'offerta, come indicato all'art. 154 del nuovo Regolamento di esecuzione e attuazione del d.lgs.163 del 12 aprile 2006. In caso di varianti in c.o., i nuovi prezzi sono determinati in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore; qualora l'Appaltatore non iscriva riserva negli atti contabili nei modi previsti i prezzi s'intendono definitivamente accettati. Tutti i nuovi prezzi sono soggetti al ribasso d'asta contrattuale.

Art. 42

Invariabilità dei prezzi

L'Appaltatore dichiara di aver approvvigionato all'atto dell'inizio dei lavori i materiali necessari per l'esecuzione dei lavori affidatigli e di aver tenuto conto nella formulazione dei prezzi contrattuali delle variazioni del costo della mano d'opera prevedibili nel periodo di durata dei lavori; tutti i prezzi si intendono pertanto fissi ed invariabili per tutta la durata dei lavori. Tuttavia, qualora il prezzo di singoli materiali da costruzione, per effetto di circostanze eccezionali, subisca variazioni in aumento o in diminuzione, superiori al 10% rispetto al prezzo rilevato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nell'anno di presentazione dell'offerta, si fa luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale eccedente il 10%, ai sensi del d.lgs. 163/06 - “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”, art. 133 - *Termini di adempimento, penali, adeguamenti dei prezzi*.

La compensazione è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il 10% al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nell'anno solare precedente alle rilevazioni ministeriali e nelle quantità accertate dal Direttore dei Lavori. Le compensazioni di cui sopra possono essere applicate nel limite delle risorse a disposizione del Committente ed in particolare relative alle somme appositamente accantonate per imprevisti in misura non inferiore all'1% del totale dell'importo dei lavori, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, nonché le eventuali ulteriori somme a disposizione. Possono altresì essere utilizzate le somme derivanti da ribassi d'asta, qualora non ne sia prevista una diversa destinazione sulla base delle norme vigenti, nonché le somme disponibili relative ad altri interventi ultimati nei limiti della residua spesa autorizzata.

Art. 43

Contabilità dei lavori

I documenti amministrativi contabili per l'accertamento dei lavori e delle somministrazioni sono quelli previsti dall'art. 181 del D.P.R. 207/2010:

- a) *il giornale dei lavori*, compilato dal Direttore dei Lavori che annoterà l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni, la specie ed il numero di operai, l'attrezzatura tecnica impiegata dall'appaltatore nonché quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori. Inoltre sul giornale sono riportate le circostanze e gli avvenimenti relativi ai lavori che possano influire sugli stessi e gli ordini di servizio, le istruzioni e le prescrizioni del direttore dei lavori, le relazioni indirizzate al Committente, i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove, le contestazioni, le sospensioni e le riprese dei lavori, le varianti, le modifiche od aggiunte ai prezzi.

Durante il corso dei lavori resterà in cantiere, in consegna all'Appaltatore; al termine dei lavori il giornale dei lavori verrà ritirato dal Direttore dei Lavori che lo terrà a disposizione delle parti contraenti;

- b) *i libretti di misura delle lavorazioni e delle provviste*, che dovranno contenere la misura e la classificazione delle lavorazioni e delle provviste secondo la denominazione di contratto nonché eventuali altre memorie esplicative, al fine di dimostrare chiaramente ed esattamente, nelle sue varie parti, la forma ed il modo di esecuzione.

Tali documenti dovranno essere aggiornati quotidianamente dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore sotto la diretta responsabilità del Direttore dei Lavori.

Le lavorazioni e le somministrazioni che per loro natura si giustificano mediante fattura sono sottoposti alle necessarie verifiche da parte del Direttore dei Lavori in modo da verificarne la congruenza con quanto precedentemente concordato e allo stato di fatto.

I lavori a corpo sono annotati su apposito libretto delle misure, sul quale, in occasione di ogni stato d'avanzamento e per ogni categoria di lavorazione in cui il lavoro è stato suddiviso, viene registrata la quota percentuale dell'aliquota relativa alla stessa categoria, rilevabile dal capitolato speciale d'appalto, che è stata eseguita. In occasione di ogni stato d'avanzamento la quota percentuale eseguita dell'aliquota di ogni categoria di lavorazione che è stata eseguita viene riportata distintamente nel registro di contabilità;

- c) *le liste settimanali* nelle quali, a cura dell'Appaltatore, sono indicate le lavorazioni eseguite e le risorse impiegate nell'esecuzione dei lavori;
- d) *il registro di contabilità* contiene la trascrizione delle annotazioni delle lavorazioni e delle somministrazioni contenute nei libretti delle misure e compilato secondo le modalità indicate dalla normativa di riferimento,

segnando per ciascuna partita il richiamo della relativa pagina del libretto ed il corrispondente prezzo unitario di appalto. L'iscrizione delle partite deve essere in ordine cronologico.

Il registro è tenuto dal Direttore dei Lavori ed è firmato dall'Appaltatore, con o senza riserve;

- e) *il sommario del registro di contabilità*, contenente ciascuna partita classificata secondo il rispettivo articolo di elenco e di perizia ed indica, per ogni stato di avanzamento dei lavori, la quantità di ogni lavorazione eseguita ed i relativi importi. Nel caso di lavori a corpo, viene specificata ogni categoria di lavorazione secondo il capitolato speciale, con la indicazione della rispettiva aliquota di incidenza rispetto all'importo contrattuale a corpo;
- f) *gli stati d'avanzamento dei lavori*, nei quali sono riassunte tutte le lavorazioni e tutte le somministrazioni eseguite dal principio dell'appalto sino alla data di redazione degli stessi ed ai quali è allegata una copia degli eventuali elenchi dei nuovi prezzi, indicando gli estremi della intervenuta approvazione.

Gli stati di avanzamento lavori sono redatti dal Direttore dei Lavori quando, in relazione alle modalità specificate nel capitolato speciale d'appalto, si debba effettuare il pagamento di una rata di acconto.

Lo stato di avanzamento è ricavato dal registro di contabilità ma può essere redatto anche utilizzando quantità ed importi progressivi per voce o, nel caso di lavori a corpo, per categoria, riepilogati nel sommario del registro di contabilità;

- g) *i certificati per il pagamento delle rate di acconto*, rilasciati dal Committente sulla base degli stati di avanzamento dei lavori per l'emissione del mandato di pagamento. I certificati di pagamento devono essere annotati nel registro di contabilità.
- h) *il conto finale e la relativa relazione*, redatti dal Direttore dei Lavori entro il termine stabilito nel capitolato speciale e con le stesse modalità previste per lo stato di avanzamento dei lavori. La relazione finale deve indicare le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando la relativa documentazione.

Ciascun soggetto incaricato, per la parte che gli compete secondo le proprie attribuzioni, sottoscrive i documenti contabili ed assume la responsabilità dell'esattezza delle cifre e delle operazioni che ha rilevato, notato o verificato.

Art. 44

Stati di avanzamento dei lavori edili - pagamenti

L'Impresa appaltatrice dei lavori edili avrà diritto a pagamenti in acconto ogni volta il suo credito liquido, al netto, cioè, delle trattenute di legge, raggiunga l'ammontare di **€ 180.000,00 (euro centottantamila/00)**.

Lo stato di avanzamento dei lavori sarà sottoposto al Committente che provvederà, entro **45** (quarantacinque) giorni, al loro esame ed all'emissione dei rispettivi certificati per il pagamento della rata ovvero per il mandato di pagamento relativo. Le liquidazioni delle rate hanno carattere provvisorio e possono quindi essere rettifiche o corrette qualora la Direzione dei Lavori, a seguito di ulteriori accertamenti, lo ritenga necessario. In caso di ritardo nella emissione dei certificati di pagamento o dei titoli di spesa relativi agli acconti e alla rata di saldo rispetto alle condizioni e ai termini stabiliti dal contratto spettano all'esecutore dei lavori gli interessi, legali e moratori, ferma restando la sua facoltà, trascorsi i termini di cui sopra o, nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'articolo 1460 del codice civile, ovvero, previa costituzione in mora della Committenza e trascorsi sessanta giorni dalla data della costituzione stessa, di promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto, ai sensi del d.lgs. 163/06 - "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE", art. 133 - *Termini di adempimento, penali, adeguamenti dei prezzi*.

Art. 45

Conto finale

Il conto finale dei lavori viene redatto dal Direttore dei Lavori entro 90 (*novanta*) giorni dalla data di ultimazione dei lavori è trasmesso, entro lo stesso termine, al Committente per i relativi adempimenti. Il conto finale è accompagnato da una relazione con gli allegati connessi alla storia cronologica dell'esecuzione, oltre a quelle notizie di carattere tecnico ed economico, atte ad agevolare le operazioni di collaudo, secondo le indicazioni di cui all'art. 43. Il conto finale viene trasmesso dal Committente all'Appaltatore che, a meno di eccezioni e riserve, viene firmato per accettazione entro 30 (trenta) giorni.

Art. 46

Eccezioni dell'appaltatore

Nel caso che l'Appaltatore ritenga che le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori siano difformi dai patti contrattuali, o che le modalità esecutive comportino oneri più gravosi di quelli previsti dal presente capitolato, tali da richiedere la formazione di un nuovo prezzo o speciale compenso, dovrà, a pena di decadenza, formulare le proprie eccezioni e riserve nei tempi e modi previsti dalla normativa vigente.

TITOLO VIII - CONTROLLI

Art. 47

Prove e verifiche dei lavori, riserve dell'appaltatore

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali.

Il Committente procederà, a mezzo della Direzione dei Lavori, al controllo dello svolgimento dei lavori, verificandone le condizioni di esecuzione e lo stato di avanzamento.

La Direzione dei Lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento.

Il Direttore dei Lavori segnalerà tempestivamente all'Appaltatore le eventuali opere che ritenesse non eseguite in conformità alle prescrizioni contrattuali o a regola d'arte; l'Appaltatore provvederà a perfezionarle a sue spese.

Qualora l'Appaltatore non intendesse ottemperare alle disposizioni ricevute, il Committente avrà la facoltà di provvedervi direttamente od a mezzo di terzi.

In ogni caso prima di dar corso ai perfezionamenti o rifacimenti richiesti, dovranno essere predisposte, in contraddittorio fra le parti, le necessarie misurazioni o prove; le spese incontrate per l'esecuzione delle opere contestate, nonché quelle inerenti alle misurazioni e alla precostituzione delle prove, saranno a carico della parte che, a torto, le ha provocate.

Insorgendo controversie su disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori o sulla interpretazione delle clausole contrattuali, l'Appaltatore potrà formulare riserva entro 15 (quindici) giorni da quando i fatti che la motivano si siano verificati o siano venuti a sua conoscenza.

La formulazione delle riserve dovrà effettuarsi mediante lettera raccomandata.

Le riserve dovranno essere specificate in ogni loro elemento tecnico ed economico.

Entro 15 (quindici) giorni dalla formulazione delle riserve il Direttore dei Lavori farà le sue controdeduzioni.

Le riserve dell'Appaltatore e le controdeduzioni del Direttore dei Lavori non avranno effetto interruttivo o sospensivo per tutti gli altri aspetti contrattuali.

Qualora le riserve non venissero accolte o non si raggiungesse un accordo, potrà essere investito del giudizio sulle controversie il Collegio Arbitrale.

Nel caso che una delle parti ritenesse improrogabile la risoluzione delle controversie di carattere tecnico, potrà richiedere la convocazione del Collegio Arbitrale in vista di particolari motivi attinenti alle riserve formulate, oppure nei casi previsti dalla legge.

Comprensivo, altresì, delle prove finali non invasive o non distruttive, di tipo geofisico, al fine della valutazione dell'integrità delle geomembrane con metodi geoelettrici.

TITOLO IX - SPECIFICHE MODALITÀ E TERMINI DI COLLAUDO

Art. 48

Ultimazione dei lavori e consegna delle opere

La data fissata per l'ultimazione dei lavori è stabilita in **420** (*quattrocentoventi*) giorni, naturali e consecutivi, dalla data del verbale di consegna. La durata delle eventuali sospensioni ordinate dalla Direzione dei Lavori, non è calcolata nel termine fissato per l'esecuzione dei lavori. I lavori dovranno essere condotti in modo da rispettare le sequenze ed i tempi parziali previsti nel programma dei lavori concordato fra le parti e che è parte integrante del presente contratto.

Al termine dei lavori l'Appaltatore richiederà che venga redatto certificato di ultimazione dei lavori; entro 30 (*trenta*) giorni dalla richiesta il Direttore dei Lavori procederà alla verifica provvisoria delle opere compiute, verbalizzando, in contraddittorio con l'Appaltatore, gli eventuali difetti di costruzione riscontrati nella prima ricognizione e fissando un giusto termine perché l'Appaltatore possa eliminarli, e comunque entro e non oltre i 60 giorni dalla data della verifica. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di una nuova verifica con conseguente redazione di un nuovo certificato che attesti l'avvenuta esecuzione di quanto prescritto.

Dalla data del certificato di ultimazione dei lavori l'opera si intende consegnata, fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore di procedere nel termine fissato all'eliminazione dei difetti.

Resta salvo il diritto del Committente alla risoluzione del Contratto, ai sensi dell'art. 1668 c.c., nel caso in cui tale verifica provvisoria evidenzia difetti dell'opera tali da renderla senz'altro inaccettabile.

Nel caso in cui il Committente, ovvero il Direttore dei Lavori, non effettui i necessari accertamenti nel termine previsto, senza validi motivi, ovvero non ne comunichi il risultato entro 30 (*trenta*) giorni all'Appaltatore, l'opera si intende consegnata alla data prevista per la redazione del verbale di verifica provvisoria, restando salve le risultanze del verbale di collaudo definitivo.

L'occupazione, effettuata dal Committente senza alcuna formalità od eccezione, tiene luogo della consegna ma, anche in tal caso, con salvezza delle risultanze del collaudo definitivo.

Art. 49

Collaudo delle opere

Il Committente, entro 30 (*trenta*) giorni dalla data di ultimazione delle opere (ovvero entro 30 giorni dalla data di consegna dei lavori per il collaudo in corso d'opera) nomina la commissione di collaudo costituita da tre tecnici con competenze adeguate alla tipologia, categoria, complessità e importo degli interventi e qualifiche professionali di legge.

Il collaudo ha lo scopo di verificare e certificare che l'opera sia stata eseguita secondo i termini ed i documenti contrattuali, ed in particolare secondo le prescrizioni tecniche prestabilite ed in conformità ad eventuali varianti approvate ed a quant'altro definito in corso d'opera dal Direttore dei Lavori. Il collaudo ha inoltre lo scopo di verificare la corrispondenza di quanto realizzato ai dati risultanti dalla contabilità e dai documenti giustificativi.

Il collaudo comprende anche tutte le verifiche tecniche particolari previste dai documenti di contratto e dalla legislazione vigente oltre all'esame di eventuali riserve dell'Appaltatore, poste nei termini prescritti, sulle quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva.

Nei casi e nei termini previsti dalla legge è obbligatorio il collaudo in corso d'opera con le modalità prescritte.

All'organo di collaudo il Committente dovrà fornire, oltre alla documentazione relativa al conto finale e alla ulteriore documentazione allegata alla propria relazione sul conto finale, la seguente documentazione:

- la copia conforme del progetto approvato, completo di tutti i suoi allegati, nonché dei progetti e delle eventuali perizie di variante e suppletive con le relative approvazioni intervenute;
- l'originale di tutti i documenti contabili o giustificativi prescritti dal presente capitolato e dalla normativa vigente e di tutte le ulteriori documentazioni che fossero richieste dall'organo suddetto.

Nel caso di incarico conferito in corso d'opera, il Committente trasmette all'organo di collaudo:

- la copia conforme del progetto, del capitolato speciale d'appalto nonché delle eventuali varianti approvate;
- copia del programma contrattualmente adottato ai fini del riferimento convenzionale al prezzo chiuso e copia del programma di esecuzione dei lavori redatto dall'impresa e approvato dal Direttore dei Lavori;
- copia del contratto, e degli eventuali atti di sottomissione o aggiuntivi eventualmente sopravvenuti;
- verbale di consegna dei lavori ed eventuali verbali di sospensione e ripresa lavori;
- rapporti periodici del direttore dei lavori e tutti gli altri atti che fossero richiesti dall'organo di collaudo;
- verbali di prova sui materiali, nonché le relative certificazioni di qualità.

Esaminati i documenti acquisiti, l'organo di collaudo fissa il giorno della visita di collaudo e ne informa il Committente che ne dà tempestivo avviso all'Appaltatore, al Direttore dei Lavori, al personale incaricato della sorveglianza e della contabilità dei lavori e, ove necessario, agli eventuali incaricati dell'assistenza giornaliera dei lavori, affinché intervengano alle visite di collaudo.

Se l'appaltatore non interviene alle visite di collaudo, queste vengono esperite alla presenza di due testimoni estranei alla stazione appaltante e la relativa spesa è posta a carico dell'Appaltatore.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di presenziare alle visite di collaudo.

Il Collaudatore, in corso di collaudo, può prescrivere accertamenti, saggi, riscontri ed in generale qualsiasi prova ritenga necessaria per la verifica della buona esecuzione del lavoro. Dette operazioni di riscontro, compreso quanto necessario per l'eventuale ripristino delle parti alterate dalle operazioni di verifica, sono a carico dell'Appaltatore; nel caso in cui l'appaltatore non ottemperi a tali obblighi, il Collaudatore dispone che sia provveduto d'ufficio, deducendo la spesa dal residuo credito dell'appaltatore.

Ferma restando la discrezionalità dell'organo di collaudo nell'approfondimento degli accertamenti, il collaudatore in corso d'opera deve fissare in ogni caso le visite di collaudo:

- durante la fase delle lavorazioni degli scavi, delle fondazioni ed in generale delle lavorazioni non ispezionabili in sede di collaudo finale o la cui verifica risulti complessa successivamente all'esecuzione;
- nei casi di interruzione o di anomalo andamento dei lavori rispetto al programma.

Della visita di collaudo è redatto processo verbale contenente, oltre ai dati principali dell'intervento, i rilievi fatti dal collaudatore, le singole operazioni di verifica eseguite con i relativi risultati, conformemente a quanto indicato nel Regolamento di esecuzione e attuazione del D.lgs.163 del 12 aprile 2006, artt. 221, 223.

Nel caso di collaudo in corso d'opera, le visite vengono eseguite con la cadenza che la Commissione ritiene adeguata per un accertamento progressivo della regolare esecuzione dei lavori. I relativi verbali, da trasmettere al Committente entro trenta giorni successivi alla data delle visite, riferiscono anche sull'andamento dei lavori e sul rispetto dei termini contrattuali e contengono le osservazioni ed i suggerimenti ritenuti necessari, senza che ciò comporti diminuzione delle responsabilità dell'Appaltatore e della Direzione Lavori, per le parti di rispettiva competenza.

Il processo verbale oltre che dal collaudatore e dall'Appaltatore, sono firmati dal Direttore dei Lavori, dal Committente e da quanti altri intervenuti.

Qualora dalle visite e dagli accertamenti effettuati in sede di collaudo definitivo emergessero difetti di esecuzione imputabili all'Appaltatore e tali da rendere necessari lavori di riparazione o completamento, l'Appaltatore stesso è tenuto ad eseguire entro giusto termine quanto prescritto dal Collaudatore.

Se i difetti e le mancanze sono di lieve entità e sono riparabili in breve tempo, il Collaudatore prescrive specificatamente le lavorazioni da eseguire, assegnando all'Appaltatore un termine; il certificato di collaudo non è rilasciato sino a che da apposita dichiarazione del Direttore dei Lavori risulti che l'Appaltatore abbia completamente e regolarmente eseguito le lavorazioni prescrittigli, ferma restando la facoltà del Collaudatore di procedere direttamente alla relativa verifica.

Trascorso il termine assegnato dal Collaudatore per l'esecuzione dei lavori senza che l'Appaltatore vi abbia provveduto, il Committente ha diritto di eseguirli direttamente, addebitandone l'onere all'Appaltatore, il quale tuttavia potrà deferire il giudizio in merito al Collegio Arbitrale.

Se i difetti e le mancanze non pregiudicano la stabilità dell'opera e la regolarità del servizio cui l'intervento è strumentale, il Collaudatore determina, nell'emissione del certificato, la somma che, in conseguenza dei riscontrati difetti, deve detrarsi dal credito dell'appaltatore.

In caso di discordanza fra la contabilità e lo stato di fatto, le verifiche vengono estese al fine di apportare le opportune rettifiche nel conto finale, fatta salva la facoltà del Collaudatore, in caso di gravi discordanze, di sospendere le operazioni di collaudo.

Dai dati di fatto risultanti dal processo verbale di collaudo e dai documenti contrattuali, anche successivi all'inizio dei lavori, il Collaudatore redige apposita relazione di verifica di conformità, formulando le proprie considerazioni in merito, esprimendosi in merito alla collaudabilità del lavoro ed alle eventuali condizioni, sulle eventuali domande dell'Appaltatore e sulle eventuali penali ed esprimendo un suo parere relativamente all'impresa, tenuto conto delle modalità di esecuzione dei lavori e delle domande e riserve dell'impresa stessa (in riferimento a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di qualificazione delle imprese).

Qualora l'opera risulti collaudabile, il Collaudatore emette il Certificato di collaudo con le modalità ed i termini definiti dalla normativa di riferimento.

Il collaudo finale deve avere luogo non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori, salvi i casi di particolare complessità dell'opera da collaudare, in cui il termine può essere elevato sino ad un anno.

Il certificato di collaudo viene trasmesso per la sua accettazione all'appaltatore, il quale deve firmarlo nel termine di venti giorni. All'atto della firma egli può aggiungere le domande che ritiene opportune, rispetto alle operazioni di collaudo.

Il certificato di collaudo ed assume carattere definitivo decorsi due anni dalla data della relativa emissione ovvero dal termine stabilito nel capitolato speciale per detta emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine. Il Collaudo, anche se favorevole, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità di legge.

Competono all'Appaltatore gli oneri di gratuita manutenzione sino alla data del collaudo definitivo; i difetti che si rilevassero durante tale periodo e che fossero imputabili all'Appaltatore, dovranno essere prontamente eliminati a cura e spese dello stesso.

Art. 50

Certificato di regolare esecuzione

Nel caso di lavori di importo sino a € 500.000 il certificato di collaudo è sostituito da quello di regolare esecuzione; per i lavori di importo superiore, ma non eccedente il milione di euro, è facoltà del soggetto appaltante di sostituire il certificato di collaudo con quello di regolare esecuzione.

Il certificato di regolare esecuzione è comunque emesso dal Direttore dei Lavori e confermato dal Committente non oltre tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori.

Art. 51

Svincolo della cauzione

Alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione si procede, ai sensi della normativa vigente e sotto le riserve previste dall'articolo 1669 del codice civile, allo svincolo della cauzione prestata dall'appaltatore a garanzia del mancato o inesatto adempimento delle obbligazioni dedotte in contratto.

Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria, deve essere effettuato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, comma 2, del codice civile 70.

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'Appaltatore risponde per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

Art. 52

Collaudo statico

Secondo quanto disposto dalla vigente legislazione (art. 65 del D.P.R. 380/01), tutte le opere con valenza statica in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e le opere in acciaio e in legno sono soggette a collaudo statico, da eseguirsi al termine dei lavori di costruzione delle strutture oggetto della relativa denuncia agli uffici competenti. A strutture ultimate, entro il termine di sessanta giorni, il Direttore dei Lavori depositerà al competente ufficio la relazione a strutture ultimate e il Committente provvederà alla nomina del Collaudatore il quale eseguirà le prove di collaudo ed emetterà il relativo certificato entro i termini previsti dalla vigente legislazione.

Nel corso dell'esecuzione delle opere l'Appaltatore è pertanto tenuto all'esecuzione dei prelievi di campioni di calcestruzzo e acciaio, per eseguire le necessarie prove di laboratorio.

Il numero dei campioni da prelevare dovrà essere congruente con quanto previsto dall'attuale legislazione ed in particolare:

- sui getti in calcestruzzo dovranno essere effettuati prelievi in numero non inferiore ad uno ogni 100 m³ di getto, eseguiti con cubetti di dimensioni cm. 20x20x20;
- per gli acciai non controllati in stabilimento verranno effettuati prelievi di almeno tre spezzoni di ogni diametro per ogni partita;
- per gli acciai controllati in stabilimento la frequenza dei prelievi verrà effettuata in base a precise disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori;
- tutti i campioni prelevati dovranno essere inviati, previo controllo e visto del Direttore dei Lavori, ad un laboratorio ufficiale per le prove di resistenza.

Art. 53

Proroghe

L'Appaltatore, qualora per cause ad esso non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato, potrà chiedere con domanda motivata, proroghe che se riconosciute giustificate saranno concesse dal Committente purché le domande pervengano, pena la decadenza, prima della data fissata per l'ultimazione dei lavori.

La concessione della proroga non pregiudica i diritti che possono competere all'Appaltatore qualora la maggior durata dei lavori sia imputabile al Committente.

Art. 54

Anticipata consegna delle opere

Avvenuta l'ultimazione dei lavori il Committente potrà prendere immediatamente in consegna le opere eseguite senza che ciò costituisca rinuncia al collaudo o accettazione delle opere stesse.

La presa in consegna anticipata delle opere è soggetta alle seguenti condizioni:

- a) sia stato eseguito con esito favorevole il collaudo statico;
- b) siano stati effettuati i necessari allacciamenti impiantistici se previsti dalla tipologia di progetto;
- c) siano state effettuate le prove previste dal Capitolato speciale d'appalto;
- d) sia stato redatto apposito stato di consistenza dettagliato.

La verifica di quanto sopra è compito del Collaudatore che redige a tal fine opportuno verbale, sottoscritto dal Direttore dei Lavori e dal Committente stesso.

In caso di anticipata consegna delle opere il Committente si assume la responsabilità della custodia, della manutenzione e della conservazione delle opere stesse restando comunque a carico dell'Appaltatore gli interventi conseguenti a difetti di costruzione.

Art. 55

Garanzie

Salvo il disposto dell'art. 1669 del c.c. e le eventuali prescrizioni del presente capitolato per lavori particolari, l'Appaltatore si impegna a garantire l'Appaltante per la durata di dieci anni dalla data del collaudo per i vizi e difetti, di qualsiasi grado e natura, che diminuiscono l'uso e l'efficienza dell'opera e che non si siano precedentemente manifestati.

Per lo stesso periodo l'Appaltatore si obbliga a riparare tempestivamente tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestino negli impianti e nelle opere per difetto di materiali o per difetto di montaggio, restando a suo carico tutte le spese sostenute per le suddette riparazioni (fornitura dei materiali, installazioni, verifiche, mano d'opera, viaggi e trasferte del personale). Per tutti i materiali e le apparecchiature alle quali le case produttrici forniranno garanzie superiori agli anni sopra indicati, queste verranno trasferite al Committente.

TITOLO X - DISCIPLINA DEL CONTRATTO E MODALITÀ DI SOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE

Art. 56

Danni alle opere

In caso di danni alle opere eseguite, dovuti a qualsiasi motivo, con la sola esclusione delle cause di forza maggiore, l'Appaltatore deve provvedere, a propria cura e spese, senza sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, al ripristino di tutto quanto danneggiato.

Quando invece i danni dipendono da cause di forza maggiore, l'Appaltatore è tenuto a farne denuncia al Direttore dei Lavori entro 3 giorni dal verificarsi dell'evento, pena la decadenza dal diritto al risarcimento. Ricevuta la denuncia il Direttore dei Lavori procede alla redazione di un processo verbale di accertamento, indicando eventuali prescrizioni ed osservazioni.

Il compenso che il Committente riconosce all'Appaltatore è limitato esclusivamente all'importo dei lavori necessari per la riparazione o il ripristino del danno.

Art. 57

Cause di forza maggiore

Costituiscono cause di forza maggiore tutti gli eventi eccezionali che non siano imputabili all'Appaltatore e che gli arrechino grave pregiudizio senza che egli abbia potuto intervenire o prevenire mediante l'adozione di tutti i provvedimenti e gli accorgimenti imposti dalla massima diligenza tecnica ed organizzativa.

I ritardi di consegna di materiali da parte di terzi verranno considerati utili ai fini delle relative proroghe solo se derivanti da cause di forza maggiore. Analogamente si procederà nel caso di subappalti autorizzati.

L'insorgere e il cessare degli eventi che hanno costituito la causa di forza maggiore devono essere tempestivamente comunicati per iscritto dall'Appaltatore.

Art. 58

Vicende soggettive dell'esecutore del contratto

Le cessioni di azienda e gli atti di trasformazione, fusione e scissione, i trasferimenti e gli affitti di azienda relativi all'Appaltatore non hanno singolarmente effetto fino a che il cessionario, ovvero il soggetto risultante dall'avvenuta trasformazione, fusione o scissione, non abbia proceduto nei confronti di essa alle comunicazioni D.P.C.M. 187/91, e non abbia documentato il possesso dei requisiti di qualificazione previsti dal contratto, in assenza dei quali, entro 60 giorni dall'avvenuta comunicazione, il Committente può opporsi al subentro del nuovo soggetto nella titolarità del contratto, con effetti risolutivi sulla situazione in essere, ai sensi dell'art. 116 del d.lgs. 163/06 - *"Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE"* - *Vicende soggettive dell'esecutore del contratto*.

Art. 59

Cessione dei crediti derivanti dal contratto

E' esclusa la possibilità di cessione dei crediti derivanti da contratti affidati nell'ambito dei progetti ammessi al finanziamento del PON Sicurezza. La sottoscrizione del contratto non impegna il beneficiario finché non è stato approvato dall'Autorità competente, Responsabile di Obiettivo Operativo, e registrato, qualora previsto, presso gli Organi di Controllo.

Art. 60

Risoluzione del contratto

Il Committente ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto previo il pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere purché già accettati dal Direttore dei Lavori prima della comunicazione del preavviso, oltre al decimo dell'importo delle opere non eseguite. L'esercizio del diritto di recesso è preceduto da formale comunicazione all'Appaltatore da darsi con un preavviso non inferiore a 20 giorni, decorsi i quali il Committente prende in consegna i lavori ed effettua il collaudo definitivo. Il Committente può trattenere le opere provvisorie e gli impianti che non siano in tutto o in parte asportabili ove li ritenga ancora utilizzabili. In tal caso essa corrisponde all'Appaltatore, per il valore delle opere e degli impianti non ammortizzato nel corso dei lavori eseguiti, un compenso da determinare nella minor somma fra il costo di costruzione e il valore delle opere e degli impianti al momento dello scioglimento del contratto.

L'Appaltatore ha l'obbligo di rimuovere dai magazzini e dai cantieri i materiali non accettati dal Direttore dei Lavori e di mettere i predetti magazzini e cantieri a disposizione del Committente nel termine stabilito; in caso contrario lo sgombero è effettuato d'ufficio e a sue spese. In caso di morte di uno dei Contraenti subentrano gli eredi ed il Contratto di Appalto non si risolve. Si risolve invece ai sensi dell'art. 1671 c.c., quando la considerazione della persona dell'uno o dell'altro è stata motivo determinante del rapporto contrattuale. In caso di fallimento di una delle due parti, valgono le disposizioni di legge vigenti in materia. Qualora nei confronti dell'appaltatore sia intervenuta l'emanazione di un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione o sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per frodi nei riguardi del Committente, di subappaltatori, di fornitori, di lavoratori o di altri soggetti comunque interessati ai

lavori, nonché per violazione degli obblighi attinenti alla sicurezza sul lavoro, il Committente valuta, in relazione allo stato dei lavori e alle eventuali conseguenze nei riguardi delle finalità dell'intervento, l'opportunità di procedere alla risoluzione del contratto. Nel caso di risoluzione, l'Appaltatore ha diritto soltanto al pagamento dei lavori regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto. Quando il Direttore dei Lavori accerta che comportamenti dell'Appaltatore costituiscono grave inadempimento alle obbligazioni di contratto tale da compromettere la buona riuscita dei lavori, invia al Committente o Responsabile dei Lavori una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente e che devono essere accreditati all'Appaltatore. Su indicazione del Responsabile dei Lavori il Direttore dei Lavori formula la contestazione degli addebiti all'Appaltatore, assegnando un termine non inferiore a 15 giorni per la presentazione delle proprie controdeduzioni al Responsabile dei Lavori. Acquisite e valutate negativamente tali controdeduzioni, oppure scaduto il termine senza che l'Appaltatore abbia risposto, il Committente su proposta del Responsabile dei Lavori, dispone la risoluzione del contratto. Qualora l'esecuzione dei lavori ritardi per negligenza dell'Appaltatore rispetto alle previsioni del programma, il Direttore dei Lavori gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a 10 giorni, per compiere i lavori in ritardo, e dà inoltre le prescrizioni ritenute necessarie. Il termine decorre dal giorno di ricevimento della comunicazione.

Scaduto il termine assegnato, il Direttore dei Lavori verifica, in contraddittorio con l'Appaltatore gli effetti dell'intimazione impartita, e ne compila processo verbale da trasmettere al Responsabile dei Lavori. Sulla base del processo verbale, qualora l'inadempimento permanga, il Committente delibera la risoluzione del contratto. Il Committente, nel comunicare all'Appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, dispone, con preavviso di 20 giorni, che il Direttore dei Lavori curi la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna. Qualora sia stato nominato il Collaudatore o l'organo di collaudo, lo stesso procede a redigere, acquisito lo stato di consistenza, un verbale di accertamento tecnico e contabile con le modalità indicate dal presente capitolato e dalla normativa vigente, con il quale venga accertata la corrispondenza tra quanto eseguito fino alla risoluzione del contratto e ammesso in contabilità quanto previsto nel progetto approvato, nonché nelle eventuali perizie di variante. In sede di liquidazione finale dei lavori dell'appalto risolto, è determinato l'onere da porre a carico dell'Appaltatore inadempiente in relazione alla eventuale maggiore spesa sostenuta per affidare ad altra impresa i lavori. Nei casi di risoluzione del contratto di appalto, l'Appaltatore deve provvedere al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine a tale fine assegnatogli; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, il Committente provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese. In alternativa il Committente può depositare cauzione in conto vincolato a favore dell'Appaltatore o prestare fidejussione bancaria o polizza assicurativa con le modalità previste dal presente capitolato e dalle normative vigenti, pari all'uno per cento del valore del contratto. Resta fermo il diritto dell'Appaltatore di agire per il risarcimento dei danni.

Art. 61

Transazione

Anche al di fuori dei casi in cui è previsto il procedimento di accordo bonario ai sensi del successivo articolo, le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione del contratto possono essere risolte mediante transazione nel rispetto del codice civile. La transazione ha forma scritta a pena di nullità, ai sensi dell'art. 239 del d.lgs. 163/06 - *"Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE"* - Transazione.

Art. 62

Accordo bonario

Qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve, l'importo economico dell'opera dovesse subire variazioni in modo sostanziale ed, in ogni caso, non inferiore al **10 %** (dieci per cento) dell'importo contrattuale, il Committente promuove la costituzione di un'apposita commissione perché formuli, acquisita la relazione del Direttore dei lavori e, se costituito, dell'organo di collaudo, entro 90 giorni una proposta motivata di accordo bonario sulla quale l'Appaltatore dovrà pronunciarsi entro 30 giorni. Tale procedimento riguarda tutte le riserve iscritte fino al momento del loro avvio, e può essere reiterato per una sola volta quando le riserve iscritte, ulteriori e diverse rispetto a quelle già esaminate, raggiungano nuovamente l'importo sopra citato. La promozione della costituzione della commissione ha luogo mediante invito, entro 10 giorni dalla comunicazione del Direttore dei Lavori, da parte del Committente al soggetto che ha formulato le riserve, a nominare il proprio componente della commissione, con contestuale indicazione del componente di propria competenza. La commissione è formata da tre componenti in possesso di specifica idoneità in relazione all'oggetto del contratto, designati rispettivamente, il primo dal Committente, il secondo dall'Appaltatore ed il terzo di comune accordo dal Committente e dall'Appaltatore. In caso di mancato accordo entro il termine di 10 giorni alla nomina del terzo componente provvede, su istanza del Committente, il presidente del tribunale del luogo dove è stato stipulato il contratto. Qualora l'Appaltatore non provveda alla designazione del componente di sua elezione nel termine dei 20 giorni dalla richiesta del Committente, questi provvede a formulare direttamente la proposta motivata di accordo bonario, acquisita la relazione del Direttore dei Lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo, entro 60 giorni dalla scadenza del termine assegnato all'altra parte per la nomina del componente della commissione.

Le parti hanno facoltà di conferire alla commissione il potere di assumere decisioni vincolanti, perfezionando, per conto delle stesse, l'accordo bonario risolutivo delle riserve. Le parti nell'atto di conferimento possono riservarsi, prima del perfezionamento delle decisioni, la facoltà di acquisire eventuali pareri necessari o opportuni. L'accordo bonario definito con le modalità di cui sopra ed accettato dall'Appaltatore, ha natura transattiva. Dell'accordo bonario accettato, viene redatto verbale a cura del Committente e sottoscritto dalle parti. Le dichiarazioni e gli atti del procedimento non sono vincolanti per le parti in caso di mancata sottoscrizione dell'accordo bonario. Gli oneri connessi ai compensi da riconoscere ai commissari sono posti a carico dei fondi stanziati per i singoli interventi. Sulla somma riconosciuta in sede di accordo bonario sono dovuti gli interessi al tasso legale a decorrere dal sessantesimo giorno successivo alla sottoscrizione dell'accordo. Decorso il termine per la pronuncia sulla proposta di accordo bonario, tutte le controversie di natura tecnica, amministrativa e giuridica sorte sia durante l'esecuzione che al termine del contratto, saranno risolte ricorrendo ad un arbitrato ai sensi delle norme del titolo VIII del libro quarto del codice di procedura civile e dell'art. 241 del d.lgs. 163/06.

Art. 63

Arbitrato

Le controversie su diritti soggettivi, derivanti dall'esecuzione del contratto possono essere deferite ad arbitri, secondo le disposizioni e i mezzi di prova previsti dal codice di procedura civile, ad esclusione del giuramento in tutte le sue forme. Il collegio arbitrale è composto da tre membri di particolare esperienza nella materia oggetto del contratto, nominati da ciascuna delle parti nella domanda di arbitrato o nell'atto di resistenza alla domanda. Il Presidente del collegio arbitrale è scelto dalle parti, o su loro mandato, dagli arbitri di parte. In caso di mancato accordo per la nomina del terzo arbitro provvede la camera arbitrale di cui all'art. 242 del d.lgs. 163/06, sulla base di criteri oggettivi e predeterminati. Il deposito del lodo presso la camera arbitrale è effettuato, entro 10 giorni dalla data dell'ultima sottoscrizione, a cura del segretario del collegio in tanti originali quante sono le parti, oltre ad uno per il fascicolo di ufficio. Resta ferma, ai fini della esecutività del lodo, la disciplina contenuta nel codice di procedura civile. All'atto del deposito del lodo va corrisposta, a cura degli arbitri, una somma pari all'uno per mille del valore della relativa controversia. Le parti sono tenute solidalmente al pagamento del compenso dovuto agli arbitri e delle spese relative al collegio e al giudizio arbitrale, salvo rivalsa fra loro.

Art. 64

Giurisdizione

Sono devolute alla giurisdizione esclusiva del giudice amministrativo tutte le controversie, ivi incluse quelle risarcitorie, relative a procedure di affidamento di lavori svolte da soggetti comunque tenuti, nella scelta del contraente o del socio, all'applicazione della normativa comunitaria ovvero al rispetto dei procedimenti di evidenza pubblica previsti dalla normativa statale o regionale. Sono inoltre devolute alla giurisdizione esclusiva del giudice amministrativo le controversie relative ai provvedimenti sanzionatori emessi dall'Autorità. Sono infine devolute alla giurisdizione esclusiva del giudice amministrativo le controversie relative al divieto di rinnovo tacito dei contratti, quelle relative alla clausola di revisione del prezzo e al relativo provvedimento applicativo nei contratti ad esecuzione continuata o periodica, nell'ipotesi di cui all'art. 115 del d.lgs. 163/06, nonché quelle relative ai provvedimenti applicativi dell'adeguamento dei prezzi ai sensi dell'art. 133 commi 3 e 4 del d.lgs. 163/06.

TITOLO I - OPERE

**CAPO I - OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO, DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI
DIMENSIONI DELLE OPERE**

Art. 65**Oggetto dell'appalto**

L'oggetto dell'appalto, di cui al presente disciplinare, consiste nell'esecuzione di tutte le opere e provviste per la *"Bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU sita alla località Scheda di Celio"* del Comune di Frigento (AV).

Art. 66**Ammontare dell'appalto**

L'importo complessivo dei lavori e degli oneri compensati a corpo, compresi nell'appalto, ammonta ad **€ 1.385.000,00**.

Si intendono esclusi gli oneri della sicurezza, pari ad **€ 36.875,44**, non soggetti a ribasso.

In relazione al comma 3 dell'art. 18 della legge 19 marzo 1990 n. 55, come sostituito dall'art. 34 Decr. Leg. 19.12.91 n. 406 e successivamente dal D.Lgs 163/2006 e D.P.R. 207/2010, si indica che i lavori, oggetto del presente Appalto, sono compresi nelle seguenti categorie:

N. d'ordine	Designazione categorie di lavoro	Categoria	Importo complessivo di ogni categoria di lavoro
1	Opere ed impianti di bonifica e protezione ambientale	OG 12	€ 1.385.000,00
IMPORTO TOTALE LAVORI EDILI A CORPO		€ 1.385.000,00	

Nessuna variazione o addizione ai lavori potrà inoltre essere eseguita dall'appaltatore senza ordine scritto dell'Amministrazione (nel quale dovrà essere citata l'intervenuta superiore approvazione), come dettato dal D.P.R. 207/2010 e dal Capitolato Generale.

I prezzi elementari di progetto, da assoggettare a ribasso d'asta, sono dedotti dal Prezzario dei lavori pubblici Edizione 2013 - Deliberazione della Giunta Regionale della Campania n°25 del 29/01/2013 così come modificato ed integrato dalla Deliberazione della Giunta Regionale della Campania n°234 del 19/07/2013 e *Nuovi prezzi* approvati dall'Ente appaltante.

L'importo contrattuale sarà quello che risulterà dall'offerta aggiudicataria, ricadendo a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri di cui al presente Capitolato, che si intendono compensati con il prezzo offerto dalla ditta. Le opere comprese nell'Appalto risultano dai disegni e relazioni di progetto. L'Appaltatore prenderà visione con le modalità previste nel bando o nella lettera di invito, del progetto dell'Amministrazione per la formulazione dell'offerta.

L'Appaltatore, avendo esaminato il progetto oggetto dell'appalto, dà atto, con la presentazione dell'offerta, che il progetto stesso ha valore di Progetto Esecutivo e che, pertanto, è sufficiente ai fini della definizione degli elementi costruttivi e dei relativi costi; dà atto, inoltre, che l'opera come progettata è eseguibile in ogni sua parte, facendo salva la procedura prevista dal D. Lgs. 163/2006 e relativo Regolamento di esecuzione e attuazione del 5 ottobre 2010, n.207.

Tenuto conto di quanto disposto dal D. Lgs. 163/2006 e relativo Regolamento di esecuzione e attuazione del 5 ottobre 2010, n.207, l'Amministrazione ha la facoltà di ordinare variazioni dei lavori fino alla concorrenza di un quinto dell'importo del contratto e l'Appaltatore è tenuto ad eseguire i variati lavori agli stessi prezzi, patti e condizioni del contratto originario, e non ha diritto ad alcuna indennità ad eccezione del corrispettivo relativo ai nuovi lavori.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori, intervenisse l'esigenza di varianti per il manifestarsi di errori o di omissioni del Progetto Esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione e qualora tali varianti eccedano il quinto dell'importo originario del contratto, l'Amministrazione potrà procedere alla risoluzione del contratto, dando luogo al pagamento dei lavori eseguiti e dei materiali utili e riconoscendo il 10% dei lavori non eseguiti fino ai quattro quinti dell'importo del contratto.

Gli oneri per le occupazioni temporanee delle aree necessarie per l'esecuzione dei lavori, al di fuori delle aree da espropriare o da asservire, saranno a totale carico dell'Appaltatore, ivi compresi gli eventuali danni a tali aree.

A fronte del prezzo di aggiudicazione l'Appaltatore rimarrà obbligato ad eseguire l'opera e le prestazioni richieste nei termini vincolanti stabiliti, senza possibilità di invocare alcuna circostanza esimente o casi di impossibilità, dovendo egli accettare, in base a calcoli di propria convenienza, ogni e qualsiasi onere per dare i lavori e le prestazioni ultimati nei termini fissati nel presente Capitolato.

L'incidenza percentuale del costo della manodopera viene fissato preventivamente pari al 30-40 % del valore complessivo dell'Appalto, avuto riguardo alle categorie di lavoro indicate nell'art. 2 e al D.M.LL.PP. 11/12/1978.

Art. 67

Designazione, forma e principali dimensioni delle opere

Le opere che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come appresso, salvo le prescrizioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei lavori, tenendo conto, per quanto possibile, delle norme CNR-UNI vigenti.

- Scavo di pulizia generale e scorticatura del terreno eseguiti con mezzi meccanici, compresa l'estirpazione d'erbe, arbusti e radici, la demolizione e rimozione di recinzioni, il tutto da eseguirsi in massima secondo la sagoma, l'andamento piano-altimetrico previsto in progetto.
- Rimozione di apparati radicali, vegetazione a raso e cespugli, compreso l'allontanamento del materiale di risulta ed ogni altro onere e magistero.
- Compattazione dell'intera superficie da preparare per il *capping*.
- Scavi a sezione obbligata dei terreni di qualsiasi natura presenti intorno all'area di discarica per la realizzazione delle canalette di raccolta delle acque superficiali, delle tubazioni interrato, della vasca di raccolta del percolato e dei pozzetti in c.a. gettati in opera.
- Trasporto a rifiuto, con autocarri, del materiale derivante dai lavori di movimento terra relativi parte allo scavo a sezione obbligata parte allo scavo di pulizia generale.
- Realizzazione del *capping* a copertura della ex discarica mediante una struttura multistrato.
- Captazione del biogas, mediante la realizzazione di pozzi di estrazione attraverso trivellazioni eseguite con sistema di perforazione a secco, di opportuno diametro.
- Fornitura e posa in opera della vasca di raccolta del percolato prefabbricata in c.a.v..
- Realizzazione della platea di posa dei gabbioni, in conglomerato cementizio armato.
- Realizzazione di gabbioni a contenimento del corpo di discarica.
- Posa in opera di anelli di prolunga a sezione circolare e/o rettangolare carrabili e prefabbricati in cemento vibrato per l'immissione dei tubi di smaltimento delle acque, dotati di appositi pozzetti di ispezione con i relativi coperchi, anch'essi carrabili e prefabbricati in cemento vibrato.
- Realizzazione di una platea in c.a. ed un tettoia in legno, per l'allocazione del compressore a vite.
- Realizzazione della platea di alloggiamento della centrale di aspirazione del biogas con biofiltro scarrabile.
- Fornitura e posa in opera del compressore a vite, della centrale di aspirazione del biogas con biofiltro scarrabile e delle pompe pneumatiche per l'estrazione dei liquidi (acque e percolato).
- Realizzazione di due piezometri e di un tubo inclinometrico, mediante trivella meccanica, per il monitoraggio dell'area di discarica attraverso la misurazione con idonea strumentazione e l'analisi dei campioni d'acqua da prelevarsi a cadenza periodica.
- Realizzazione di aste drenanti per la raccolta delle acque superficiali e del *capping*, mediante la posa in opera di tubi strutturati in PEAD a doppia parete, corrugati esternamente e lisci internamente, coperti da geotessile non tessuto prima della posa a secco dello strato di ghiaia o ciottoloni di cava locale.
- Realizzazione di un *diaframma drenante*, a valle del corpo di discarica, e di una *barriera idraulica*, a monte del corpo rifiuti, mediante perforazione con trivella meccanica e successivo riempimento con ghiaia e ghiaietto arrotondato di natura calcarea e sigillatura superficiale in argilla compattata.
- Realizzazione dei pozzi di raccolta delle acque profonde provenienti dal *diaframma drenante* e dalla *barriera idraulica*, mediante un tubo filtro con funzione drenante, dotato di pozzetto in calcestruzzo prefabbricato e coperchio in ghisa posto in superficie per l'ispezione ed il controllo.
- Realizzazione di un *diaframma impermeabile*, a valle del corpo rifiuti, mediante perforazione con trivella meccanica e successivo riempimento con una miscela di acqua, cemento e bentonite nonché posa in opera di telo impermeabile.
- Opere di inerbimento con idrosemina mediante spargimento meccanico per via idraulica a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza.
- Posa in opera di arbusti ed alberi autoctoni.
- Nuova recinzione dell'intera area della discarica, con rete metallica plastificata di colore verde, dell'altezza di 2,0 m.
- Nuovo accesso carrabile a valle della ex discarica, costituito da un cancello scorrevole in grigliato elettroforgiato.

Le forme e le dimensioni da assegnare alle varie opere sono quelle previste e specificatamente indicate negli elaborati progettuali.

CAPO II - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI, TRACCIAMENTI, SCAVI, DEMOLIZIONI E MONITORAGGIO

Art. 68

Indagini preliminari

Le indagini preliminari che potranno essere utilizzate sono di tre tipi:

- a) indagini non distruttive (termografia, indagini soniche, georadar, tomografia sonica e radar);
- b) indagini minimamente distruttive (martinetti piatti, sclerometro, prove di penetrazione, pull test);
- c) indagini geognostiche (sondaggi, prove penetrometriche, analisi di laboratorio, misurazione della quota di falda.

a) indagini non distruttive

Nel primo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di demolizione che escludano interventi artificiali o a carattere invasivo tali da alterare in qualsiasi modo le caratteristiche fisico-chimiche delle parti oggetto di indagine.

A questa prima categoria appartengono le seguenti tecnologie:

- fotogrammetria per la ripresa e restituzione di immagini fotografiche completamente prive di distorsioni provocate dall'impiego delle ottiche normalmente utilizzate;
- termografia per il rilevamento delle radiazioni elettromagnetiche (comprese tra 0,4 e 0,75 micron) e di immagini non comprese nella banda del visibile ma estese nel campo dell'infrarosso e più precisamente nella regione spettrale compresa tra 2 e 5,6 micron visualizzando su un monitor la mappa termica o termogramma della distribuzione della temperatura superficiale dei vari materiali, visualizzabile attraverso scale di colori o toni di grigio. Ad ogni colore o tono della scala di grigi, corrisponde un intervallo di temperature. Le apparecchiature all'infrarosso misurano il flusso di energia a distanza senza alcun contatto fisico con la superficie esaminata. Lo schema di funzionamento si basa su una videocamera ad infrarossi che trasforma le radiazioni termiche in segnali elettrici, successivamente convertiti in immagini, a loro volta visualizzate su un monitor e registrate. In particolare nella videocamera, la radiazione infrarossa che raggiunge l'obiettivo, viene trasmessa dal sistema ottico ad un elemento semiconduttore, il quale converte le radiazioni infrarosse in un segnale video, mentre l'unità di rilevazione elabora il segnale proveniente dalla telecamera e fornisce l'immagine termografica. L'apparecchiatura termovisiva deve comprendere una telecamera, capace di effettuare riprese secondo angoli da + 0° a - 90° su uno stesso piano e dotata di obiettivi intercambiabili con lenti al germanio o al silicio ed una centralina di condizionamento del segnale con monitor. Il campo di misura dell'apparecchiatura deve essere compreso tra - 20° C e + 900° C con una sensibilità migliore di 0,5° C. La banda di radiazione dell'apparecchiatura dovrà essere compresa tra 2 e 5,6 mm. L'apparecchiatura dovrà rendere possibile la registrazione delle immagini, su pellicola fotografica in bianco e nero e/o colori, su nastro magnetico. Deve inoltre essere prevista la possibilità di montare l'apparecchiatura su carrello semovente autoportante per poter costituire unità autonoma. Queste apparecchiature sono comunemente portatili e autoalimentate;
- misurazione della temperatura e dell'umidità effettuata con termometri ed igrometri in grado di fornire i valori relativi alle superfici prese in esame; tali misurazioni possono essere eseguite anche con strumentazioni elettroniche di precisione e con l'umidometro a carburo di calcio;
- misurazione dei valori di inquinamento atmosferico attraverso la rilevazione dei dati sulle radiazioni solari, direzione del vento, le precipitazioni e la pressione esterna;
- la rilevazione fotografica con pellicole normali o all'infrarosso per un'analisi più approfondita delle caratteristiche dei materiali e delle loro specificità fisico-chimiche;
- endoscopia necessaria per l'esame ottico di condotti o cavità di piccole dimensioni per mezzo di piccole telecamere o strumenti fotografici integrati con apparecchi illuminanti e, a volte, con l'impiego di fibre ottiche. Per questa indagine si devono prediligere cavità già esistenti onde evitare la manomissione del materiale che ne deriverebbe da un foro appositamente praticato per svolgere l'indagine. Tale indagine è effettuata per mezzo dell'endoscopio che può essere di tipo rigido o di tipo flessibile. L'endoscopio rigido è un sistema ottico a lenti contenuto in un rivestimento rigido. Deve essere prolungabile fino a 2 metri mediante aggiunta di ulteriori elementi ottici e deve essere dotato di sistema di illuminazione per agevolare l'osservazione. Dovrà essere consentita la visione diretta a 45° e 90°. Lo strumento deve essere accoppiabile ad apparecchiature fotografiche e/o televisive. L'endoscopio flessibile permette la trasmissione dell'immagine e della luce tramite fibre ottiche. È comunemente dotato di testa mobile e prisma di conversione a 90°. Lo strumento deve essere accoppiabile ad apparecchiature fotografiche e/o televisive;
- misurazione degli inquinanti atmosferici effettuata con strumenti specifici per la rilevazione dei parametri di anidride carbonica, anidride solforosa, anidride solforica, ossidi di azoto, acido cloridrico, polveri totali, solfati, cloruri, nitrati ed altre sostanze presenti in sospensione nell'aria o depositate sul terreno;
- magnetometria impiegata per la rilevazione dei materiali ferrosi anche inglobati in altre sostanze. Dopo la lavorazione gli orientamenti dei magnetini contenuti nei manufatti rimangono inalterati, costituendo un campo magnetico facilmente rilevabile da apparecchiature magnetometriche; la ricerca è basata sul principio dell'induzione elettromagnetica e lo strumento utilizzato è il metal-detector che localizza la presenza di metalli con emissioni magnetiche effettuate da bobine o altri generatori di campi. Gli elementi che costituiscono questa apparecchiatura

sono più sonde rilevatrici, con diversa precisione di rilevamento e con uscite per registratore, e una centralina analogica a due o più scale per la lettura della misura a seconda della differente sensibilità della sonda utilizzata. Queste apparecchiature sono comunemente portatili ed autoalimentate;

- colorimetria che analizza il manufatto sulla base dell'indagine fotografica effettuata con una serie di colorimetri standardizzati secondo la scala Munse che consentono l'individuazione delle varie sostanze presenti nelle parti analizzate.

Esistono, inoltre, degli altri tipi di indagine che rientrano sempre tra quelli classificati non distruttivi ma che hanno un piccolo grado di invasività quali:

- indagini soniche effettuate con fonometri in grado di emettere impulsi sonici e captare delle onde sonore, attraverso la percussione con appositi strumenti o con trasduttori elettrodinamici, registrando la deformazione delle onde elastiche che forniscono elementi per la valutazione del degrado delle murature o eventuale presenza di lesioni. L'elaborazione dei dati, invece, consiste nel calcolo del tempo e della velocità di attraversamento dell'impulso dato dalla muratura. Il principio generale dell'indagineonica si basa su alcune relazioni che legano la velocità di propagazione delle onde elastiche, attraverso un mezzo materiale, alle proprietà elastiche del mezzo stesso. L'apparecchiatura dovrà essere predisposta per l'uso di una vasta banda di frequenza compresa tra 100 e 1000 Hz e consentire l'utilizzo di uscita su monitor oscilloscopico che permette l'analisi delle frequenze indagate. Gli eventi sonici studiati dovranno poter essere registrati in continuo;
- indagini con ultrasuoni eseguite per mezzo di fonometri particolari in grado di emettere dei segnali che vengono registrati da un captatore (interno all'apparecchio stesso) che misura:
 - la velocità del suono in superficie per individuare le alterazioni superficiali dei materiali;
 - le misure radiate, non sempre possibili (in quanto registrate sulla superficie esterna e su quella interna), per verificare l'omogeneità dei materiali.

Gli elementi che compongono questa apparecchiatura sono una centralina di condizionamento del segnale munita di oscilloscopio e sonde piezoelettriche riceventi, trasmettenti e ricetrasmittenti.

L'apparecchiatura avrà diverse caratteristiche a seconda del materiale da indagare (calcestruzzo, mattoni, elementi lapidei, metalli). Le frequenze di indagine comprese tra i 40 e i 200 kHz dovranno essere utilizzate per prove su materiali non metallici, mentre per i materiali metallici il range adottabile è compreso tra i 500 ed i 5000 kHz. L'apparecchiatura è comunemente autoalimentata e portatile;

- il rilievo della luminosità che viene misurato con un luxmetro che verifica l'illuminazione dei vari oggetti, con un ultraviometro che misura la radiazione ultravioletta, con termometri e termografi per la misurazione della temperatura di colore - i dati rilevati vanno comparati a parametri standard che prevedono un'illuminazione max di 250-300 lux per pietre e metalli, 180 lux per legno e dipinti (il lux equivale all'illuminazione prodotta da una sorgente di 1 candela su una superficie ortogonale ai raggi ad una distanza di 1 metro), temperatura di colore 4.000 K, umidità relativa 55-60%.

Oltre a quelle già descritte esistono delle tecniche di analisi che hanno caratteristiche distruttive di lieve entità e che si rendono necessarie per la valutazione di alcuni parametri:

- analisi con i raggi X per l'identificazione della struttura di una sostanza cristallina individuandone i vari componenti. Il materiale viene irradiato con un isotopo radioattivo e l'energia assorbita viene rimessa sotto forma di raggi X caratteristici degli elementi chimici presenti nel materiale;
- prove chimiche necessarie per stabilire la composizione della malta che viene analizzata con:
 - dissoluzione del campione in acido cloridrico con concentrazioni e temperature variabili;
 - quantità di gas carbonico nei componenti carbonati;
 - dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua di assorbimento;
 - dosaggio sostanze organiche;
- analisi spettrofotometriche per l'identificazione ed il dosaggio degli ioni presenti in una soluzione acquosa - campo del visibile (0,4-0,8 micron), ultravioletto (0,000136-0,4 micron) e infrarosso (0,8-400 nm);
- microscopia ottica per l'analisi del colore, dei caratteri morfologici e delle caratteristiche specifiche di ciascuna sostanza;
- microscopia elettronica per lo studio della distribuzione delle singole parti e dei prodotti di alterazione;
- studio petrografico in sezione sottile per analizzare sezioni di materiale di spessore molto ridotto ed osservate al microscopio elettronico a scansione;
- analisi conduttometriche per la valutazione della presenza di sali solubili in acqua nel campione esaminato senza stabilire il tipo di sale eventualmente presente.

Nei processi di analisi dei campioni sono richieste anche le seguenti prove fisiche e meccaniche:

- valutazione della porosità con porosimetri a mercurio e picnometri Beckman in grado di definire, conseguentemente, il livello di permeabilità all'acqua e quindi lo stato di degrado di un materiale;
- analisi granulometrica con setacci a maglie da 60 a 400 micrometri per la definizione della distribuzione del materiale e lo studio dei parametri conseguenti;

- capacità di imbibizione definita con il controllo del peso prima e dopo l'immersione dei vari campioni di materiali. La superficie viene cosparsa con tintura liquida che viene condotta verso le fessurazioni e verso le porosità superficiali. Viene applicato un rilevatore per individuare la presenza e l'ubicazione dei difetti;
- assorbimento per capillarità misurata su campioni posti a contatto con una superficie liquida;
- prove di compressione, taglio e trazione eseguite sui campioni di vari materiali per la definizione delle caratteristiche di ciascun elemento.

b) indagini minimamente distruttive

Nel secondo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di demolizione ispezionando direttamente la morfologia muraria, servendosi di prove leggermente distruttive.

A questa seconda categoria appartengono le seguenti tecnologie:

- martinetti piatti che misura lo stato di sollecitazione basandosi sullo stato tensionale in un punto della struttura. Tale misura si ottiene introducendo un martinetto piatto in un taglio effettuato lungo un giunto di malta. A fine prova lo strumento può essere facilmente rimosso e il giunto eventualmente risarcito. Lo stato di sforzo può essere determinato grazie al rilassamento causato dal taglio perpendicolare alla superficie muraria; il rilascio, infatti, determina una parziale chiusura del taglio. La prova prosegue ponendo il martinetto piatto nell'apertura e aumentando la pressione in modo da riportare i lembi della fessura alla distanza originaria, misurata prima del taglio. La parte interessata dall'operazione può essere strumentata con estensimetri rimovibili. In tal modo è possibile misurare con precisione gli spostamenti prodotti dal taglio e dal martinetto durante la prova;
- sclerometro a pendolo consiste nel colpire la superficie del calcestruzzo con una massa guidata da una molla e la distanza di fine corsa viene espressa in valori di resistenza. In questo modo viene misurata la durezza superficiale;
- pull-off test consiste nell'applicare una sonda circolare d'acciaio alla superficie del calcestruzzo con della resina epossidica. Si applica poi una forza di trazione alla sonda aderente, fino alla rottura del calcestruzzo per trazione. La resistenza alla compressione può essere misurata tramite i grafici della calibratura.

c) indagini geognostiche

SONDAGGI GEOGNOSTICI¹

Generalità

I sondaggi devono essere eseguiti con sonda a rotazione. Nei terreni non lapidei fratturati in cui le pareti del foro manifestino tendenza a franare, verrà posta in opera una batteria da rivestimento di diametro compreso fra 250 ed i 127 mm salvo particolari prescrizioni diverse.

Spessore e qualità dell'acciaio devono essere tali da consentire con un solo diametro il rivestimento di almeno 40 m lineari di foro. Il rivestimento deve essere infisso a rotazione con circolazione di fluido che normalmente è costituito da acqua; in casi particolari il Progettista può richiedere, invece dell'acqua, l'impiego di fango bentonitico.

La perforazione deve venire condotta con o senza l'impiego di fluido di circolazione secondo tipo di terreno, attrezzo impiegato, scopo del sondaggio.

I sondaggi possono essere di due tipi:

- a carotaggio continuo;
- a distruzione di nucleo.

In ogni caso la perforazione deve essere seguita da un tecnico specializzato dell'Appaltatore che esamina i campioni di risulta, compila la stratigrafia ed imposta il lavoro degli operatori di macchina.

La profondità massima cui i sondaggi possono essere spinti non supera, di norma, 100 m dal piano di campagna o dal fondale. Viene comunque precisata dal Progettista, caso per caso, all'inizio dei lavori e può essere variata nel corso degli stessi, in funzione dei dati provvisori risultanti. Al termine di ciascun sondaggio, quando non siano installati piezometri o d'altri tipi di strumenti, il foro deve essere riempito, fino alla sommità attraverso apposite aste o tubi flessibili calati al fondo foro, con miscela cemento-bentonite-acqua (50-10-100 parti in peso), ritirando man mano i rivestimenti. Mentre la stabilità delle pareti del foro è garantita dal rivestimento metallico provvisorio, quella del fondo del foro deve essere assicurata con i mezzi che la tecnica operativa mette a disposizione.

In particolare:

- le manovre di estrazione dell'attrezzo di perforazione, campionamento, ecc. devono essere eseguite con velocità molto bassa nel tratto sommerso per minimizzare "l'effetto pistone";
- il battente di fluido in colonna deve essere mantenuto sempre il più possibile, anche facendo sporgere fino ad 1 metro dal piano di lavoro l'estremità superiore del rivestimento da mantenersi pieno di fluido;
- appesantendo con barite il fango bentonitico quando impiegato.

La pulizia del fondo foro, prima di eseguire operazioni di campionamento e/o prove in sito deve essere assicurata eseguendo, se necessario, apposite manovre di pulizia o lavaggio.

Attrezzature di perforazione

Le attrezzature di perforazione a rotazione da impiegare devono avere i seguenti requisiti:

- velocità di rotazione variabile da 0 a 800 giri/minuto primo;
- coppia massima non inferiore a 400 Kgm;
- spinta verso il basso non minore di 2500 Kg, continua per almeno 80 cm;
- tiro non minore di 4000 Kg.

In casi particolari (sondaggi in mare, in pendii o luoghi di difficile accesso, ecc.) il Progettista prescrive il tipo di attrezzature, se diverso da quello sopra indicato, più idoneo al caso specifico.

Le attrezzature devono essere corredate di tutti quegli accessori (pompe, mescolatori, vasche, ecc.) necessari per il corretto funzionamento.

MISURE DELLA FALDA NEI SONDAGGI

Le misure del livello della falda devono essere eseguite ogni mattina nel foro di sondaggio prima della ripresa della perforazione. Affinché i dati misurati siano attendibili è necessario che, fino alla quota della scarpa di rivestimento, il foro sia libero da materiali impermeabili (limi, argille) che impediscono alla falda di stabilizzarsi durante la notte. Le misure devono essere annotate su apposita tabella segnalando di volta in volta la quota del rivestimento e quella del fondo foro. Sulla stratigrafia deve essere riportato il valore più prossimo al p.c. fra quelli rilevati. In presenza di fango bentonitico nel foro, le misure della falda non devono essere effettuate.

PRELIEVO DEI CAMPIONI PER LE ANALISI NEI SONDAGGI

Nel corso dei sondaggi, con frequenza e nelle formazioni che vengono stabilite caso per caso, devono essere prelevati campioni da sigillare e successivamente da inviare al laboratorio per le analisi.

I campioni saranno del tipo:

- rimaneggiato nei terreni granulari molto grossolani;
- semidisturbati nei terreni granulari, medio fini e fini;
- indisturbato nei terreni semicoesivi e coesivi;
- nei terreni lapidei potrà essere richiesta la scelta, sigillatura e spedizione di alcune "carote" rappresentative.

Tutti i campioni dei terreni non lapidei devono essere rappresentativi della composizione granulometrica del terreno; quelli semidisturbati devono inoltre conservare inalterato (terreni semicoesivi-coesivi) il contenuto d'acqua naturale; i campioni indisturbati, oltre alle caratteristiche sopra descritte, devono mantenere pressoché inalterate anche le seguenti caratteristiche:

- peso di volume apparente;
- compressibilità;
- resistenza al taglio.

I campioni devono essere contraddistinti con un cartellino (non alterabile per umidità, trasporto, ecc.) sul quale devono comparire tutti dati indicativi (cantiere, sondaggio, numero progressivo del campione, profondità di prelievo, tipo di campionatura impiegato, data di prelievo, parte alta, ...). Il numero del campione, il tipo di campionatore e il metodo di prelievo deve essere riportato anche sulla stratigrafia di sondaggio, alla relativa quota. Tali annotazioni devono comparire anche nel caso di prelievi non riusciti corredandole con le note dell'operatore. Le estremità dei campioni indisturbati e semidisturbati devono essere sigillate subito dopo il prelievo con paraffina fusa o tappo di espansione.

Campioni rimaneggiati

I campioni rimaneggiati verranno sigillati in sacchetti o barattoli di plastica; la quantità necessaria per il laboratorio è di circa 500 grammi per i terreni fini e di circa 5 Kg per quelli grossolani.

Campioni semidisturbati

Il prelievo verrà eseguito con campionatore tradizionale "a pareti grosse" con contenitore inserito, di diametro adeguato alla granulometria del terreno ed al diametro del foro; il campionatore deve essere munito, all'occorrenza, di cestello di ritenuta (basket shoe) alla base. L'infissione avviene a percussione o a pressione. In alternativa, secondo il tipo di terreno può o deve essere impiegato un campionatore rotativo a tripla parete, con tagliente che sopravanza la corona, tipo Denison o Mazier.

L'impresa può proporre l'adozione di altri tipi di campionatori adatti per terreni grossolani quali quelli da infiggere a vibrazione, a roto-percussione (adatti al "martello a fondo foro), ecc. che, se ritenuti idonei, saranno accettati dal Progettista.

Campioni indisturbati

Secondo necessità, natura e consistenza del terreno, i campioni indisturbati vengono prelevati con uno dei seguenti campionatori che pertanto devono essere tutti disponibili in cantiere:

- campionatore a pareti sottili tipo Osterberg, a pistone;
- campionatore a pareti sottili con pistone fisso;
- campionatore a pareti sottili aperto;
- campionatore rotativo a tripla parete tipo Denison o Mazier.

¹ d.m. 14 gennaio 2008 – "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e UNI ENV 1997-1/05: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.

Di norma il campionatore tipo Osterberg viene impiegato nei terreni coesivi e semicoesivi teneri. Quello a pareti sottili aperto nei terreni di compattezza media; quello con pistone fisso nei terreni di entrambi i tipi in particolari circostanze (lunghezza di campione ridotta, tendenza a fuoriuscire durante l'estrazione). Il campionatore rotativo viene invece impiegato nei terreni coesivi molto compatti solo quando è dimostrata l'impossibilità di prelievo con gli altri tipi di campionatore.

I campionatori a pareti sottili sono costituiti da cilindri di acciaio inox sagomati a tagliente nella parte terminale, e devono avere le seguenti dimensioni:

- diametro interno 80-85 mm oppure 100-105 mm;
- lunghezza utile 50-60 cm.

La fustella deve essere ben pulita internamente, priva di cordoli (saldature, ecc.) ed ovalizzazioni. Il campionatore deve avere al di sopra della fustella un "serbatoio" di uguale diametro interno e lunghezza 15-20 cm. I campionatori a pareti sottili devono essere infissi a pressione in unica tratta. In casi particolari il Progettista prescrive l'adozione di campionatori aventi diametro interno all'estremità inferiore (De) leggermente minore di quello interno della fustella (Ds). Lo spessore della fustella costituente il campionatore varia tra 2 e 3 mm in relazione al diametro. Le dimensioni utili del campionatore rotativo devono essere:

- diametro 65-70 mm oppure 85-90 mm;
- lunghezza 60-100 cm.

Tale campionatore è costituito da 2 tubi di acciaio, dei quali 1, esterno, in modo rotatorio e l'altro fisso, più un contenitore che costituisce l'involucro per la spedizione al laboratorio. Al tubo esterno è applicata la corona tagliente mentre quello interno è munito di una scarpa affilata, che sopravanza la corona; la sporgenza della scarpa deve essere regolabile alla natura ed alla consistenza del terreno. Viene infisso a rotazione e pressione, con flusso in circolazione.

Carote di formazioni lapidee

Quando richieste, carote rappresentative delle formazioni cementate e/o lapidee verranno sigillate in cilindri di adeguate dimensioni, riempiendo l'intercapedine e le estremità con paraffina fusa. I cilindri devono essere rigidi.

PROVE DI RESISTENZA

Il tipo, la frequenza, la profondità di prove di resistenza che devono essere eseguite nel corso dei sondaggi vengono indicati dal Progettista in sede di programmazione dell'indagine.

Le prove richieste possono essere:

- prova penetrometrica con penetrometro statico convenzionale;
- prova penetrometrica con penetrometro statico a punta elettrica ed in clinometro;
- prova S.P.T.;
- prova penetrometrica dinamica continua;
- prova scissometrica (vane test);
- prova pressiometrica con pressimetro Menard;
- prova con pressimetro autoperforanti;
- prova con dilatometro "Goodmad Jack";
- prova di carico su piastra elicoidale.

Le prove possono essere richieste nel corso dei sondaggi "con campionamento" e/o "a distruzione" descritti nel capitolo 2 oppure, direttamente a partire dal piano campagna con o senza necessità di prefori in ausilio. Il preforo, se richiesto, viene comunque condotto con le modalità descritte nel capitolo 2, adottando diametri di perforazione e di rivestimento adeguati al tipo di prova richiesta.

Profondità da raggiungere

Il Progettista stabilisce all'inizio dei lavori:

- in quali formazioni eseguire le prove
- la profondità massima, che non supera comunque 60 m dal piano di lavoro.

Nel caso dei lavori ed in base ai risultati emergenti il Progettista può modificare le indicazioni preliminari.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA

Requisiti dell'attrezzatura

L'attrezzatura consiste di 2 batterie: la prima di aste (interna), la seconda di tubi metallici (esterna), concentriche, e di un dispositivo di infissione agente per percussione. Alla estremità inferiore della batteria di aste interne è collegata una punta conica avente diametro 50,5 mm ed angolo di apertura 60°. Le aste devono avere peso per metro lineare pari a 4,6 Kg (+/- 0,5 Kg).

Alla estremità inferiore della batteria di tubi esterni, il cui diametro è 48 mm, (peso 5,3 Kg/m circa), è avvitata una scarpa sagomata a tagliente, l'intercapedine tra diametro interno della scarpa e diametro esterno delle aste interne non deve superare 0,2 - 0,3 mm. Al di sopra della scarpa tale intercapedine deve aumentare rapidamente fino a 2 mm. Il dispositivo di infissione della punta deve essere costituito da un maglio del peso di 73 Kg che cade liberamente da un'altezza di 75 cm; per l'infissione dei rivestimenti l'altezza di caduta non è vincolante. L'asta, alla cui estremità inferiore è collegata la punta conica, deve essere perfettamente liscia e calibrata negli ultimi 50 cm.

Metodologia della prova

La prova consiste nell'infliggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 30 cm, misurando il numero di colpi (NP) necessari.

Dopo 30 cm di penetrazione della punta viene infisso il rivestimento diam. 48 mm rilevando ancora il numero di colpi (NR).

La prova deve essere sospesa quando NP o NR superano il valore di 100. Di norma le prove vengono iniziate alla quota del piano campagna o del fondale; in casi particolari il Progettista chiede di iniziare le prove a partire da determinate profondità raggiunte con prefori.

L'approfondimento della prova oltre i limiti di resistenza sopra indicati, se prescritto, e prove in presenza di battente d'acqua, richiedono l'esecuzione di preforo (nel 1° caso) e l'installazione di una tubazione metallica provvisoria di rivestimento (in entrambi i casi). Tale tubazione deve avere di norma un diametro nominale massimo di 100 mm.

Diametri maggiori devono essere preventivamente approvati dal Progettista che può richiedere l'inserimento di una ulteriore tubazione-guida avente diametro intermedio.

La punta conica deve sporgere dal rivestimento diam. 48 mm non più di 30 cm in qualsiasi fase della prova. Ciò per evitare che attriti laterali sulle aste alterino i dati di resistenza NP misurati.

Le due batterie, aste collegate alla punta e rivestimenti diam. 48 mm, devono essere reciprocamente libere per tutta la durata della prova. Nel caso di blocco delle due colonne, a seguito di infiltrazione di materiale nell'intercapedine, la prova deve essere sospesa; prima di estrarre le batterie l'Appaltatore deve mettere in atto tutti gli accorgimenti dettati dall'esperienza atti a sbloccare le due colonne; ad esempio:

- iniezione di acqua in pressione nell'intercapedine
- bloccaggio di una delle 2 colonne e infissione o estrazione dell'altra
- azione combinata dei 2 interventi sopradescritti .

POSA IN OPERA DI PIEZOMETRI E TUBI INCLINOMETRICI DI MONITORAGGIO

Piezometri idraulici a tubo aperto

Constano di una colonna di tubi in PVC rigido o in metallo, fessurati ed eventualmente rivestiti di tessuto non tessuto per la parte in falda e ciechi per il rimanente tratto. Vanno posti in opera entro un foro rivestito con una tubazione provvisoria, di diametro utile pari almeno al doppio del diametro dei tubi di misura adottati. Una volta eseguita a quota la pulizia del foro, si inserisce la colonna fino a fondo foro; quindi si procede all'immissione, nell'intercapedine colonna-tubazione, di materiale granulare (sabbia, sabbia-ghiaietto) in modo da realizzare un filtro poroso attorno al tratto di colonna finestrato. Tale operazione va eseguita ritirando la tubazione provvisoria mano a mano che si procede con l'immissione dall'alto del materiale filtrante, curando di controllare la quota di questo con idonei sistemi di misura (cordelle metriche, ecc.). Il bordo inferiore della tubazione dovrà sempre trovarsi al di sotto della quota raggiunta dal materiale di riempimento. Al termine della formazione del filtro, si procede all'esecuzione di un tappo impermeabile di circa 1 m di altezza, formato generalmente da palline di bentonite o argilla opportunamente pastellate, onde separare la zona filtrante dal tratto di foro superficiale, che andrà poi riempito con materiale di risulta, oppure cementato a seconda delle esigenze. In superficie, si provvede quindi ad eseguire un idoneo pozzetto, possibilmente con chiusura a lucchetto o simili, per il contenimento e la protezione della testa del piezometro.

Art. 69

Tracciamenti, scavi e rinterri

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo. In materia si veda il d.lgs. 81/08 e successivo d.lgs. correttivo ed integrativo pubblicato il 3 agosto 2009, n. 106. Prima di porre mano ai lavori di sterro e/o riporto, l'impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti; dovrà pure stabilire, nei tratti indicati dalla direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate degli sterri, curandone poi la conservazione e risistemando quelle eventualmente manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Questa fase di lavorazione risulta essere la più delicata, è fondamentale effettuare la preparazione dei piani in maniera idonea, in modo da garantire in fase di posa, il rispetto degli spessori dei vari materiali previsti.

Il piano sommitale, ricavato a seguito delle operazioni di regolarizzazione, dovrà essere rullato con un rullo vibrante del peso di almeno 8 t, prima della posa in opera del pacchetto previsto in progetto.

Gli scavi e i riporti saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che potrà disporre la direzione dei lavori.

Tracciamenti

Sarà cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, procurarsi presso la Direzione Lavori tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti, ed in base a tali informazioni effettuare il tracciamento.

Quantunque i tracciamenti siano verificati da parte della Direzione Lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'Impresa le spese per i rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltretutto, totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese.

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto accettato dalla Direzione dei Lavori e provviste delle necessarie puntellature, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

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

L'appaltatore deve ritenersi compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare per:

- il taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle macerie sia asciutte, che bagnate, in presenza d'acqua e di qualsiasi consistenza;
- paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa, per ogni indennità di deposito temporaneo o definitivo;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro attorno alle murature, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni contenute nelle presenti condizioni tecniche esecutive;
- per ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani d'appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc., e in genere tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superiore ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Secondo quanto prescritto dall'art. 118 del d.lgs. 81/08 e successivo d.lgs n.106 del 03/08/2009, nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m. 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

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

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

Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo, secondo la prescrizione dei piani operativi di sicurezza.

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate in contraddittorio dell'appaltatore all'atto della consegna. Ove le materie siano utilizzate per formazione di rilevati, il volume sarà misurato in riporto.

Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo agli elementi strutturali di fondazione.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto delle loro esecuzioni tenendo in debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei lavori pubblici con il D.M. 21 gennaio 1981 e successive modifiche ed integrazioni.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato le fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinata contropendenza.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 metri, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 centimetri.

L'Impresa è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali essa deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo le venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

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

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

Nella infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più attorno alla medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Col procedere delle murature l'Impresa potrà recuperare i legami costituenti le armature, sempre che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento o del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Scavi subacquei e prosciugamenti

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, l'Impresa, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante, a cui si stabiliscono le acque sorgive dei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fuggatori.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua ma non come scavo subacqueo.

Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Impresa, se richiesta, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Impresa dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

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

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

Nei casi previsti dal secondo, terzo e quarto comma del presente articolo i lavoratori devono essere abbinati nell'esecuzione dei lavori.

Rilevati e rinterri

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

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Impresa crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

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

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

Le materie trasportate in rilievo o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

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

L'Impresa dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sul quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà scorticata ove occorre, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggere pendenze verso monte.

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterri si intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per gli scavi e quindi all'Appaltatore non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi. Le misure saranno eseguite in riporto in base alle sezioni di consegna da rilevarsi in contraddittorio con l'Appaltatore.

Rilevati compattati

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali, da mettersi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia, nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione - o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere ancor qui una densità pari al 90% di quella Proctor. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato: comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Il terreno di impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di 0,50 m, qualora sia di natura sciolta o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 90% della densità massima, con la relativa umidità ottima.

Se detto terreno di impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Particolare cura dovrà aversi nei riempimenti e costipazioni a ridosso delle opere d'arte in genere.

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

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

Riempimenti con pietrame (drenaggio)

I riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili) dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc. sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Piano di posa

L'impresa dovrà provvedere alla rullatura e regolarizzazione del piano di posa del rivestimento secondo le quote previste dal progetto.

I piani di posa dovranno essere rullati mediante rullo vibrante del peso di almeno 8 t. Mediante idonei sistemi di aggettamento, l'Impresa dovrà provvedere che vengano evitati accumuli di acque meteoriche sui piani di posa.

A conclusione della rullatura dovranno essere verificate le quote di progetto.

I piani di posa dovranno essere accettati dalla Direzione Lavori; senza l'assenso esplicito della Direzione Lavori non sarà possibile procedere alla realizzazione dei successivi strati di rivestimento.

Art. 70

Demolizioni e rimozioni

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

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

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

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

È vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso convogliandoli in appositi canali il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta. I canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati.

L'imboccatura superiore del canale deve essere sistemata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone. Ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei.

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

La demolizione dei muri deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione. È vietato lavorare e fare lavorare gli operai sui muri in demolizione. Tali obblighi non sussistono quando si tratta di muri di altezza inferiore ai due metri.

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

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti da altre parti.

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

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

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

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

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

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

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'Impresa, 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 nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro arresto e per evitare la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati.

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

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

Art. 71

Metodologie di posa

La messa in opera del materiale avverrà dal basso verso l'alto.

La copertura avverrà mediante la realizzazione di piste, sulle quali i mezzi di trasporto scaricheranno il materiale e dalle quali, i mezzi esclusivamente cingolati, spingeranno in avanti i cumuli formati.

Le piste così formate dovranno coprire circa il 50% della superficie interessata dalla copertura.

Ultimate le piste, i mezzi cingolati, sempre spingendo il materiale, completeranno la copertura della zona.

A conclusione della messa in opera dovranno essere verificate le quote di progetto.

CAPO III - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI NOLI E TRASPORTI

Art. 72

Opere provvisionali

Le opere provvisionali, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori sono oggetto di specifico capitolato.

Art. 73

Noleggi

I noli devono essere espressamente richiesti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se non sono compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, ad ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione del committente, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto.

Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi. I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Art. 74

Trasporti

Il trasporto è compensato a metro cubo di materiale trasportato, oppure come nolo orario di automezzo funzionante.

Se la dimensione del materiale da trasportare è inferiore alla portata utile dell'automezzo richiesto a nolo, non si prevedono riduzioni di prezzo.

Nei prezzi di trasporto è compresa la fornitura dei materiali di consumo e la manodopera del conducente.

CAPO IV - PRESCRIZIONI SU QUALITÀ, PROVENIENZA DEI MATERIALI E CONTROLLO DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

Art. 75 Materie prime

75.1 Materiali in genere

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

I materiali, sia naturali (argilla, ghiaia, sabbia, terreno vegetale) che artificiali (geosintetici), utilizzati per la realizzazione del sistema di copertura superficiale devono possedere proprietà e caratteristiche corrispondenti alle specifiche norme vigenti in materia. In assenza di particolari prescrizioni essi dovranno essere, in ogni caso, delle migliori qualità esistenti in commercio. I controlli finalizzati a verificare la rispondenza dei prodotti alle rispettive specifiche tecniche, dovranno porre particolare attenzione ai componenti che garantiscono l'impermeabilità e l'isolamento al sistema, senza tuttavia tralasciare gli altri materiali che concorrono al buon funzionamento della barriera o a preservare la sua efficienza nel tempo.

E' generalmente compito del costruttore fornire all'Ente di controllo le specifiche tecniche dei materiali impiegati sotto forma di schede, certificati di qualità, ecc.

75.2 Materiali per lo strato di regolarizzazione

Per la realizzazione dello strato di regolarizzazione dovrà essere utilizzato materiale limoso-sabbioso, le cui caratteristiche meccaniche e di compattazione devono essere indagate attraverso le seguenti prove di laboratorio:

Prova	Frequenza	Metodologia
Analisi granulometrica	1 ogni 500 m ³	ASTM D2487, D422; UNI 10006
Contenuto idrico	1 ogni 500 m ³	ASTM D2216
Limiti di Atterberg	1 ogni 500 m ³	ASTM D4318 ; UNI 10014
Compattazione	1 ogni 500 m ³	ASTM D698, D1557

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- pezzatura: 0 ÷ 4 mm;
- percentuale di trattenuto al vaglio ASTM 200 < 5% e comunque di dimensioni massime inferiori a 2 cm.

Dovrà essere specificata la provenienza del materiale (cave, cave di prestito).

75.3 Geomembrane

Le geomembrane sono lamine polimeriche utilizzate per l'impermeabilizzazione dei sistemi di coperture superficiali. In questo settore, le tipologie più utilizzate sono in polietilene (HDPE o LDPE, a seconda della densità), polivinilcloruro (PVC) e polietilene clorosolfonato (CSPE).

Per la valutazione del materiale costituente la geomembrana possono essere utili le seguenti considerazioni comparative tra i diversi tipi di polimero:

- Impermeabilità: tutti i tre polimeri presentano adeguate caratteristiche di impermeabilità, tuttavia i valori più bassi di conducibilità idraulica si ottengono con membrane in HDPE.
- Caratteristiche meccaniche: le caratteristiche meccaniche variano con lo spessore della geomembrana. I teli in HDPE sono più rigidi, con una deformazione a snervamento pari al 10 % circa, mentre quelli in PVC hanno un comportamento quasi perfettamente plastico (deformazione a snervamento pari a 300 %). I teli CSPE hanno una resistenza meccanica intermedia.
- Resistenza in condizioni limite (survivability): tutti i tre polimeri hanno sufficienti caratteristiche di resistenza se sottoposte a sforzi e deformazioni concentrate.

Tuttavia i risultati migliori si ottengono con geomembrane flessibili (in particolare quelle in PVC).

- Messa in opera: i fattori più importanti da tenere in considerazione sono la facilità di installazione e l'affidabilità delle giunture. Riguardo al primo aspetto, teli in PVC e CSPE sono più facili da posare in quanto la grande flessibilità permette un migliore adattamento al substrato, limitando inoltre il problema della formazione di rughe dovute all'espansione termica. Tuttavia, adottando opportune tecniche di installazione, anche con l'HDPE si possono ottenere risultati più che accettabili. In riferimento all'affidabilità delle giunture, quelle tra teli in HDPE hanno caratteristiche di resistenza e durezza superiori.

- Compatibilità chimica: l'HDPE presenta un'elevata compatibilità con diversi tipi di composti inquinanti che si trovano in siti contaminati, mentre il CSPE può degradarsi in presenza di idrocarburi e solventi clorurati. Il PVC presenta caratteristiche di compatibilità chimica abbastanza scadenti.

- Durevolezza a lungo termine: i risultati più soddisfacenti vengono raggiunti con teli in HDPE in quanto materiale inerte e non suscettibile di degradazione chimica. I teli in PVC presentano le caratteristiche di durevolezza meno favorevoli.

Le caratteristiche tecniche delle membrane in polietilene ad alta densità (HDPE), preferibili a quelle in PVC e CSPE per le loro caratteristiche di durevolezza, impermeabilità e compatibilità chimica, sono fissate dalla norma UNI 8898-6 (2001 – *Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione - Membrane plastomeriche rigide - Caratteristiche e limiti di accettazione*), che stabilisce i requisiti minimi per le geomembrane utilizzate per la costruzione dei sistemi barriera, sia di fondo sia di copertura, per discariche controllate di rifiuti solidi urbani e rifiuti industriali.

Le specifiche tecniche sono le seguenti:

Caratteristiche tecniche	Unità di misura	Valore	Metodologia
Spessore	mm	2	UNI EN 1849-2; ASTM D 5199
Massa volumica	g/cm ³	> 0.94	UNI 7092
Contenuto in nerofumo	%	> 2	UNI 9556
Resistenza a rottura	Mpa	> 26	UNI EN 12311 ASTM D 638
Allungamento a rottura	%	> 700	
Resistenza allo snervamento	Mpa	> 15	
Allungamento a snervamento	%	> 9	
Resistenza al punzonamento statico (CBR)	N	> 5000	UNI EN ISO 12236
Resistenza a punzonamento dinamico	Classe	PD4	UNI EN 12691
Resistenza a lacerazione	N/mm	> 130	ASTM D751; UNI EN 12310
Stress cracking	Ore	> 1000	ASTM D 1693
Stabilità dimensionale a caldo	%	< 2	UNI EN 1107
Permeabilità al vapor d'acqua	g/m ² /24h	< 723.6	UNI 8202/23; ASTM E 96

Per quanto riguarda la valutazione delle caratteristiche tecniche di membrane in polietilene a bassa densità (LDPE), possono essere utili i seguenti valori:

Caratteristiche tecniche	Unità di misura	Valore	Metodologia
Spessore	mm	> 0.5	UNI EN 1849-2 ; ASTM D 5199
Massa volumica	g/cm ³	0.92	UNI 7092 ; ASTM D1505
Resistenza a rottura	N/mm ²	> 16	UNI EN 12311; ASTM D 638
Allungamento a rottura	%	> 550	
Resistenza al punzonamento statico (CBR)	N	> 4000	UNI EN ISO 12236;
Resistenza a lacerazione	N/mm	130	ASTM D751; UNI EN 12310
Stabilità dimensionale	%	< 2	UNI EN 1107

Per la verifica delle caratteristiche della geomembrana, dovrà essere fornita una documentazione contenente le certificazioni del produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli qualità e il certificato di prova di ciascun rotolo.

La ditta fornitrice dovrà operare con Sistema di Qualità conforme ai requisiti della normativa UNI EN ISO 9001 o 9002.

75.4 Strato minerale a bassa permeabilità

Se lo strato impermeabile è realizzato in materiale naturale, deve essere specificata la provenienza fornendo i nominativi della o delle cave di prestito che si intende utilizzare.

Per la qualifica del materiale all'origine è opportuno verificare i risultati delle seguenti prove:

Prova	Frequenza	Standard
Analisi granulometrica	1 ogni 500 m ³	ASTM D422 – UNI 10006
Contenuto idrico	1 ogni 500 m ³	ASTM D2216
Limiti di Atterberg	1 ogni 500 m ³	ASTM D4318 – UNI 10014
Compattazione (prova Proctor)	1 ogni 500 m ³	ASTM D698 o D1557

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto in argilla: > 10 %;
- passante al setaccio 200 ASTM: > 30 %;
- Limiti di Atterberg
 - Limite liquido LL: 25 ÷ 50;
 - Indice di plasticità IP: 8 ÷ 30;
- Contenuto in ghiaia: < 40 %;
- Massima dimensione degli elementi lapidei: 2.5 cm;
- Conducibilità: < 10⁻⁸ m/s (La conducibilità idraulica deve essere determinata in apparecchio triassiale su provini ricostruiti a densità prossime a quella ottimale da Prova Proctor standard, con tensioni di confinamento comparabili con quelle medie agenti in sito).

75.5 Diaframmi

75.5.1 Miscela plastica per diaframma plastico impermeabile

La miscela plastica autoindurente con cui si realizzerà il diaframma sarà costituita da un premiscelato tipo Solidur® composto da leganti minerali quali cementi speciali, componenti argillosi, loppe d'altoforno e aggiunte speciali, con composizione preliminarmente verificata e mantenuta costante nel corso della lavorazione. La miscela dovrà essere a prestazione garantita: dovrà cioè rispondere ai requisiti funzionali richiesti dal progetto e comprovati da opportuna documentazione che dovrà essere presentata in fase di gara. Tale documentazione dovrà comprendere i risultati di prove di permeabilità in cella triassiale (secondo DIN 18130 parte 1) comprovanti le prestazioni della miscela e i risultati di prove di compressione a rottura. L'appaltatore in fase preliminare dovrà provvedere alla verifica delle caratteristiche della miscela da impiegare, con l'esecuzione di prove di resa volumetrica, di densità, di viscosità, di resistenza a compressione semplice e di permeabilità.

I provini realizzati per i test preliminari dovranno essere confezionati impiegando acqua proveniente dall'acquedotto o da fonte di approvvigionamento, mentre per la stagionatura dei campioni e le prove di permeabilità dovrà essere impiegata acqua con le medesime caratteristiche dell'acqua di falda che lambirà le pareti del diaframma; a tale scopo, nel caso di siti contaminati, saranno disponibili i piezometri eseguiti nel corso della caratterizzazione per il prelievo di campioni d'acqua. I provini dovranno essere portati a maturazione completamente immersi in acqua di falda, a temperatura costante di 20°C, e sottoposti alle prove sopra descritte a 28 giorni dal confezionamento. Una volta determinata la composizione che soddisfa i requisiti per la realizzazione del diaframma, la quale dovrà essere approvata dalla D.L., la miscela sarà fornita in polvere su cisterna autoarticolata e dotata di documento attestante la provenienza, la certificazione e le relative prove di qualità del prodotto trasportato, redatto dallo stabilimento del Fornitore.

Il confezionamento della miscela sarà effettuato mescolando il prodotto ottenuto con acqua, in appositi mescolatori ad alta turbolenza con dosatori automatici e dovrà essere pronto per l'utilizzo in pochi minuti. Nel caso di diaframmi con telo in HDPE, la miscela deve consentire un'adeguata lavorabilità, intesa quale possibilità di inserimento del telo. Per valutare il tempo di lavorabilità e la reazione di presa di miscele plastiche autoindurenti minerali si possono eseguire le cosiddette prove con agitazione. Nella prova con agitazione la miscela plastica autoindurente viene mescolata per 5 minuti e lasciata riposare per altri 15 minuti.

La velocità dell'agitatore deve essere di 500 ± 200 giri al minuto. Le prove con agitazione devono essere eseguite su un lasso di tempo simile a quello previsto per l'inserimento del telo in HDPE in cantiere. Per determinare la durata pratica di utilizzo della miscela si assume, come "proprietà indicatrice",

la viscosità Marsh, riportando su un grafico la curva di incremento della viscosità in funzione del tempo.

La miscela plastica autoindurente, prelevata all'impianto di confezionamento, dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- Viscosità Marsh 40-55 secondi (UNI 11152 Parte 13 oppure DIN V 4126-100)

- Decantazione dopo 2 ore < 3% (UNI 11152 Parte 11 oppure DIN V 4126-100)
- Densità 1,20 g/cm³ (UNI 11152 Parte 6 oppure DIN V 4126-100)

La sospensione solidificata dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- Resistenza alla compressione semplice dopo 28 giorni 0,8-1,2 N/mm² (UNI 11152 Parte 21-UNI EN 196-1 Prisma 40x40x160 - DIN V 4126-100)
- Permeabilità in cella triassiale dopo 28 giorni $\leq 5E-10$ m/s (secondo DIN 18130 Parte 1)
- Permeabilità in cella triassiale dopo 90 giorni $\leq 5E-11$ m/s

In corso d'opera dovranno essere prelevati dall'impianto di confezionamento n°3 campioni di miscela ogni 300 m³ in appositi contenitori cilindrici da inviare ad un laboratorio attrezzato, e dopo 28 giorni di maturazione dalla data di confezionamento dovranno essere eseguite prove di densità, di resa volumetrica, di resistenza a compressione semplice e di permeabilità. I campioni dovranno essere portati a maturazione completamente immersi in acqua, a temperatura di 20°C.

I provini per le prove di permeabilità devono essere di forma cilindrica, con diametro 100 mm e altezza 100 mm. Per le prove di resistenza alla compressione semplice possono essere utilizzati provini di forma prismatica 40x40x160 mm oppure cilindrica con diametro 50÷100 mm e altezza doppia rispetto al diametro. Tutti i provini cilindrici vanno ricavati da campioni di maggior altezza.

75.5.2 Diaframmi con fanghi autoindurenti

Nelle barriere impermeabili costruite con sospensioni plastiche autoindurenti la miscela acqua-bentonite-cemento, o la miscela confezionata con prodotti premiscelati pronti all'uso tipo SOLIDUR, ha inizialmente la funzione di fluido di perforazione ed acquisisce in seguito le caratteristiche di resistenza, deformabilità e permeabilità richieste. La realizzazione di diaframmi con fanghi autoindurenti deve avvenire per pannelli primari e secondari, che devono essere scavati e realizzati alternativamente; quelli secondari, detti saldature, vanno realizzati prevedendo una sovrapposizione con quelli precedentemente eseguiti, per una lunghezza non inferiore allo spessore del diaframma. Tale sovrapposizione deve essere eseguita asportando, durante la fase di scavo degli elementi di saldatura, parte della miscela dell'elemento precedentemente eseguito; l'intervallo di tempo per l'esecuzione della sovrapposizione degli elementi non deve essere inferiore alle 24 ore. L'esecuzione dei singoli elementi avviene con lo scavo e la contemporanea immissione di una miscela plastica autoindurente corrispondente alle caratteristiche sopra riportate. Per l'esecuzione dello scavo deve essere impiegata un'attrezzatura ad asta rigida tipo Kelly o da idonea benna libera; il controllo della verticalità deve essere effettuato utilizzando apparecchiature ottiche o filo a piombo, riguardando l'asta rigida che sostiene la benna. La miscela deve essere sempre mantenuta ad un livello costante, mediante una centrale di iniezione. Nel caso la parte superiore del diaframma si screpolasse per effetto di evaporazione dell'acqua, l'appaltatore deve provvedere ad iniettare nello scavo una ulteriore quantità di miscela plastica.

75.5.3 Indicazioni cautelative successive alla realizzazione del diaframma

Successivamente alla realizzazione del diaframma e al termine delle operazioni di risagomatura finale della copertura della discarica, è opportuno che si provveda a indicare in superficie la linea perimetrale del diaframma, posizionando adeguatamente paline di segnalazione oppure attraverso altri strumenti e metodologie stabilite in accordo con la D.L. Ciò al fine di evitare che eventuali, ulteriori e successivi lavori, vengano realizzati in vicinanza delle pareti del diaframma, mettendone a rischio l'integrità. Per avere questa garanzia, dovrà essere individuata una fascia "di rispetto" non inferiore a due metri per lato (interno - esterno) dalle pareti stesse.

75.5.4 Verifica dell'immorsamento della barriera nello strato impermeabile

Uno degli aspetti fondamentali per garantire il contenimento dei fluidi contaminati da parte della barriera a bassa permeabilità è il completo ammassamento della barriera in uno strato impermeabile. Tale obiettivo può essere raggiunto verificando ad intervalli regolari, durante la realizzazione del diaframma, la profondità dello strato impermeabile a cui ammassare la barriera.

Si prevede quindi di realizzare durante l'avanzamento del diaframma una **prova penetrometrica statica CPT ogni 20 m**. Determinata la profondità dello strato impermeabile, la barriera dovrà essere realizzata in modo da avere un ammassamento minimo in tale strato pari a 50 cm.

75.6 Geocompositi bentonitici

I geocompositi bentonitici (GCL), costituiti da uno strato di argilla (bentonite sodica granulare) compreso tra due geotessili, vengono impiegati nella costituzione della barriera impermeabile, in sostituzione o in combinazione con lo strato di argilla compattata. I vantaggi derivati dall'uso di questa tecnologia riguardano una certa facilità e rapidità nell'installazione, la possibilità di raggiungere coefficienti di permeabilità estremamente bassi e la capacità di far fronte ad eventuali danneggiamenti sfruttando le capacità rigonfianti della bentonite sodica.

Per la valutazione dell'affidabilità del materiale vanno verificate le caratteristiche tecniche, sia del prodotto nella sua globalità sia delle singole componenti (geotessili di rivestimento e bentonite), specificate dalle schede tecniche fornite dal

produttore. I materiali dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche (riferite ad uno spessore del prodotto finito pari a 6.0 mm):

GEOTESSILI DI CONTENIMENTO			
Caratteristiche tecniche	Unità di misura	Valore	Metodologia
Massa areica	g/m ²	> 110	UNI EN 965
GEOCOMPOSITO BENTONITICO			
Spessore	mm	5.5	EN 964 – 1
Coefficiente di permeabilità (oppure indice di flusso)	m/s	< 5 · 10 ⁻¹¹	ASTM D5084 (ASTM D5887)
Resistenza al punzonamento statico	N	> 2500	EN ISO 12236
Resistenza a trazione longitudinale	kN/m	> 20	ASTM D6768; EN ISO 10319
Deformazione a carico massimo longitudinale	%	> 10	
Resistenza a trazione trasversale	kN/m	> 10	
Deformazione a carico massimo trasversale	%	> 8	
Massa areica	g/m ²	> 4000	ASTM D5261; UNI EN 965
Resistenza al taglio	kPa	> 15	ASTM D5321
BENTONITE			
Contenuto in montmorillonite	%	> 98	
Indice di rigonfiamento	2g/100 ml/ 24h	> 25	ASTM D5890
Massa areica	kg/m ²	> 4,5	prEN 14196

75.7 Geostuoia tridimensionale in materiale sintetico

Rivestimento di scarpate o di sponde mediante stesura di geostuoia tridimensionale in materiale sintetico (nylon, polipropilene, polietilene e polietilene ad alta densità) in possesso di totale inerzia chimica, con le seguenti caratteristiche minime:

- spessore variabile in funzione della pendenza della scarpata e di altre condizioni locali da 9 mm a 25 mm (UNI EN ISO 9864);
- grado di vuoto non inferiore al 90%;
- resistenza a rottura a trazione longitudinale non inferiore a 0,7 kN/m (EN ISO 10319);
- resistenza a rottura a trazione trasversale non inferiore a 0,7 kN/m (EN ISO 10319);
- limitata riduzione della flessibilità o della resistenza per una temperatura compresa tra -15° e + 60°;
- con fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 30 cm e picchettature con staffe o picchetti, di qualità, dimensioni e quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso, normalmente in ferro acciaioso piegati a "U" Ø 6–12 mm, L = 15–50 cm, o in legno L = 30 - 70 cm, oppure con talee di lunghezza minima 50 cm. La densità dei picchetti dovrà essere direttamente proporzionale alla pendenza della scarpata ed in funzione della consistenza del substrato.

Nei casi di stesura per fasce parallele lungo sezione, dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm effettuati a tegola tenendo conto della eventuale direzione di scorrimento dell'acqua. Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad un intasamento con uno strato di terreno vegetale e ad una semina con miscela di sementi (40 g/m²), con le modalità di cui ai punti precedenti e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

75. 8 Geotessili

Per assolvere alle funzioni di protezione dello strato impermeabile e di separazione dagli strati sovrastanti, si suggerisce l'impiego di geotessili nontessuti, costituito da fibre di polietilene ad alta densità o di polipropilene, in fiocco, unite mediante

agugliatura meccanica e termofissazione, con esclusione di collanti o leganti chimici. Il geotessile dovrà in ogni caso possedere buone caratteristiche di durezza e compatibilità chimica, oltre che di resistenza meccanica.

Le caratteristiche tecniche dovranno corrispondere a quelle previste dalla norma UNI EN 13257 (2002 – *Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi*) che prevede i seguenti requisiti minimi:

Caratteristiche tecniche	Unità di misura	Tipologia prodotto			Metodologia
Fibra		Polipropilene			
Massa areica	g/m ²	600	800	1200	UNI EN 965 ; ASTM D5261
Resistenza a trazione longitudinale	kN/m	> 38	> 47	> 60	EN ISO 10319; ASTM D6768
Deformazione a carico massimo longitudinale	%	> 80	> 85	> 90	
Resistenza a trazione trasversale	kN/m	> 38	> 47	> 60	
Deformazione a carico massimo longitudinale	%	> 80	> 85	> 90	
Resistenza al punzonamento statico (CBR)	N	>7000	> 9000	> 11000	UNI EN ISO 12236
Resistenza al punzonamento dinamico	mm	< 5	0	0	UNI EN 918
Durabilità	mesi	> 1	> 1	> 1	UNI EN 12224

La ditta fornitrice dovrà operare con Sistema di Qualità conforme ai requisiti della normativa UNI EN ISO 9001 o 9002.

Poiché le fibre con cui sono realizzati i geotessili sono suscettibili a deterioramenti dovuti all'esposizione ai raggi UV, occorre prestare attenzione che il materiale non stazioni esposto ai raggi solari per un periodo superiore a quello specificato dal fornitore (ASTM D4873).

75.8.1 Procedure per la posa in opera

I geotessili saranno posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza e zavorrati quanto necessario.

Le giunzioni tra i teli saranno sovrapposte di almeno 40 cm e dovranno essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi, senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

Le giunzioni tra i teli andranno picchettate o termosaldate a caldo.

L'Impresa dovrà 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.

Alla fine della messa in opera dello strato di geotessile, la Direzione Lavori dovrà approvare per iscritto il lavoro eseguito prima di proseguire con altre lavorazioni. I geotessili non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici, prima della messa in opera degli strati di protezione in terreno.

75.9 Impermeabilizzazione con geomembrana in HDPE

La geomembrana in HDPE (polietilene ad alta densità) di spessore 2,5 mm , sarà prodotta con polimero vergine (non rigenerato o riciclato), per una quantità minima pari al 97 % , mentre per il restante 2 % sarà costituita dal pigmento (carbon black) con l'aggiunta di additivi atti a migliorare le qualità di viscosità, saldabilità e resistenza ai raggi U.V. In particolare, l'indice di viscosità, definito dal MFI (Melt Flow Index), dovrà risultare compreso tra 2 e 3 g/10 min (ASTM D 1238 190/5 Cond. P).

La geomembrana sarà prodotta per estrusione orizzontale e la sua larghezza dovrà risultare pari almeno a 9,40 m, al fine di assicurare omogeneità e regolarità in tutto il suo spessore e per tutta la sua estensione superficiale. Ai fini di un controllo di qualità, la geomembrana dovrà essere targata per tutta la sua estensione, con le indicazioni del nome del prodotto, il tipo di prodotto, il produttore, la materia prima utilizzata, la settimana e l'anno di produzione.

La geomembrana dovrà risultare completamente impermeabile all'acqua e dovrà presentare le seguenti caratteristiche dimensionali e chimico-fisiche:

- Densità: 0,942 g/cm³ (ASTM D 1505);
- Melt Flow Index (MFI): 2÷3 g/10 min (ASTM D 1238 190/5);
- Carico di snervamento: 33 N/mm (ASTM D 6693);
- Allungamento a snervamento: 12 % (ASTM D 6693);
- Carico di rottura: 60 N/mm (ASTM D 6693);
- Allungamento a rottura: 700 % (ASTM D 6693);
- Resistenza alla lacerazione: 280 N/mm (ASTM D 1004);

Resistenza alla perforazione: 1200 mm (DIN 16726);

Elongazione multi assiale: 15 % (DIN 53861/EN 14151);

Stabilità dimensionale : < 1 % (ASTM D 1204, 1 ora a 100 °C);

ESCR (stress cracking): 2000 ore (ASTM D 1693);

Resistenza al punzonamento: 700 N (ASTM D 4833).

75.10 Strato drenante

Per la realizzazione degli strati drenanti possono essere utilizzati materiali naturali (ghiaia e sabbia) e/o artificiali (georeti e geocompositi drenanti). Nel primo caso i controlli da effettuare riguardano la qualifica del materiale, in particolare delle sue caratteristiche granulometriche, di permeabilità e di contenuto in carbonati.

Prova	Frequenza	Standard
Analisi granulometrica	1 ogni 1000 m ³	UNI 10006 - ASTM D422
Permeabilità	1 ogni 1000 m ³	ASTM D5084
Contenuto in carbonati	1 ogni 1000 m ³	ASTM D4373

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM): < 5 %;
- dimensione massima degli elementi lapidei: < 30 mm;
- contenuto in carbonati: < 5 %;
- conducibilità idraulica: > 1 · 10⁻⁴ m/s.

I geocompositi drenanti sono prodotti prefabbricati costituiti da una struttura polimerica tridimensionale (georete), generalmente in HDPE, che costituisce il nucleo del geocomposito e funge da veicolo delle acque filtrate, racchiusa da due strati di geotessile filtrante con la funzione di far passare le acque fino al nucleo drenante, impedendo il dilavamento della componente fine del terreno e mantenendo l'efficacia drenante nel tempo.

Per una verifica delle caratteristiche tecniche si può fare riferimento ai seguenti valori:

Caratteristiche tecniche	Unità di misura	Tipologia prodotto	Metodologia
Massa areica	g/m ²	> 1000	ASTM D5261; UNI EN 965
Spessore	a 2 kPa	> 6.0	UNI EN 9863 – 2
	a 20 kPa	> 5.5	
Resistenza a trazione longitudinale	kN/m	> 20	UNI EN ISO 10319
Deformazione a carico massimo longitudinale	%	> 50	
Trasmissività longitudinale	m ² /s	> 1 · 10 ⁻³	ASTM D 4716

I geocompositi drenanti dovranno inoltre possedere: inerzia chimica totale, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di roditori e microrganismi, insensibilità agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, stabilità ai raggi ultravioletti ottenuta mediante adatti quantitativi di nerofumo.

La ditta fornitrice dovrà operare con Sistema di Qualità conforme ai requisiti della normativa UNI EN ISO 9001 o 9002.

75.11 Terreno per lo strato di protezione e superficiale

Il materiale può essere qualificato attraverso l'applicazione delle seguenti prove:

Prova	Frequenza	Standard
Analisi granulometrica	1 ogni 2500 m ³	ASTM D422 – UNI 10006
Contenuto idrico	1 ogni 2500 m ³	ASTM D2216
Compattazione (prova Proctor)	1 ogni 2500 m ³	ASTM D698 o D1557

Il materiale deve possedere caratteristiche compatibili con la destinazione d'uso finale (vegetale o di altro tipo). Esso deve essere privo di clasti spigolosi che potrebbero danneggiare i geosintetici utilizzati per il drenaggio delle acque meteoriche o per l'impermeabilizzazione. Se la copertura ha una destinazione d'uso ad aree verdi, andrebbe verificato il valore di pH del terreno vegetale utilizzato, in quanto ambienti troppo acidi risultano dannosi per lo sviluppo vegetazionale; i valori ottimali sono compresi tra 6.5 e 7.5. Esso inoltre dovrebbe contenere una percentuale di materia organica compresa tra il 5 e il 20 %.

75.12 Acqua

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, priva di materie terrose, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Per la definizione dei requisiti cui l'acqua deve conformarsi può essere fatto utile riferimento a quanto contenuto nella norma UNI EN 1008:2003, come prescritto al § 11.2.9.5 delle NTC 2008. Riferirsi anche alle UNI EN 459-1/2/3:2002 per le specifiche delle calce per costruzioni.

75.13 Calci aeree e calce idrauliche

Le calce aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. Le calce aeree si dividono in:

- calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica;
- calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calce che raggiungano i requisiti richiesti per le calce di cui alla lettera a).
- calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calce predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Si dicono calce aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di MgO. Per le calce aeree devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CALCI AEREE		Contenuto in CaO + MgO	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle		94%		
Calce magra in zolle		94%		
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	91%	3%	6%
	C. idrata da costruzione	82%	3%	6%

e devono rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI AEREE	Rendimento in grassello	Residuo al vaglio da 900 maglie /cmq	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm ²	Prova di stabilità di volume
Calce grassa in zolle	2,5 mc./tonn.			
Calce magra in zolle	1,5 mc./tonn.			
Calce idrata in polvere	fiore di calce	1%	5%	sì
	calce da costruzione	2%	15%	sì

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere recente, perfetta e di cottura uniforme, non bruciata né vitrea né lenta ad idratarsi. Infine sarà di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altrimenti inerti.

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; non sarà usata quella ridotta in polvere o sfiorita: si dovrà quindi preparare la calce viva nella quantità necessaria e conservarla in luoghi asciutti ed al riparo dall'umidità.

Dopo l'estinzione la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature da almeno 15 giorni. L'estinzione delle calce aeree in zolle sarà eseguita a bagnolo o con altro sistema idoneo, ma mai a getto.

Le calce idrauliche si dividono in:

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

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

Per le calce idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

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

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

Calci idrauliche in polvere	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 Kg/cm ²	10 Kg/cm ²	sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 Kg/cm ²	100 Kg/cm ²	sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 Kg/cm ²	100 Kg/cm ²	sì
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 Kg/cm ²	100 Kg/cm ²	sì

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

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

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

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

75.14 Bentoniti

Le caratteristiche della bentonite utilizzata per la preparazione della miscela devono essere specificate mediante le seguenti prove:

- Contenuto in montmorillonite
- Indice di rigonfiamento (ASTM D5890)

- Massa areica (prEN 14196).

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla normativa vigente. Come prescritto al § 11.2.9.1 delle NTC 2008, per le opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

75.15 Leganti cementizi

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

La norma UNI EN 197-1 definisce e specifica 27 distinti prodotti di cemento comune e i loro costituenti. La definizione di ogni cemento comprende le proporzioni di combinazione dei costituenti per ottenere questi distinti prodotti, in una gamma di sei classi di resistenza. La definizione comprende anche i requisiti che i costituenti devono rispettare e i requisiti meccanici, fisici e chimici, inclusi, quando necessario, i requisiti relativi al calore d'idratazione dei 27 prodotti, e le classi di resistenza. La EN 197-1 definisce, inoltre, i criteri di conformità e le rispettive regole. Sono indicati, infine, i requisiti di durabilità necessari.

Il cemento conforme alla EN 197-1, definito cemento CEM, opportunamente dosato e miscelato con aggregato e acqua, deve essere in grado di produrre una malta o un calcestruzzo capace di conservare la lavorabilità per un periodo di tempo sufficiente e di raggiungere, dopo determinati periodi, livelli di resistenza meccanica prestabiliti nonché di possedere una stabilità di volume a lungo termine. L'indurimento idraulico del cemento CEM è dovuto principalmente all'idratazione dei silicati di calcio, ma anche di altri composti chimici, per esempio gli alluminati, possono partecipare al processo di indurimento. La somma dei contenuti di ossido di calcio (CaO) reattivo e ossido di silicio (SiO₂) reattivo nel cemento CEM deve essere almeno il 50% in massa quando i contenuti percentuali sono determinati in accordo alla EN 196-2. I cementi CEM sono costituiti da materiali differenti e di composizione statisticamente omogenea derivanti dalla qualità assicurata durante processi di produzione e manipolazione dei materiali. I requisiti per i costituenti sono riportati nella norma UNI EN 197-1.

I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla EN 197-1, e la loro denominazione, sono indicati nel prospetto 1 della norma. Essi sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento come segue:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno
- CEM IV cemento pozzolanico
- CEM V cemento composito

La composizione di ciascuno dei 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni deve essere conforme a quanto riportato nel prospetto. La resistenza normalizzata di un cemento è la resistenza a compressione a 28 giorni, determinata in accordo alla EN 196-1, che deve essere conforme ai requisiti riportati nella tabella seguente. Sono contemplate tre classi di resistenza normalizzata: classe 32,5, classe 42,5 e classe 52,5. La resistenza iniziale di un cemento è la resistenza meccanica a compressione determinata a 2 o a 7 giorni in accordo alla EN 196-1; tale resistenza deve essere conforme ai requisiti riportati in tabella. Per ogni classe di resistenza normalizzata si definiscono due classi di resistenza iniziale, una con resistenza iniziale ordinaria, contrassegnata dalla lettera N, e l'altra con resistenza iniziale elevata, contrassegnata dalla lettera R. Il tempo di inizio presa e l'espansione, determinati in accordo alla EN 196-3, devono soddisfare i requisiti riportati in tabella. Il calore d'idratazione dei cementi comuni a basso calore non deve superare il valore caratteristico di 270 J/g, determinato in accordo alla EN 196-8 a 7 giorni oppure in accordo alla EN 196-9 a 41 h.

I cementi comuni a basso calore sono indicati con LH.

Classe di resistenza	Resistenza alla compressione [MPa]				Tempo di inizio presa [min]	Stabilità (espansione) [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32,5 N	-	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5 R	≥ 10,0	-				

42,5 N	≥ 10,0	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 R	≥ 20,0	-				
52,5 N	≥ 20,0	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	≥ 30,0	-				

Le proprietà dei cementi del tipo e della classe di resistenza riportati rispettivamente nelle colonne 3 e 4 della tabella seguente devono essere conformi ai requisiti riportati nella colonna 5 di detta tabella quando sottoposti a prova secondo le norme cui si fa riferimento nella colonna 2.

1	2	3	4	5
Proprietà	Metodo di riferimento	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0 %
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0 %
Tenore in solfato (come SO ₃)	EN 196-2	CEM I CEM II CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,5 %
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 4,0 %
		CEM III	Tutte le classi	
Tenore in cloruro	EN 196-21	Tutti i tipi	Tutte le classi	≤ 0,10 %
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

In molte applicazioni, in particolare in condizioni ambientali severe, la scelta del cemento ha una influenza sulla durabilità del calcestruzzo, della malta, e della malta per iniezione per esempio in termini di resistenza al gelo, resistenza chimica e protezione dell'armatura. La scelta del cemento, nell'ambito della EN 197-1, con particolare riguardo al tipo e alla classe di resistenza per diverse applicazioni e classi di esposizione, deve rispettare le norme e/o i regolamenti adeguati relativi al calcestruzzo e alla malta, validi nel luogo di utilizzo.

La conformità dei 27 prodotti alla EN 197-1 deve essere verificata in maniera continua in base al controllo di campioni puntuali.

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

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti o:

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

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

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

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

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

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

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

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

75.16 Pozzolane

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalla normativa vigente.

Agli effetti delle suddette prescrizioni si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

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

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

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

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

75.17 Ghiaia, pietrisco e sabbia

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Gli inerti, quando non espressamente stabilito, possono provenire da cava in acqua o da fiume, a seconda della località dove si eseguono i lavori ed in rapporto alle preferenze di approvvigionamento: in ogni caso dovranno essere privi di sostanze organiche, impurità ed elementi eterogenei.

Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali.

Tra le caratteristiche chimico-fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto a/c, ed i valori di peso specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriferro.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Gli inerti normali sono, solitamente, forniti sciolti; quelli speciali possono essere forniti sciolti, in sacchi o in autocisterne. Entrambi vengono misurati a metro cubo di materiale assestato su automezzi per forniture di un certo rilievo, oppure a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di metro cubo nel caso di minimi quantitativi.

La sabbia naturale o artificiale dovrà risultare bene assortita in grossezza, sarà pulitissima, non avrà tracce di sali, di sostanze terrose, limacciose, fibre organiche, sostanze friabili in genere e sarà costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee.

La ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose.

La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, esente da materie terrose, sabbiose e,

comunque, eterogenee, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni indicate per la ghiaia.

Il pietrisco deve essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente tabella.

Specifica Tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella seguente, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	=C 8/10	fino al 100 %
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤C30/37	≤ 30 %
	≤C20/25	Fino al 60 %
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe		
da calcestruzzi >C45/55	≤C45/55 Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15% fino al 5%

Per quanto concerne i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta si faccia riferimento a quanto prescritto nelle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella seguente. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Dimensione per il filler
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck ≥ C50/60)

Dosatura dei getti

Il cemento e gli aggregati sono di massima misurati a peso, mentre l'acqua è normalmente misurata a volume.

L'Appaltatore dovrà adottare, in accordo con la vigente normativa, un dosaggio di componenti (ghiaia, sabbia, acqua, cemento) tale da garantire le resistenze indicate sui disegni di progetto. Dovrà inoltre garantire che il calcestruzzo possa facilmente essere lavorato e posto in opera, in modo da passare attraverso le armature, circondarle completamente e raggiungere tutti gli angoli delle casseforme.

Qualora non espressamente altrove indicato, le dosature si intendono indicativamente così espresse:

- calcestruzzo magro:
 - cemento: 150 kg
 - sabbia: 0,4 m³
 - ghiaia: 0,8 m³

- | | | |
|-------------------------|----------|--------------------|
| – calcestruzzo normale: | cemento: | 300 kg |
| | sabbia: | 0,4 m ³ |
| | ghiaia: | 0,8 m ³ |
| – calcestruzzo grasso: | cemento: | 350 kg |
| | sabbia: | 0,4 m ³ |
| | ghiaia: | 0,8 m ³ |

Dovranno comunque sempre essere raggiunte le caratteristiche e la classe di resistenza previste a progetto. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere indicato e conforme alle prescrizioni di durabilità dettate dalla normativa.

Qualora venga utilizzato un additivo superfluidificante il rapporto acqua/cemento potrà essere usato a compensazione della quantità d'acqua; il dosaggio dovrà essere definito in accordo con le prescrizioni del produttore, con le specifiche condizioni di lavoro e con il grado di lavorabilità richiesto.

Come già indicato l'uso di additivi dovrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

Confezione dei calcestruzzi

Dovrà essere eseguita in ottemperanza al D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e la relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008".

È ammesso l'uso di calcestruzzo preconfezionato, con esplicita approvazione della Direzione Lavori. Tutte le cautele e le prescrizioni esposte precedentemente dovranno essere applicate anche dal produttore del calcestruzzo preconfezionato. La Direzione dei Lavori si riserva comunque il diritto, dopo accordi e con il supporto dell'Appaltatore, di accedere agli impianti di preconfezionamento, eseguendo tutti i controlli e gli accertamenti che saranno ritenuti opportuni.

La Direzione dei Lavori richiederà comunque documenti comprovanti il dosaggio e la natura dei componenti del calcestruzzo fornito.

L'appaltatore è, comunque, responsabile unico delle dosature dei calcestruzzi e della loro rispondenza per l'ottenimento delle resistenze richieste nei disegni e documenti contrattuali.

Gli impianti a mano sono ammessi per piccoli getti non importanti staticamente e previa autorizzazione del Direttore dei Lavori.

Additivi

Gli additivi sono sostanze di diversa composizione chimica, in forma di polveri o di soluzioni acquose, classificati secondo la natura delle modificazioni che apportano agli impasti cementizi. La norma UNI EN 934-2:2007 classifica gli additivi aventi, come azione principale, quella di:

- fluidificante e superfluidificante di normale utilizzo che sfruttano le proprietà disperdenti e bagnanti di polimeri di origine naturale e sintetica. La loro azione si esplica attraverso meccanismi di tipo elettrostatico e favorisce l'allontanamento delle singole particelle di cemento in fase di incipiente idratazione le une dalle altre, consentendo così una migliore bagnabilità del sistema, a parità di contenuto d'acqua;
- aerante, il cui effetto viene ottenuto mediante l'impiego di particolari tensioattivi di varia natura, come sali di resine di origine naturale, sali idrocarburi solfonati, sali di acidi grassi, sostanze proteiche, ecc. Il processo di funzionamento si basa sull'introduzione di piccole bolle d'aria nell'impasto di calcestruzzo, le quali diventano un tutt'uno con la matrice (gel) che lega tra loro gli aggregati nel conglomerato indurito. La presenza di bolle d'aria favorisce la resistenza del calcestruzzo ai cicli gelo-disgelo;
- ritardante, che agiscono direttamente sul processo di idratazione della pasta cementizia rallentandone l'inizio della presa e dilatando l'intervento di inizio e fine-presa. Sono principalmente costituiti da polimeri derivati dalla lignina opportunamente solfonati, o da sostanze a tenore zuccherino provenienti da residui di lavorazioni agro-alimentari;
- accelerante, costituito principalmente da sali inorganici di varia provenienza (cloruri, fosfati, carbonati, etc.) che ha la proprietà di influenzare i tempi di indurimento della pasta cementizia, favorendo il processo di aggregazione della matrice cementizia mediante un meccanismo di scambio ionico tra tali sostanze ed i silicati idrati in corso di formazione;
- antigelo, che consente di abbassare il punto di congelamento di una soluzione acquosa (nella fattispecie quella dell'acqua d'impasto) e il procedere della reazione di idratazione, pur rallentata nella sua cinetica, anche in condizioni di temperatura inferiori a 0°.

Per ottenere il massimo beneficio, ogni aggiunta deve essere prevista ed eseguita con la massima attenzione, seguendo alla lettera le modalità d'uso dei fabbricanti.

Getto del calcestruzzo

Il getto verrà eseguito secondo le normative contenute nella Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive del febbraio 2008 a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il getto dovrà essere eseguito con cura, opportunamente costipato ed eventualmente vibrato secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Le interruzioni di getto dovranno essere evitate e comunque autorizzate dal Direttore dei Lavori. Le riprese dovranno essere eseguite in modo da trovarsi in zone di momento flettente nullo nelle strutture inflesse ed in modo da essere perpendicolari allo sforzo di compressione nelle strutture verticali.

Quando la ripresa avviene contro un getto ancora plastico, si dovrà procedere a previa boiacatura del getto esistente. Se il getto esistente è in fase di presa, occorre scalpellarlo e mettere a vivo la ghiaia quindi bagnare, applicare uno strato di malta di cemento di 1 - 2 cm. e procedere al nuovo getto.

Qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori, l'appaltatore dovrà provvedere all'uso di additivi per la ripresa senza onere per il Committente.

Le strutture in fase di maturazione dovranno essere protette dal gelo, dal caldo eccessivo e dalle piogge violente; così pure sulle strutture suddette dovrà essere vietato il transito di persone, mezzi o comunque qualsiasi forma di sollecitazione.

La maturazione con riscaldamento locale diffuso è ammessa solo previo accordo scritto con la Direzione dei Lavori.

Prescrizioni esecutive

Sono vietati, salvo approvazione della Direzione dei Lavori, i getti contro terra.

Indipendentemente dalle dosature, i getti di calcestruzzo eseguiti dovranno risultare compatti, privi di alveolature, senza affioramento di ferri; i ferri, nonché tutti gli accessori di ripresa (giunti di neoprene, lamierini, ecc.) e tutti gli inserti dovranno risultare correttamente posizionati; tutte le dimensioni dei disegni dovranno essere rispettate ed a tal fine il costruttore dovrà provvedere a tenere anticipatamente in considerazione eventuali assestamenti o movimenti di casseri ed armature. Tutti gli oneri relativi saranno compresi nel costo del calcestruzzo, a meno che esplicito diverso richiamo venga fatto nell'elenco voci del progetto.

Provini

Durante la confezione dei calcestruzzi l'appaltatore dovrà prevedere il prelievo e la conservazione dei provini di calcestruzzo in numero sufficiente secondo le norme e secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Per ciò che concerne la normativa di prova di esecuzione, collaudo, conservazione, nonché le pratiche per la denuncia dei cementi armati, valgono tutte le leggi vigenti e quelle che venissero promulgate in corso d'opera.

Dovranno inoltre essere eseguiti provini sulle barre di armatura, secondo le prescrizioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche di cui al D.M. 14/01/2008. Gli oneri relativi al prelievo, maturazione e certificazione dei provini sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori.

Vibrazione

Le norme ed i tipi di vibrazione dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori sempre restando l'Appaltatore responsabile della vibrazione e di tutte le operazioni relative al getto, L'onere delle eventuali vibrazioni è sempre considerato incluso nel prezzo del getto.

Condizioni climatiche

Sono vietati i getti con temperatura sotto zero e con prevedibile discesa sotto lo zero.

Fino a temperatura -5 °C il Direttore dei lavori, d'accordo con l'Impresa, sarà arbitro di autorizzare i getti previa sua approvazione degli additivi e delle precauzioni da adottare, sempre restando l'appaltatore responsabile dell'opera eseguita; conseguentemente il Direttore dei Lavori è autorizzato ad ordinare all'appaltatore di eseguire a proprio onere (dell'Appaltatore) la demolizione dei getti soggetti a breve termine a temperatura eccessivamente bassa e non prevista.

I getti con temperatura superiore a 32 °C dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

L'appaltatore è obbligato all'innaffiamento costante dei getti in fase di maturazione per un minimo di 8 giorni e/o nei casi di getti massicci secondo indicazioni della Direzione Lavori.

Tolleranze

La tolleranza ammessa nella planarità dei getti, misurata con una staggia piana di 3 m, è di +/-4 mm. per tutti gli orizzontamenti .

La tolleranza ammessa per la verticalità dei getti misurata sull'altezza di un interpiano (intervallo tra due orizzontamenti parziali o totali) è di +/- 1 cm. non accumulabile per piano.

La tolleranza globale ammessa per la verticalità dei getti, misurata sull'altezza totale degli elementi, è pari a 1/1000 della altezza stessa.

La tolleranza ammessa per le misure in piano, riferita ad ogni piano e non cumulabile, è pari 1 +/-1 cm. per la massima dimensione in pianta. Particolare cura dovrà essere posta nella esecuzione dei getti che dovranno ricevere elementi metallici.

75.18 Materiali ferrosi e metalli vari

I materiali ferrosi dovranno presentare caratteristiche di ottima qualità essere privi di difetti, scorie, slabbrature, soffiature, ammaccature, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili; devono inoltre essere in stato di ottima conservazione e privi di ruggine. Sottoposti ad analisi chimica devono risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

I materiali destinati ad essere inseriti in altre strutture o che dovranno poi essere verniciati, devono pervenire in cantiere protetti da una mano di antiruggine.

Si dovrà tener conto delle prescrizioni contenute nel § 11.3 delle NTC 2008.

Essi dovranno presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

Acciaio per cemento armato - È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati e controllati secondo le procedure di cui alle NTC 2008. L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori, oppure in centri di trasformazione.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A il diametro delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm. L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a Ø16 mm per B450C e fino a 10 mm per B450A.

- **Ferro** - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, saldature e di altre soluzioni di continuità. L'uso del ferro tondo per cemento armato, sul quale prima dell'impiego si fosse formato uno strato di ruggine, deve essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori.
- **Acciaio trafilato o dolce laminato** - Per la prima varietà è richiesta perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, tali da non generare screpolature o alterazioni; esso dovrà essere inoltre saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare. L'acciaio extra dolce laminato dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempera.
- **Acciaio da cemento armato normale** - Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm.
- **Acciaio da cemento armato precompresso** - Le prescrizioni del D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e alla relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008":
 - Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
 - Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
 - Treccia: gruppi di 2 e 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;
 - Trefolo: gruppi di fili avvolti ad elica in uno o più strati intorno ad un filo rettilineo disposto secondo l'asse longitudinale dell'insieme e completamente ricoperto dagli strati. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere lisci, ondulati, con impronte, tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'uso di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

- **Ghisa** - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; la frattura sarà grigia, finemente granulosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo la norma UNI ISO 1563/98, realizzati secondo norme UNI EN 124/95 di classe adeguata al luogo di utilizzo, in base al seguente schema:

Luogo di utilizzo	Classe	Portata
Per carichi elevati in aree speciali	E 600	t 60
Per strade a circolazione normale	D 400	t 40
Per banchine e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C 250	t 25
Per marciapiedi e parcheggi autovetture	B 125	t 12,5

- *Trafilati, profilati, laminati* - Devono presentare alle eventuali prove di laboratorio, previste dal Capitolato o richieste dalla Direzione dei Lavori, caratteristiche non inferiori a quelle prescritte dalle norme per la loro accettazione; in particolare il ferro tondo per cemento armato, dei vari tipi ammessi, deve essere fornito con i dati di collaudo del fornitore.

Dalle prove di resistenza a trazione devono ottenersi i seguenti risultati:

- per l'acciaio dolce (ferro omogeneo): carico di rottura per trazione compreso fra 42 e 50 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 23 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 20 per cento;
- per le legature o staffe di pilastri può impiegarsi acciaio dolce con carico di rottura compreso fra 37 e 45 kg/mm² senza fissarne il limite inferiore di snervamento;
- per l'acciaio semiduro: carico di rottura per trazione compreso fra 50 e 60 kg/mm²; limite di snervamento non inferiore a 27 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 16%;
- per l'acciaio duro: carico di rottura per trazione compreso fra 60 e 70 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 31 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 14%.

Il piombo, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

75.19 Legnami

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui alla legislazione ed alle norme UNI vigenti; saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati: dovranno quindi essere di buona qualità, privi di alborno, fessure, spaccature, esenti da nodi profondi o passanti, cipollature, buchi od altri difetti, sufficientemente stagionati tranne che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme. Possono essere individuate quattro categorie di legname:

Caratteristiche	1 ^a categoria	2 ^a categoria	3 ^a categoria
Tipo di legname	Assolutamente sano	Sano	Sano
Alterazioni cromatiche	Immune	Lievi	Tollerate
Perforazioni da insetti o funghi	Immune	Immune	Immune
Tasche di resina	Escluse	Max spessore mm 3	
Canastro	Escluso	Escluso	
Cipollature	Escluse	Escluse	Escluse
Lesioni	Escluse	Escluse	Escluse
Fibratura	Regolare	Regolare	Regolare
Deviazione massima delle fibre rispetto all'asse longitudinale	1/15 (pari al 6,7%)	1/8 (pari al 12,5%)	1/5 (pari al 20%)
Nodi	Aderenti	Aderenti	Aderenti per almeno 2/3
Diametro	Max 1/5 della di-mensione minima di sezione e (max cm 5)	Max 1/3 della di-mensione minima di sezione (max cm 7)	Max 1/2 della di-mensione minima di sezione
Frequenza dei nodi in cm 15 di lunghezza della zona più nodosa	La somma dei diametri dei vari nodi non deve superare i 2/5 della larghezza di sezione	La somma dei diametri dei vari nodi non deve oltrepassare i 2/3 della larghezza di sezione	La somma dei diametri dei vari nodi non deve oltrepassare i 3/4 della larghezza di sezione
Fessurazioni alle estremità	Assenti	Lievi	Tollerate
Smussi nel caso di segati a spigolo vivo	Assenti	Max 1/20 della di-mensione affetta	Max 1/10 della di-mensione affetta

Nella 4^a categoria (da non potersi ammettere per costruzioni permanenti) rientrano legnami con tolleranza di guasti, difetti, alterazioni e smussi superanti i limiti della 3^a categoria.

Il tavolame dovrà essere ricavato dai tronchi più dritti, affinché le fibre non risultino tagliate dalla sega.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in nessun punto del palo. Dovranno inoltre essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie; la differenza tra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alborno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

I legnami si misurano per cubatura effettiva; per le antenne tonde si assume il diametro o la sezione a metà altezza; per le sottomisure coniche si assume la larghezza della tavola nel suo punto di mezzo. Il legname, salvo diversa prescrizione, deve essere nuovo, nelle dimensioni richieste o prescritte.

Per quanto riguarda la resistenza al fuoco si fa riferimento alla norma UNI 9504/89 "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in legno", riferibile sia al legno massiccio che al legno lamellare, trattati e non, articolata in:

- determinazione della velocità di penetrazione della carbonizzazione;
- determinazione della sezione efficace ridotta (sezione resistente calcolata tenendo conto della riduzione dovuta alla carbonizzazione del legno);
- verifica della capacità portante allo stato limite ultimo di collasso nella sezione efficace ridotta più sollecitata secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

75.20 Misto granulare stabilizzato

Si tratta di materiale misto granulato stabilizzato confezionato con inerti provenienti dalla frantumazione di idonee rocce e grossi ciottoli di cava la cui curva granulometrica sia collocata all'interno del fuso ANAS 1981, premiscelato.

La miscela degli inerti dovrà avere una perdita percentuale in peso alla prova Los Angeles inferiore o uguale a 30.

E' prevista la successiva stesa a mano per la formazione di uno strato regolare, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, compresi gli eventuali ricarichi durante la ricilindratura, per la regolarizzazione della sagoma, con densità maggiore al 97% di quella ottima determinata in laboratorio (A.A.S.H.O. modificata), compresa la compattazione con rullo vibrante. Lo spessore finito previsto è di 0,5 m. Dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 a, A1 b, A3 e A2-4.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 95% della densità massima individuata dalle prove di compattazione ASTM D1557-78. Per la formazione dell'ultimo strato di spessore 30 cm, verranno impiegati terreni di tipo I e/o II secondo quanto previsto dalle norme CNR UNI 10006, aventi granulometria tipo A, secondo quanto previsto nel prospetto III del paragrafo 9.1.2 delle suddette norme. La percentuale di passante al vaglio UNI 2332/0,075 deve essere compresa fra il 2% ed il 10%. Per tutto il materiale posto in opera il limite liquido della frazione fine, passante al vaglio 0,4 UNI 2332, non deve essere maggiore di 30 e l'indice di plasticità non deve essere maggiore di 6. Il materiale dovrà essere steso in 2 strati regolari di spessore 15 cm misurati dopo costipamento. Il materiale costituente gli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, uniformemente miscelato.

Ogni strato verrà costipato dopo la stesura, mediante rullo vibrante o statico di peso minimo 8 t, fino ad ottenere un modulo elastico ~ 600kg/cmq.

Le prove da eseguire a lavoro completato sono:

- n° 3 prove classificazione CNR UNI 10006
- n° 3 prove di costipazione AASHAO modificata
- n° 3 prove di carico su piastra secondo norma svizzera SNV 6703117
- Il modulo di carico su piastra deve essere non inferiore a 1000kg/cmq.

75.21 Conglomerati bituminosi

Per le pavimentazioni di tappeti sottili in conglomerato bituminoso, in calcestruzzo bituminoso, in malta bituminosa, in malta bituminosa irruvidita, in asfalto colato per marciapiede, in asfalto colato per carreggiate anche irruvidite, in masselli di pietra, in cubetti di pietra ed in calcestruzzo vibrato verrà in ogni caso misurata la sola superficie effettivamente pavimentata, escludendo qualsiasi elemento non facente parte del rivestimento stesso, chiusini, bocchette di ispezione, ecc. Per l'esecuzione di trattamenti superficiali, con bitume normale, con bitumi liquidi e con emulsioni bituminose saranno escluse dalla misurazione le due strisce non trattate ai margini della strada (strisce laterali della carreggiata, in fregio ai marciapiedi, della larghezza singola di 0,60 m).

Per i manti di asfalto colato per marciapiedi non verranno dedotti gli ingombri (chiusini, pali, ecc.) le cui superfici risultino uguali o inferiori a 0,05 m².

75.21.1 Bitumi

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

a) *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.

b) *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.

c) *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, C 125/500.

d) *Polvere asfaltica*. – Deve soddisfare alle *Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali* di cui al Fascicolo n 6 del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

e) *Olii minerali*. – Gli oli da impiegarsi nei trattamenti in polvere di roccia asfaltica a freddo, sia di prima che di seconda mano, potranno provenire:

- da rocce asfaltiche o scisto-bituminose;
- da catrame;
- da grezzi di petrolio;
- da opportune miscele dei prodotti suindicati.

Gli olii avranno caratteristiche diverse a seconda che dovranno essere impiegati con polvere di roccia asfaltica di provenienza abruzzese o siciliana ed a seconda della stagione in cui i lavori verranno eseguiti. Se d'inverno, si ricorrerà al tipo di cui alla lett. A; se d'estate al tipo di cui alla lett. B.

CARATTERISTICHE DI OLII DA IMPIEGARSI CON POLVERI DI ROCCIA DI PROVENIENZA ABRUZZESE

CARATTERISTICHE	TIPO A (invernale)	TIPO B (estivo)
Viscosità Engler a 25°C	3/6	4/8
Acqua.....	max 0,5%	max 0,5%
Distillato fino a 200°C.....	max 10% (in peso)	max 5% (in peso)
Residuo a 330°C.....	min. 25% (in peso)	min. 30% (in peso)
Punto di ramollimento del residuo (palla e anello)		30/45 33/50
Contenuto in fenoli	max 4%	max 4%

CARATTERISTICHE DI OLII DA IMPIEGARSI CON POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA DI PROVENIENZA SICILIANA

CARATTERISTICHE	TIPO A (invernale)	TIPO B (estivo)
Viscosità Engler a 50°C	max 10	max 15
Acqua.....	max 0,5%	max 0,5%
Distillato fino a 230°C.....	max 10% (in peso)	max 5% (in peso)
Residuo a 330°C.....	min. 45%	min. 50%
Punto di ramollimento del residuo (palla e anello)	55/70	55/70
Contenuto in fenoli	max 4%	max 4%

Tutti i tipi suindicati potranno, in caso di necessità, essere riscaldati ad una temperatura non eccedente i 60 °C.

75.22 Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità.

Materiali per opere di sistemazione a verde

Tutto il materiale fornito dovrà essere delle migliori qualità, senza difetti e in ogni caso con qualità uguale o superiore a quanto prescritto dal progetto, dal presente capitolato e dalla normativa vigente. In ogni caso l'Appaltatore è tenuto a fornire alla Direzione Lavori la tracciabilità del materiale fornito per approvazione.

75.23 Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, sementi ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate e dovrà essere fornito di certificazione varietale e fitosanitaria che ne indichi la provenienza. È comunque facoltà della Direzione Lavori effettuare, insieme all'Appaltatore, sopralluoghi presso i vivai di provenienza segnalati, al fine di controllare la scelta delle piante. È inoltre facoltà della Direzione Lavori scartare le piante arrivate in cantiere che non presentino i requisiti indicati a progetto, negli allegati tecnici e nel presente Capitolato. 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. Dovrà inoltre garantire che le piante siano sane e non presentino alcun segno di attacco da parte di agenti 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,...) e il numero di esemplari (nel caso di piante facenti parte di un lotto di piante identiche).

L'Appaltatore dovrà garantire che 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 è importante evitare, durante il trasporto, il rischio di disseccamento delle piante a causa del vento utilizzando preferibilmente 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. È 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. Sarà cura dell'Appaltatore garantire che in questo lasso di tempo le piante non si secchino e non si surriscaldino. 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".

Arbusti e cespugli

Gli arbusti e i cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia decidua o sempreverdi) dovranno rispondere alle specifiche indicate in progetto per quanto riguarda altezza, numero delle ramificazioni, diametro della chioma. Anche per arbusti e cespugli l'altezza totale verrà rilevata analogamente a quella degli alberi. Il diametro della chioma sarà rilevato alla sua massima ampiezza. Tutti gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in contenitori o in zolla. Solo su specifica indicazione della Direzione Lavori potranno essere fornite piante a radice nuda, ma solo se a foglia caduca, giovani e di limitate dimensioni.

Alberi

Il tronco ed i rami degli alberi non devono presentare deformazioni, ferite, segni di urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni ecc. Nel caso di alberi innestati, non si dovranno presentare sintomi di disaffinità nel punto d'innesto. La chioma dovrà presentarsi ben ramificata e simmetrica, con una distribuzione omogenea ed equilibrata. L'apparato radicale dovrà presentarsi robusto, ricco di ramificazioni e di radici capillari e senza tagli sulle radici con diametro superiore al centimetro. Di norma, gli alberi dovranno essere forniti in zolla o in contenitore, a seconda di quanto specificato in progetto o dalla Direzione Lavori. Le dimensioni della zolla o del contenitore dovranno essere adeguate alle dimensioni della pianta. La zolla si dovrà presentare senza crepe, con la terra ben aderente alle radici e ben imballata. Il materiale d'imballo dovrà essere bio-degradabile ed eventualmente rinforzato (per piante di grandi dimensioni) con una rete anch'essa bio-degradabile.

Le caratteristiche dimensionali degli alberi previsti dal progetto fanno riferimento alle seguenti definizioni:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre tra il colletto ed il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza che intercorre tra il colletto e il punto di intersezione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata ad un metro dal colletto;
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a 2/3 dell'altezza totale per tutti gli altri alberi;
- caratteristiche di fornitura: a radice nuda, in zolla, in contenitore.

Altre piante

In questo raggruppamento vengono incluse le piante:

- tappezzanti;
- erbacee annuali, biennali, perenni;
- rampicanti, sarmentose e ricadenti;
- bulbose, tuberose, rizomatose;
- acquatiche e palustri.

Per quanto riguarda le piante erbacee annuali, biennali, perenni, andranno di norma fornite in contenitore.

Per quanto riguarda le piante tappezzanti, l'Appaltatore dovrà avere cura di verificare, al fine di garantire una migliore copertura del terreno, che le radici delle piante si presentino ben sviluppate e vigorose.

Per quanto riguarda le piante rampicanti, oltre a quanto specificato per le altre piante, l'Appaltatore dovrà avere cura che queste siano adeguatamente protette durante il trasporto e messa a dimora.

Per quanto riguarda le piante bulbose, tuberose, rizomatose, l'Appaltatore dovrà avere cura di verificare che bulbi, tuberi e rizomi siano freschi, turgidi e in stasi vegetativa. I rizomi, inoltre, dovranno presentare un adeguato numero di gemme sane.

Per quanto riguarda le piante acquatiche, l'Appaltatore dovrà avere cura che vengano poste tutte le attenzioni del caso nel trasporto e nella conservazione in attesa della messa a dimora.

Tutto il materiale vegetale dovrà rispondere alle specifiche indicate in progetto per quanto riguarda tipo, specie, caratteristiche vegetative e di fornitura.

Sementi

La semente utilizzata dovrà presentare le caratteristiche varietali richieste e dovrà essere fornita sempre nelle confezioni originali sigillate e munite della certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Eletti). Sulla confezione dovranno essere riportate, secondo la normativa vigente, il grado di purezza, la germinabilità e le date di confezionamento e scadenza. Se non utilizzate immediatamente, le sementi andranno conservate in un locale idoneo (fresco e secco).

Tappeti erbosi in strisce e zolle

Zolle o strisce erbose dovranno essere costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto. Prima di procedere alla fornitura, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l'Appaltatore dovrà prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Materiale vario

Per materiale vario si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessario alla messa dimora, alla cura ed alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

Terra di coltivo

L'Appaltatore è tenuto a compiere a proprie spese le opportune indagini al fine di verificare la qualità della terra di coltivo fornita. Le analisi andranno effettuate, salvo esplicita diversa richiesta da parte della Direzione Lavori, secondo le norme e procedure previste dalla Società Italiana della Scienza del Suolo. L'apporto della terra di coltivo è comunque soggetto a preventiva accettazione della sua qualità da parte della Direzione Lavori.

La terra di coltivo fornita dovrà, salvo esplicita diversa indicazione di progetto o della Direzione Lavori, avere le seguenti caratteristiche:

- reazione neutra (pH circa uguale a 7);
- tessitura "franca", con una giusta proporzione di sabbia, limo e argilla, tipica dei terreni di medio impasto, e con presenza non eccessiva di scheletro (elementi con diametro superiore ai 2 mm), comunque non superiore al 20% del volume totale;
- buona dotazione di elementi nutritivi, in proporzione e forma idonea;
- buona dotazione di sostanza organica e microrganismi utili;
- assenza di elementi estranei al terreno (pietre, rami ecc.);
- assenza di sostanze tossiche e di agenti patogeni.

Substrato di coltivazione

Con "substrati di coltivazione" si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari e per ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliano mettere a dimora. Nel caso si rendesse necessaria, per alcune sistemazioni/essenze particolari, l'utilizzazione di particolari "substrati di coltivazione" (terriccio di letame, sfagno, torba, compost ecc.), l'Appaltatore è tenuto a verificarne la qualità e la provenienza, e il loro utilizzo è comunque soggetto a preventiva autorizzazione da parte della Direzione Lavori. Nel caso vengano utilizzati substrati già confezionati, sulle confezioni dovrà essere indicata la composizione del prodotto, mentre nel caso vengano utilizzati substrati non confezionati, l'Appaltatore dovrà effettuare a proprie spese le opportune analisi al fine di verificarne la qualità e la composizione. In ogni caso, il substrato dovrà risultare esente da sostanze tossiche e agenti patogeni.

Fertilizzanti

I fertilizzanti impiegati dovranno essere forniti nella confezione originale, sulla quale dovranno essere indicati, a norma di legge, composizione e titolo. Nel caso di impiego di letame, l'Appaltatore è tenuto a fornire le opportune indicazioni di qualità e provenienza alla Direzione Lavori, onde acquisire da quest'ultima l'approvazione all'utilizzo.

È comunque facoltà della Direzione Lavori intervenire nelle scelte circa l'opportunità della concimazione e/o il tipo di fertilizzante da utilizzare in qualsiasi momento durante la fase di impianto o di manutenzione.

Sistemi di ancoraggio

Alberi o di arbusti di grandi dimensioni dovranno essere messi a dimora con opportuni sistemi di ancoraggio al suolo, per almeno due anni (tre nel caso di piante di grandi dimensioni).

I sistemi di ancoraggio più opportuni possono variare in funzione della specie e della dimensione della pianta e dalle caratteristiche del sito. In base a tali fattori, infatti, l'Appaltatore dovrà scegliere il numero, l'altezza e il diametro (mai inferiore ai 5 cm) più appropriato dei tutori. Il tutore deve essere diritto, scortecciato e trattato con sostanze antimuffa e antimarciume per un'altezza di almeno 120 cm. Allo stesso trattamento devono essere sottoposti i picchetti in legno che eventualmente verranno utilizzati. In alternativa si potranno utilizzare anche tiranti metallici.

In fase di posa del tutore, l'Appaltatore dovrà porre particolare attenzione al fine di evitare qualsiasi tipo di danneggiamento alle zolle e agli apparati radicali. Il palo tutore deve essere piantato nel terreno ad una profondità adeguata alla specie ed alla dimensione della pianta. I pali di sostegno (o i tiranti) verranno legati al tronco delle piante per mezzo di opportuni legacci che devono consentire l'assestamento delle piante ed evitare strozzature del tronco. A tal fine, dovranno presentare un certo grado di movimento ed essere realizzate con materiali opportunamente elastici (gomma, plastica ecc.). Inoltre, per evitare danneggiamenti al tronco, è sempre utile frapporre tra quest'ultimo e il legaccio un "cuscinetto" di opportuno materiale (es. stoffa, gomma ecc.).

Materiale pacciamante

Il materiale pacciamante dovrà essere fornito nella confezione originale, sulla quale dovranno essere indicate la provenienza e la composizione. L'utilizzo di materiale non confezionato è soggetto a preventiva autorizzazione da parte della Direzione Lavori alla quale l'Appaltatore è tenuto a fornire tutti gli elementi utili a giudicarne la qualità e la provenienza.

Art. 76 Controlli

76.1 Controlli in corso d'opera sui singoli materiali, sul confezionamento e sulla posa

I controlli in corso d'opera vengono attuati allo scopo di verificare la rispondenza degli interventi sia in termini di idoneità dei materiali impiegati sia di corretta esecuzione dei lavori.

Nella costruzione di coperture multistrato, ciascuno strato dovrebbe essere posato solo dopo avere accertato, anche mediante l'esecuzione di prove di controllo, l'idoneità dello strato sottostante.

Il primo elemento da tenere in considerazione è la preparazione del piano di posa: occorre accertarsi che le dimensioni del perimetro esterno dell'area di lavoro rispettino l'estensione prevista dalla progettazione.

Il substrato del sistema di copertura deve essere completamente privo di irregolarità ed adeguatamente compattato, in funzione delle specifiche progettuali e alla destinazione d'uso.

A conclusione delle operazioni di compattazione, deve essere eseguito un controllo piano altimetrico allo scopo di accertare che le quote rispettino le tolleranze previste dalle specifiche progettuali.

76.2 Strato di regolarizzazione

Lo spessore dello strato di regolarizzazione deve essere non inferiore a 0.5 m; al fine di verificare la rispondenza del materiale alle specifiche tecniche richieste, è opportuna l'esecuzione delle seguenti prove:

Prova	Frequenza	Standard
Carico su piastra (valore max 250 kg/cm ²)	1 ogni 2000 m ² di materiale steso	SNV 670317
Densità in sito	1 ogni 2000 m ² di materiale steso	ASTM D1556 ⁷
Analisi granulometrica	1 campione ogni 2000 m ² di materiale steso	ASTM D422 – UNI 10006

La prova di carico su piastra consiste nel caricare con incrementi successivi e regolari una piastra rigida (generalmente circolare) appoggiata sul terreno di prova, misurando il cedimento corrispondente ad ogni incremento di carico, con possibilità di effettuare cicli di carico e scarico; i risultati sono restituiti sotto forma di un grafico carichi-cedimenti.

Controllare che il materiale venga compattato in modo tale da ottenere un grado di compattazione non inferiore al 95% del valore ottimale risultante da Prova Proctor Standard.

76.3 Geomembrane

Al fine di certificare l'integrità dello strato di impermeabilizzazione, occorre verificare l'idoneità delle operazioni di posa e di saldatura dei teli, oltre che la rispondenza del materiale alle specifiche tecniche fornite dal produttore.

76.3.1 Controlli sulla posa dei teli

Prima della stesura occorre assicurarsi che le procedure di imballaggio, trasporto e movimentazione non abbiano danneggiato il materiale; i rotoli, i quali devono essere riconoscibili attraverso un apposito contrassegno di identificazione

che ne illustra le specifiche tecniche, devono essere stoccati in un luogo riparato dagli agenti atmosferici e coperti con teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV (ASTM D4873).

Il piano di posa deve essere liscio e totalmente privo di ristagni d'acqua piovana o di qualsiasi materiale potenzialmente dannoso per l'integrità della geomembrana. Dopo averne accertata l'idoneità, tramite ispezioni, si deve procedere immediatamente alla stesura dei teli per evitare il deterioramento ad opera degli agenti atmosferici.

La disposizione dei teli deve soddisfare alcuni requisiti che riguardano principalmente il numero e la geometria delle giunture; in particolare occorre minimizzare il numero delle giunture in quanto rappresentano le linee di debolezza dell'intero sistema di impermeabilizzazione.

Esse dovranno inoltre essere parallele alle linee di massima pendenza e mai troppo vicine al piede di eventuali scarpate. In questo senso, la disposizione dei teli potrà essere valutata attraverso un'apposita planimetria (diagramma di posa) indicante la disposizione dei teli e delle corrispondenti giunture. I teli dovranno essere identificati in modo univoco sul diagramma di posa, tramite numerazione, e così pure le giunture. La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 15 cm.

Durante le operazioni di posa, deve essere prelevato un campione di geomembrana ogni 10000 m² di materiale posato su cui vanno eseguite le seguenti prove:

- spessore (ASTM D5199; UNI EN 1849);
- resistenza a rottura (ASTM D638, UNI EN 12311);
- allungamento a rottura (ASTM D638, UNI EN 12311);
- resistenza al punzonamento (UNI EN 12236).

I risultati vanno confrontati con i valori specificati dal fornitore della geomembrana, al fine di verificarne l'assoluta corrispondenza.

76.3.2 Controlli sulla saldatura dei teli

Poiché la saldatura dei teli è un'operazione delicata da cui può dipendere l'efficienza dell'intero sistema di copertura, essa deve essere realizzata con accessori e tecniche specifiche da personale qualificato, secondo gli standard imposti dalla norma UNI 10567 (31/10/1996 - *Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati*).

Le tecniche di saldatura possono essere sostanzialmente di due tipologie a caldo e a freddo. La più diffusa, anche per le migliori prestazioni offerte in termini di tenuta, è la saldatura a caldo che si realizza per sovrapposizione di due teli che vengono giuntati da una attrezzatura movente a cuneo caldo; questo tipo di sistema è detto anche a doppia pista, in quanto realizza una doppia giunzione lasciando tra le due fasce saldate un canale intermedio utilizzato per testare la tenuta della giuntura stessa.

Per la finitura di angoli o zone in cui non si può ricorrere alla saldatura a cuneo caldo si può ricorrere alla saldatura per estrusione con materiale di riporto. In questo caso si sovrappone ai due teli del materiale di riporto, con identiche caratteristiche tecniche, saldato a caldo.

La giunzione a freddo avviene con l'impiego di collante o nastro autoadesivo, applicati per mezzo di presse meccaniche. L'affidabilità delle giunture deve essere controllata attraverso l'esecuzione dei seguenti test:

Prove	Frequenza	Standard
Test su giunture di prova	2 per giornata di lavoro	UNI 10567
Test non distruttivi	1 per giuntura	UNI 10567
Test distruttivi	1 ogni 100 m	

I test non distruttivi, applicati alle saldature a doppia pista, consistono nell'immissione di aria compressa all'interno del canale intermedio tra le due fasce saldate a doppia pista e nella verifica della tenuta nell'arco di un tempo pari a 10 minuti. La pressione applicata è proporzionale alla temperatura e allo spessore della geomembrana (ad esempio per un telo di HDPE a 20 °C la pressione da applicare è di circa 5 – 6 bar). La prova si considera superata quando l'eventuale caduta di pressione non supera il 10 % del valore imposto. Le saldature per estrusione devono essere controllate con un rilevatore ultrasonoro, costituito da una sonda emittente e ricevente che, dopo opportuna taratura, permette di misurare lo spessore della saldatura evidenziandone eventuali discontinuità. I test distruttivi, tra cui rientrano anche quelli eseguiti sulle giunture di prova, vengono eseguiti su campioni prelevati in sito, approssimativamente quadrati di lato minimo pari a 30 cm, su cui vengono misurate:

- resistenza al taglio o shear strength (UNI 8202/30): la giuntura deve essere in grado di sopportare uno sforzo pari all'80 % del valore specificato per la geomembrana;

- sfogliamento o peel strength (UNI 10567; opzionale): deve essere in grado di sopportare uno sforzo pari a 1750 N/m (10 lbs/in).

76.4 Strato minerale a bassa permeabilità

Lo strato di argilla compattata deve avere uno spessore non inferiore a 1,0 m, uniformemente distribuito in tutta l'area di lavoro. Le caratteristiche tecniche del materiale posato vanno verificate attraverso l'esecuzione delle seguenti prove:

MATERIALE NON COMPATTATO		
Prova	Frequenza	Standard
Analisi granulometrica	1 ogni 4000 m ² di materiale stesso	ASTM D422 – UNI 10006
Contenuto idrico	1 ogni 4000 m ² di materiale stesso	ASTM D2216
Limiti di Atterberg	1 ogni 4000 m ² di materiale stesso	ASTM D4318 – UNI 10014
MATERIALE COMPATTATO		
Densità secca in sito	1 ogni 1000 m ²	ASTM D1556
Densità secca massima in laboratorio	1 ogni 500 m ²	ASTM D698 o D1557
Contenuto idrico	1 ogni 500 m ²	ASTM D2216
Conducibilità idraulica	1 ogni 4000 m ²	ASTM D5084 ⁹

Un fattore importante da valutare è il grado di compattazione, il quale deve essere superiore al 95% del valore ottimale ottenuto con Prova Proctor Standard (ASTM D698).

A questo scopo occorre accertarsi, eventualmente con sopralluoghi, che le operazioni si svolgano utilizzando un rullo statico di peso adeguato (non inferiore a 15 t) e che venga eseguito un numero sufficiente di passate.

76.4.1 Rilievo elettromagnetico per l'individuazione delle zone a minor contenuto in argilla

Prima dell'esecuzione delle prove con permeametri è opportuno eseguire un rilievo elettromagnetico, al fine di valutare il grado di omogeneità dell'impermeabilizzazione e anche per selezionare i punti più idonei per l'esecuzione delle prove di permeabilità in sito. Il rilievo dovrà avere una profondità di esplorazione limitata al primo metro ed una maglia dell'ordine di 2 x 2 m. I dati ottenuti dovranno essere interpolati con un software adeguato al fine di ottenere una carta della conducibilità elettrica (millimhos) del terreno. Le prove di permeabilità in sito andranno eseguite nei punti in cui la conducibilità elettrica risulta minore (deve quindi essere probabile che il contenuto in argilla o materiali fini sia minore).

76.4.2 Prove di conducibilità idraulica sullo strato minerale compattato

Per la valutazione della conducibilità idraulica dello strato di argilla compattata, devono essere eseguite sia prove in laboratorio sia in sito. Sono da considerarsi accettabili valori di conducibilità idraulica inferiori a 10⁻⁸ m/s.

Le prove in laboratorio possono essere eseguite su campioni compattati in laboratorio o su campioni "indisturbati" prelevati direttamente dallo strato di argilla compattata. In entrambi i casi sussiste il rischio che il campione non sia sufficientemente rappresentativo delle reali condizioni del sito. Nei campioni indisturbati la non rappresentatività può essere dovuta al fatto che la conducibilità idraulica reale è governata dalle caratteristiche macrostrutturali (fratture di essiccamento, macropori) che costituiscono vie preferenziali di filtrazione. In questo caso i valori di conducibilità forniti dalle prove di laboratorio sono sottostimati (anche di oltre un ordine di grandezza) rispetto a quelli reali.

Nel caso di campioni compattati in laboratorio, i valori di conducibilità possono non essere rappresentativi a causa delle difficoltà nel riprodurre esattamente le condizioni di compattazione prodotte meccanicamente in sito.

I metodi utilizzati per la misura della conducibilità in laboratorio prevedono l'utilizzo di celle edometriche, permeametri a parete rigida e a parete flessibile. Le prove edometriche hanno lo svantaggio di fornire valori di conducibilità ottenuti per via indiretta, in funzione del coefficiente di consolidazione primaria e del modulo edometrico, e quindi poco precisi.

Le prove con permeametri a parete rigida sono facilmente eseguibili e relativamente economiche. I valori di conducibilità idraulica ottenuti con questo strumento possono essere poco rappresentativi a causa dell'impossibilità di controllare le tensioni di confinamento e dei problemi legati alla filtrazione laterale.

Tra le prove di laboratorio, i risultati più attendibili sono forniti da prove di permeabilità con permeametro a parete flessibile poiché consentono di verificare le condizioni al contorno del campione durante l'esecuzione della prova (tensioni efficaci, variazioni di volume).

Le prove di conducibilità in sito, da eseguire nei punti individuati a seguito del rilievo elettromagnetico, sono importanti come mezzo di verifica e controllo finale delle prestazioni dello strato in argilla compattata in termini di impermeabilità; gli strumenti più comunemente utilizzati sono il permeametro di Boutwell e gli infiltrometri.

La prova con permeametro di Boutwell viene eseguita in foro in due fasi successive, variando la geometria della superficie interessata dalla filtrazione; in questo modo è possibile ottenere i valori delle componenti orizzontale e verticale della

conducibilità idraulica. Gli svantaggi relativi a questo tipo di prova consistono nella limitata estensione dell'area investigata e nell'impossibilità di tenere conto della suzione del terreno.

Gli infiltrometri sono strumenti di prova che permettono di valutare in maniera più attendibile il comportamento idraulico globale. Attualmente il modello più affidabile è l'infiltrometro a doppio anello sigillato che consiste in un anello esterno, con la funzione di assicurare una filtrazione monodimensionale nell'anello interno e in un sistema di misura di vari parametri tra cui l'infiltrazione, la posizione del fronte bagnato, il rigonfiamento del terreno permeato e la suzione.

76.5 Geocompositi bentonitici

Prima della stesura occorre assicurarsi che le procedure di imballaggio, trasporto e movimentazione non abbiano danneggiato il materiale; i rotoli, i quali devono essere riconoscibili attraverso un apposito contrassegno di identificazione che ne illustra le specifiche tecniche, devono essere stoccati in un luogo riparato dagli agenti atmosferici e coperti da teli (ASTM D4873).

Il substrato di posa, adeguatamente compattato (Almeno al 90 % del valore ottimale determinato da Prova Proctor Standard), deve essere privo di materiali come elementi lapidei, detriti, radici o altro, potenzialmente dannosi per l'integrità dei teli in GCL. In linea di massima il substrato, non dovrebbe presentare alcun elemento di diametro superiore a 2.5 cm. Durante la posa deve essere verificata, tramite sopralluoghi in sito, la sovrapposizione tra teli adiacenti che non deve essere inferiore a 20 cm e la disposizione degli stessi, la quale deve essere parallela alle linee di massima pendenza. La disposizione dei teli potrà essere valutata attraverso un'apposita planimetria (diagramma di posa) indicante la disposizione dei teli e delle corrispondenti giunture. I teli dovranno essere identificati in modo univoco sul diagramma di posa, tramite numerazione, e così pure le giunture.

È opportuno il prelievo di alcuni campioni di geocomposito bentonitico, almeno uno ogni 10000 m²P, al fine di verificarne la rispondenza alle specifiche tecniche; i parametri da valutare con maggiore attenzione sono i seguenti:

- massa areica (prEN 14196; ASTM D 5261; UNI EN 965)
- spessore (EN 964 – 1)
- coefficiente di permeabilità o indice di flusso (ASTM D 5887; D5084).

In corrispondenza delle giunture tra teli adiacenti, deve essere verificata la sigillatura in bentonite sodica granulare (generalmente dello stesso tipo di quella utilizzata per la costruzione del geocomposito e fornita dallo stesso produttore). Per un controllo delle sue caratteristiche in punti singolari della copertura, si suggerisce di prelevare alcuni campioni da sottoporre in laboratorio alle seguenti prove:

- limiti di Atterberg (ASTM D4318 – UNI 10014);
- indice di rigonfiamento (ASTM D5890);
- coefficiente di permeabilità (ASTM D5084/Permeometro a parete flessibile).

I risultati ottenuti devono essere compatibili con le specifiche tecniche fornite dal produttore.

76.6 Geotessili di protezione

Prima della stesura occorre assicurarsi che le procedure di imballaggio, trasporto e movimentazione non abbiano danneggiato il materiale; i rotoli, i quali devono essere riconoscibili attraverso un apposito contrassegno di identificazione che ne illustra le specifiche tecniche, devono essere stoccati in un luogo riparato dagli agenti atmosferici e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV (ASTM D4873).

Ogni rotolo presente in cantiere dovrà essere identificato a norma EN ISO 10320 (2002_ Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito).

Durante la posa, deve essere verificata una sovrapposizione tra teli adiacenti di almeno 20 cm, al fine di garantire la continuità dei teli. Dal materiale posato devono essere prelevati alcuni campioni (uno ogni 20000 m² P e comunque in numero non inferiore a 2) per essere sottoposti alle seguenti prove:

- determinazione della massa areica (ASTM D5261, UNI EN 965);
- spessore a 20 kPa (UNI EN 964 – 1);
- resistenza a punzonamento (CBR) (UNI EN ISO 12236).

I risultati ottenuti devono essere rispondenti alle specifiche tecniche fornite dal produttore.

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

Una volta completata la stesura, occorre assicurarsi che i teli non siano esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici, prima della messa in opera degli stati successivi.

La Direzione Lavori verificherà preliminarmente la rispondenza del materiale alle caratteristiche richieste.

La Direzione Lavori si riserverà inoltre la facoltà di prelevare campioni di geotessile in corso d'opera per sottoporli, sempre a cura e spese dell'Impresa, alle prove che riterrà opportune presso laboratori qualificati.

76.6.1 Normativa di riferimento

UNI EN ISO 9863-1 "Geosintetici –Determinazione dello spessore a pressioni specificate"

UNI EN ISO 9864 "Geosintetici –Determinazione della massa areica di geotessili e prodotti affini"

UNI EN ISO 10319 "Geotessili - Prova di trazione a banda larga"

UNI EN ISO 12236:2006 "Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)"

UNI EN ISO 13433:2006 “Geosintetici - Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)”
 UNI EN ISO 10320:2002 “Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito
 UNI EN 12224:2001 “Geotessili e prodotti affini - Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici”
 EN ISO 12956 “Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica”

76.7 Strato drenante

Vengono di seguito presentati i controlli in corso d'opera relativi ai materiali che possono costituire lo strato di drenaggio delle acque superficiali in un sistema di copertura superficiale.

76.8 Materiali naturali

I controlli devono essere effettuati allo scopo di verificare il rispetto delle pendenze e degli spessori adottati in fase progettuale e la rispondenza del materiale alle specifiche tecniche.

Per quanto riguarda il primo aspetto, una volta completate le operazioni di posa che devono essere eseguite adottando adeguate cautele per non danneggiare i geotessili di protezione e il sottostante strato impermeabile, andrebbe richiesta l'esecuzione di un rilievo topografico di dettaglio per una verifica delle quote di progetto.

Le caratteristiche qualitative del materiale devono essere verificate prelevando una serie di campioni da sottoporre a prove in laboratorio e con prove di permeabilità in sito. La frequenza delle prove è la seguente:

Prova	Frequenza	Standard
Analisi granulometrica	1 ogni 5000 m ²	ASTM D422 – UNI 10006
Contenuto in carbonati	“...”	ASTM D4373

La stima della conducibilità idraulica dello strato drenante può essere effettuata con prove di permeabilità in pozzetto (almeno una 1000 m²).

76.9 Geocompositi drenanti

Come per le altre tipologie di geosintetici occorre accertarsi che le procedure di imballaggio, trasporto e movimentazione non abbiano danneggiato il materiale e che i rotoli siano stoccati in un luogo riparato dagli agenti atmosferici e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV (ASTM D4873).

Deve essere verificata la procedura di installazione; in particolare i teli vanno installati lungo la direzione di massima pendenza in quanto, in gran parte dei geocompositi in commercio, il flusso idrico avviene lungo la direzione longitudinale. Le estremità dei geocompositi devono essere unite lungo la larghezza del rotolo con la porzione di georete del geocomposito superiore sovrapposta alla porzione inferiore, per un minimo di 0.30 m.

Un volta completata la stesura del geocomposito drenante, il materiale deve essere campionato (un campione ogni 10000 m²) per essere sottoposto alle seguenti prove di laboratorio:

- massa areica (UNI EN 965);
- resistenza a trazione (UNI EN ISO 10319);
- trasmissività longitudinale (EN ISO 12958);

I risultati delle prove devono essere confrontati con le specifiche fornite dal produttore.

76.10 Controlli ad opere ultimate

I controlli ad opere ultimate dovranno essere realizzati per accertare il comportamento del sistema di copertura superficiale nelle reali condizioni di esercizio e, come per i controlli in corso d'opera, avranno la funzione di verificare la conformità dell'opera realizzata alle specifiche progettuali. Le prove necessarie in questa fase si possono sostanzialmente classificare in prove non invasive o non distruttive, principalmente di tipo geofisico, e prove invasive, che a differenza delle precedenti necessitano di un intervento diretto sull'opera (perforazioni, infissione di strumenti, ecc.).

76.10.1 Valutazione dell'integrità di geomembrane con metodi geoelettrici

I metodi geoelettrici dovranno permettere di operare un controllo sia immediatamente dopo la posa dei teli in HDPE (e quindi prima d'inizio della fase di riempimento quando sono più semplici gli interventi di riparazione), sia in tempi successivi per un monitoraggio in continuo dello stato di fatto.

Il metodo dovrà essere basato sull'elevata resistività elettrica propria del polietilene ad alta densità (HDPE), costituente la geomembrana. In tal modo, se la struttura è realizzata correttamente, la geomembrana determina un perfetto isolamento elettrico tra il materiale contenuto al suo interno e il terreno circostante. Il monitoraggio, pertanto, dovrà consistere nella misura della continuità dell'isolamento elettrico.

Tramite una coppia di elettrodi A e B, posizionati uno sulla superficie del terreno all'interno dell'area da controllare e l'altro all'esterno, a debita distanza, si stabilisce una circolazione di corrente mediante l'applicazione di una differenza di potenziale tra i due elettrodi.

In condizioni normali, a membrana integra, si registra una debole corrente di perdita (0.2-200 μ A per 100 V di tensione applicata) e il potenziale elettrico all'interno dell'area impermeabilizzata risulta praticamente costante. La misura del potenziale elettrico relativo, realizzata sulla superficie tramite una seconda coppia di elettrodi MN, mostra una distribuzione uniforme del campo elettrico (debolmente decrescente dal punto di energizzazione interno verso i bordi dell'area impermeabilizzata).

Quando, viceversa, nella membrana è presente una fessura o una lacerazione e si origina una perdita, attraverso di essa viene a crearsi un marcato flusso di corrente con una conseguente forte caduta del potenziale elettrico nelle sue immediate vicinanze.

Il monitoraggio del potenziale consente pertanto di verificare l'esistenza e la posizione della perdita stessa.

Il rilievo dovrà essere realizzato sia sul materiale di protezione messo in posto subito sopra la geomembrana, o successivamente sul suolo di copertura superficiale. Esso dovrà essere effettuato mediante l'esecuzione di una dettagliata serie di misure del potenziale elettrico, distribuite sulla superficie da indagare secondo una maglia quadrata regolare. Al fine di ottenere la massima risoluzione è raccomandabile una elevata densità di punti di misura, in quanto è stato verificato che la massima risposta si verifica quando il profilo attraversa la verticale della perdita. Normalmente si eseguono rilievi secondo un passo di misura di 1 x 1 m.

76.10.2 Metodi invasivi: lisimetri e campionatori BAT

Questi metodi consistono nel campionamento in situ delle acque interstiziali nella porzione di terreno sottostante la copertura impermeabile allo scopo di dover verificare l'efficacia dell'intervento nell'impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso il suolo contaminato.

Dovranno essere utilizzati i seguenti sistemi: i lisimetri a suzione ed i campionatori a punta filtrante (campionatori BAT o filter tip samplers).

76.10.2.1 Lisimetri a suzione

I lisimetri a suzione sono costituiti da una coppa porosa applicata all'estremità di una tubazione, solitamente disponibile in PVC o in acciaio inossidabile, mentre la coppa può essere realizzata in ceramica, nylon, PTFE (politetrafluoro etilene, che è il più noto tra i polimeri fluorurati, comunemente indicato con le denominazioni commerciali registrate quali: Teflon®, Fluon, Algoflon, Hostafon) o metalli sinterizzati.

Il funzionamento del lisimetro è basato sull'applicazione di una pressione negativa all'interno del campionatore, che instaura un gradiente di potenziale tra l'interno del lisimetro e il terreno.

L'acqua interstiziale viene raccolta all'interno del lisimetro e quindi recuperata in superficie per mezzo di una tubazione. In alcuni casi il flusso attraverso la coppa porosa può essere estremamente lento: è quindi necessario mantenere a lungo il vuoto all'interno del lisimetro per permettere il recupero di un volume di liquido sufficiente. I lisimetri a suzione possono essere di due tipi: a vuoto oppure a pressione e vuoto.

Il lisimetro a vuoto, che consente di campionare fino a 2 m circa di profondità, è costituito da una coppa porosa posta all'estremità inferiore di un corpo cilindrico isolato e collegato alla superficie con una tubazione di piccolo diametro.

Viene prima creato il vuoto all'interno del lisimetro per mezzo di una pompa manuale attaccata a un tubicino che raggiunge la coppa porosa. Dopo avere atteso un tempo sufficiente affinché il liquido sia penetrato all'interno dello strumento, il campione di liquido viene recuperato applicando nuovamente il vuoto.

Il lisimetro a pressione e vuoto è costituito da un corpo cilindrico di diametro pari a circa 2" e lunghezza pari a circa 30 cm. Due tubi collegano il lisimetro alla superficie; uno, detto linea di scarico, raggiunge il fondo del lisimetro, mentre l'altro, detto linea pressione – vuoto, si ferma nella parte posteriore dello stesso.

Per il campionamento viene applicata una pressione negativa all'interno del lisimetro collegando una pompa a vuoto alla linea vuoto – pressione, mentre la linea di scarico viene esclusa per mezzo di una valvola.

Dopo un tempo sufficientemente lungo, è possibile riaprire entrambe le valvole poste sulle tubazioni ed applicare una pressione positiva all'interno del lisimetro, recuperando il campione dalla linea di scarico.

La profondità massima raggiungibile con questo tipo di lisimetro è pari a 20 m.

76.10.2.2 Campionatori a punta filtrante o BAT (filter tip samplers)

I campionatori a punta filtrante sono simili ai lisimetri a suzione, ma si differenziano da questi dal momento che non possiedono nessuna linea di pressione che si estende fino in superficie. Nei campioni a punta filtrante il campione viene raccolto per effetto del richiamo esercitato da un provino all'interno del quale viene anticipatamente creato il vuoto.

Il provino viene calato in profondità tramite un cavo zavorrato il cui peso permette la perforazione del setto di chiusura del provino da parte di un ago ipodermico solidale con la punta filtrante del campionatore.

La maggiore limitazione di questo metodo è legata ai tempi necessari al recupero di un quantitativo adeguato di liquido.

STAZIONE DI ASPIRAZIONE

Collegamento alla rete di aspirazione

Il biogas dovrà essere aspirato dalla discarica e successivamente trasportato, tramite la rete di convogliamento, fino alla zona della centrale.

La rete di convogliamento dovrà essere realizzata con tubazioni in PEAD (Polietilene ad Alta Densità) di diametro variabile in funzione del tipo di sistema di captazione adottato.

Il collegamento tra la centrale e la rete di captazione dovrà avvenire per flangiatura; tra le due flange sarà inserita una valvola a farfalla per l'intercettazione della condotta.

Qualora la centrale, tipo CONVECO mod. AS50HE, venisse collocata ad una quota superiore rispetto al piano di posa della tubazione di convogliamento dovrà essere applicato uno scaricatore di condensa nel punto di risalita della tubazione verso la centrale. Lo scaricatore ha lo scopo di evitare eventuali sacche di condensato che possono creare problemi di intasamento della tubazione.

Nel caso di posa della centrale ad una quota inferiore rispetto alla tubazione si sfrutterà il filtro separatore montato prima dell'aspiratore.

Dovrà essere inserito un sistema di regolazione automatico della depressione costituito da una valvola a diaframma comandata da un sensore di depressione con relativa unità di regolazione di tipo pneumatico.

Filtrazione biogas, separazione e scarico della condensa

Il biogas aspirato viene convogliato attraverso un'unità di filtrazione in acciaio inox che ha lo scopo di catturare eventuali impurità trasportate dal biogas. Il sistema di filtrazione ha l'ingresso del biogas collocato tangenzialmente nella parte bassa del filtro, il biogas compie un percorso obbligato attraverso il filtro a maglia fine ed esce tangenzialmente dalla parte superiore.

La condensa accumulata nel serbatoio viene automaticamente scaricata tramite un'apposita guardia idraulica collocata nel terreno in prossimità della centrale.

Aspirazione e regolazione della portata

Un idoneo aspiratore compressore è installato tra l'unità di filtrazione e il sistema di biofiltrazione. Ha lo scopo di creare la depressione necessaria ad aspirare il biogas dai pozzi di captazione per inviarlo al biofiltro.

Il motore sarà realizzato in versione antideflagrante e sarà collegato all'aspiratore tramite accoppiamento diretto.

DATI TECNICI

Portata: 50 m³/h;

Depressione di aspirazione: - 80 mbar;

Pressione di mandata: + 80 mbar;

Pressione differenziale: 160 mbar;

Potenza installata: 2,0 kW;

Tensione alimentazione: 3.80 V.

COMPONENTI

La centrale sarà costituita da una serie di componenti integrati tra loro con lo scopo di soddisfare le condizioni di funzionamento per le quali è stata costruita.

Un telaio supporterà quanto sopra consentendo inoltre la facilità di accesso ai vari elementi con lo scopo di favorirne il controllo e la periodica manutenzione.

Valvola di intercettazione

Sarà installata prima dell'ingresso nel filtro. Avrà le seguenti caratteristiche:

- Tipo: farfalla;
- Costruzione: wafer;
- Corpo: ghisa;
- Farfalla: ghisa sferoidale rivestita in rilsan o acciaio inox;
- Steli: acciaio inox;
- Comando: leva;
- DN: 65.

Valvola di scarico condensa

Sarà installata sul tronchetto di scarico condensa posto alla base del filtro ed avrà le seguenti caratteristiche:

- Tipo: sfera;
- Costruzione: filettata F/F serie pesante;
- Corpo: ottone;
- Sfera: ottone cromato;
- Stelo: ottone cromato;
- Comando: leva;
- DN : 3/4".

Filtro di separazione e scarico della condensa

Sarà realizzato in acciaio inossidabile e posto all'ingresso in centrale. Sarà dotato di:

- ingresso tangenziale flangiato DN 65 per il collegamento alla rete di captazione, l'ingresso è posto nella parte inferiore del filtro;
- filtro a cestello realizzato con rete in acciaio inox , provvisto di corpo filtrante a maglia fine di acciaio inossidabile;
- coperchio superiore bloccato con staffe, ispezionabile per la manutenzione e sostituzione periodica del filtro;
- scarico di fondo provvisto di valvola a sfera DN 3/4" per il collegamento allo scaricatore di condensa;
- uscita tangenziale flangiata DN 65 posta superiormente al filtro e collegata all'aspiratore.

Collettore di aspirazione

Sarà realizzato in acciaio inossidabile e posto tra il filtro di ingresso e l'aspiratore. Sarà provvisto di:

- condotta DN 65;
- accoppiamento flangiato al filtro;
- accoppiamento flangiato all'aspiratore;
- N° 2 prese con tappo DN 1/2";
- N° 1 presa con tappo DN 1".

Aspiratore compressore

Soffiante centrifuga a canale laterale idonea per l'impiego su biogas.

Caratteristiche tecniche:

Numero aspiratori = 1

- Numero di stadi singolo aspiratore = 1;
- Portata in mandata singolo aspiratore = 50 m³/h;
- Depressione di aspirazione = - 800 mm H₂O;
- Pressione di mandata = 800 mm H₂O;
- Potenza assorbita = 1,5 Kw;
- Potenza installata = 2,0 Kw;
- Tensione di alimentazione = 380 V/ 50 Hz.

Caratteristiche costruttive:

- cassa in alluminio;
- collettori di aspirazione in alluminio;
- girante in lega di alluminio dinamicamente bilanciata;
- cuscinetti lubrificati con grasso;
- aspirazione con attacco orizzontale posto sul fondo dell'aspiratore;
- mandata con attacco orizzontale posto sul fondo dell' aspiratore;
- trasmissione diretta con giunto;
- motore asincrono trifase in esecuzione **antideflagrante** secondo le norme EEx-d IIB T5;
- basamento comune a motore e soffiante.

All'atto del collaudo dovrà essere fornita la certificazione del motore.

Collettore di mandata

Sarà realizzato in acciaio inossidabile e posto tra l'aspiratore e la torcia di combustione. Sarà provvisto di:

- condotta DN 65;
- accoppiamento flangiato all'aspiratore;
- accoppiamento flangiato al filtro rompifiamma;

- N° 2 prese con tappo DN 1/2";
- N° 2 prese con tappo DN 1/2" per pulizia rompifiamma;
- N° 1 attacco DN 1/2" per fiamma pilota;
- N° 1 presa con tappo DN 1";
- predisposizione per montaggio misuratore di portata .

Sistema di misura della portata

Sarà installato tra il filtro e l'aspiratore e costituito da:

Flangia tarata:

Tipo: a camere anulari con disco tarato;
Materiale: AISI 316 ;
Montaggio: tra flange.

Misuratore di pressione differenziale:

Tipo: con elettronica a microprocessore;
Materiale: AISI 316;
campo di misura: 0 / 60 mbar;
segn. in uscita: 4 - 20 mA nel sistema a 2 fili;
alim. elett.: 11 - 45 V cc;
custodia: IP 67;
precisione: +/- 0,1 %.

La strumentazione verrà collegata all' indicatore totalizzatore installato a quadro, di tipo elettronico. Caratteristiche:

- ingresso 4 - 20 mA;
- indicatore di portata istantanea a 3 digits;
- indicatore di portata totalizzata a 8 digits;
- alimentazione 220 V/ 50 Hz.

Filtro rompifiamma

Sarà installato sul collettore di mandata alla torcia ed avrà lo scopo di bloccare eventuali ritorni di fiamma causati da malfunzionamento dell'impianto evitandone la loro propagazione sino alle condotte di aspirazione. Avrà caratteristiche:

- corpo: acciaio;
- inserto: rete a maglia fine in acciaio inox;
- costruzione: wafer;
- norma di rif.: BSI.

Telaio

Sarà realizzato per il supporto della parte di aspirazione in profilati di ferro ricoperti con doppio strato di vernice ed è completo di tettoia in acciaio inox e di golfari di sollevamento.

Quadro di controllo

Armadio in versione IP 54, in lamiera, contenente i componenti per il funzionamento separato di ogni aspiratore con la relativa torcia:

- N° 1 interruttore generale di alimentazione del sistema;
- N° 1 interruttore per il funzionamento in automatico o in manuale;
- spie luminose per il controllo del funzionamento dei vari componenti;
- N° 1 indicatore della portata istantanea e totalizzata;
- N° 1 contaore;
- relè e cablaggi vari.

Indicazioni a quadro

- *spie di allarme;*
- *portata istantanea e totalizzata;*
- *ore di funzionamento aspiratore.*

All'atto del collaudo dovrà essere fornita la certificazione dei componenti.

ALLARMI DI BLOCCO IMPIANTO

L' impianto dovrà essere dotato di una serie di allarmi di blocco impianto che garantiscono che lo stesso si fermi ogniqualvolta esistano rischi e pericoli di danneggiamento allo stesso.

Preallarmi con segnalazione luminosa

- alto ossigeno O₂ > 4% (se previsto analizzatore);
- basso metano CH₄ < 25% (se previsto analizzatore);

Allarmi con blocco impianto

- altissimo ossigeno O₂ > 6% (se previsto analizzatore);
- bassissimo metano CH₄ < 20% (se previsto analizzatore);
- innesco protezione termica motore dell' aspiratore compressore.

NORME DI RIFERIMENTO

La progettazione e l'installazione dell'impianto saranno conformi alle Norme:

- CEI 64.2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
- UNI 7683 Tubi e raccordi filettati, portacavi , per impianti elettrici AD-PE.
- UNI 7684.
- UNI 7685.
- UNI 9335 Valvole di sicurezza.
- UNI 9245 Dispositivi di intercettazione per reti di distribuzione e/o trasporto del gas - valvole a farfalla.
- UNI 9432 Determinazione del livello di esposizione personale al rumore.

IMPIANTO DI ABBATTIMENTO EMISSIONI: BIOFILTRO SCARRABILE

La soluzione di progetto è costituita da biofiltro **monoblocco**, così da rendere semplice e fattibile il **riposizionamento** e l'**adattamento** a situazioni future. La biofiltrazione è la rimozione e la decomposizione di contaminanti in forma gassosa attraverso l'utilizzo di microrganismi. I processi biologici di filtrazione sono stati applicati per la purificazione di molti reflui dell'industria chimica, siderurgica, agroalimentare e degli allevamenti zootecnici intensivi, nonché negli stessi impianti di depurazione delle acque reflue civili ed industriali e quelli di trattamento di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) ottenendo spesso risultati migliori dei sistemi tradizionali con minor costi in termini economici di realizzazione e gestione.

I principi su cui si basa l'azione del biofiltro sono in via generale analoghi a quelli utilizzati nei processi di trattamento biologico delle acque reflue; anche questi sistemi, infatti, prevedono lo sfruttamento di un largo spettro di microrganismi (batteri, attinomiceti e funghi) in grado di metabolizzare, attraverso una serie di reazioni biologiche (ossidazione, riduzione ed idrolisi) i composti naturali e di sintesi, inorganici (H₂S e NH₃), organici sia aromatici che alifatici (acidi, alcoli, idrocarburi, ecc.), presenti nei reflui gassosi che li attraversano.

In particolare nel biofiltro le sostanze da depurare vengono adsorbite su uno strato di circa un metro di materiale soffice e poroso generalmente di origine vegetale dove, in condizioni ottimali di umidità, pH, tempo di contatto e di nutrienti inorganici e organici, i microrganismi metabolizzano gli inquinanti contenuti nel flusso gassoso da depurare.

Di particolare importanza a tal fine risulta essere la composizione microscopica e macroscopica del materiale filtrante. Le proprietà richieste ad una ottimale miscela filtrante riguardano l'elevata porosità, le condizioni idriche ottimali per la vita microbica (60-70% di umidità) e la capacità di mantenere il più a lungo nel tempo le caratteristiche originarie. Tali proprietà, oltre che sull'efficienza del biofiltro, influiscono favorevolmente sui costi di gestione, garantendo minori perdite di carico dell'impianto, quindi minori consumi energetici ed un numero inferiore di interventi di manutenzione necessaria a ripristinare le condizioni originarie.

SPECIFICHE TECNICHE

Temperatura di esercizio: da + 5°C a + 45°C

Materiale trattato: aria da biostabilizzazione RSU

Numero unità di filtrazione: 1

Perdita di carico del biofiltro: 10 ÷ 50 mm H₂O

Dimensioni interne unità: 5.700 x 2.000 x h 2.400 mm

Ingombro massimo unità: 6.000 x 2.500 x h 2.400 mm

Altezza media del letto filtrante: 1,5 m

Composizione letto filtrante: in miscela vegetale calibrata, derivante da compost verde e corteccia di latifoglie triturate, idonea per porosità e ritenzione idrica avente un peso di volume asciutto pari a circa 400 kg/m³ (peso umido 800 kg/m³)

Utilities: acqua da pozzo filtrata o da acquedotto

Consumi acqua (max) 1 m³/giorno.

DESCRIZIONE

Dimensioni

N. 1 biofiltro 6.000 x 2.400 x h 2.400 mm

Vasca di contenimento

Il biofiltro sarà realizzato con un container scarrabile in acciaio verniciato (secondo le indicazioni della Direzione dei lavori).

Biofiltro

Il letto filtrante avrà uno spessore medio pari a 1,5 m, in miscela vegetale calibrata, derivante da compost verde, idonea per porosità e ritenzione idrica e avente un peso di volume asciutto pari a circa 500 kg/m³ (peso umido 800 kg/m³), è posato sul grigliato realizzato in polipropilene rinforzato con fibra di vetro.

I moduli di grigliato avranno dimensioni in pianta di 500 x 500 mm e poggeranno su supporti, sempre realizzati in polipropilene rinforzato con fibra di vetro, che garantiranno una altezza del plenum di 500 mm.

Nelle zone del biofiltro dove potrebbe essere atteso un ribaltamento dei moduli di grigliato, gli stessi saranno assicurati ai supporti per mezzo di viti autofilettanti per materiali plastici in acciaio inox AISI 316.

L'umidificazione del letto filtrante sarà assicurata attraverso un sistema programmabile di irrigazione a pioggia. Sarà necessario, inoltre, che nelle immediate vicinanze siano disponibili un punto di prelievo di acqua di servizio ed un punto di scarico delle acque di irrigazione da inviare al trattamento.

La struttura metallica di contenimento del materiale filtrante deve essere collegata all'impianto di messa a terra secondo quanto previsto dalle vigenti normative.

All'atto del collaudo dovrà essere fornita la certificazione, la documentazione tecnica, i disegni (sia in formato cartaceo che digitale) ed i manuali operativi dei componenti.

Art. 78

Pompa svuotamento pozzi

Pompa pneumatica tipo SAMI mod. S400JET

Caratteristiche tecniche:

Tipo di pompa: immersa, statica

Funzionamento: aria compressa

Caricamento pompa: dal basso

Volume massimo erogato per ciclo: 2,8 lt

Portata con acqua: max 60 l/min

Profondità massima di lavoro: 80 m

Pressione aria alimentazione: da 1 a 8 bar

Pressione massima: 8 bar

Consumo aria: da 2,1 a 9,6 litri per litro di fluido a seconda della prevalenza

Attacco di mandata: G1/2" F

Attacco alimentazione aria: G 3/8" F

Temperatura operativa massima: 65° C

Peso netto: Kg 4,5 circa

Dimensione pozzo: Ø ≥ 4"

Dimensioni pompa: 1.000 mm x Ø 90 mm

Centralina di controllo della pompa da installare vicino alla testa del pozzo, in cassetta IP55, con manometro e riduttore.

Sonda batimetrica a funzionamento pneumatico per rilevamento liquidi in centralina esterna, con sistema di segnalazione acustica e luminosa in caso di anomalia di funzionamento.

Kit installazione (raccorderia, golfari etc..).

Materiali di costruzione:

Testata mandata: POM

Pescante: AISI 304

Corpo pompa: PP

Testata aspirazione: AISI 304

Sfere valvole: PTFE

Galleggiante: PP

Valvola alimentazione aria: POM

Valvola scarico aria: PP.

Art. 79

Compressore a vite

Il compressore, di ultima generazione, avrà viti a profilo asimmetrico ad alta efficienza, alto rendimento e basso livello di rumore, e sarà dotato di serbatoio da 500 lt ed essiccatore, tipo Ceccato mod. CSB 30/22.

Il motore elettrico, IP 55, sarà ad alto rendimento, classe F raffreddato ad aria, con ventilazione esterna, EFF1 nella gamma CSB. Il separatore aria-olio sarà a triplice azione per garantire un'aria compressa alla mandata con un più basso

contenuto di olio residuo. I raffreddatori aria-aria ed aria-olio, compatti, ad alta efficienza, devono mantenere una temperatura ottimale dell'olio garantendo una bassa temperatura dell'aria compressa alla mandata. Il pannello di controllo sarà del tipo ES 3000, dotato di un avanzato sistema comando, controllo e diagnostica a microprocessore, per una sicura ed efficiente gestione della macchina.

Idonei L.E.D. evidenzieranno lo stato del compressore e la necessità di Service. Due display a cristalli liquidi visualizzeranno le condizioni di funzionamento senza l'uso di codici di comodo. Un convertitore di frequenza, per la variazione della velocità del compressore e per la partenza in rampa del motore, con filtri RFI inclusi di serie, sarà integrato nella struttura della macchina.

La carenatura sarà insonorizzante in lamiera di acciaio verniciata con ampi pannelli asportabili per un facile accesso a tutti i componenti interni. Il compressore sarà dotato di un robusto basamento in lamiera di acciaio con predisposizione ad una facile movimentazione.

Art. 80 **Semilavorati**

80.1 Tubazioni

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 dei 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.

Prescrizioni particolari per le tubazioni di adduzione del percolato

Prima della posa dei tratti delle tubazioni in pressione si dovrà provvedere ad inserire i tratti di tubazione all'interno del tubo corrugato, avendo cura di lasciare libero il tratto da giuntare e di effettuare giunzioni accurate anche per il tubo corrugato esterno, all'interno dei pozzetti di ispezione.

Le tubazioni di mandata del percolato devono essere opportunamente ancorate in modo da impedirne lo slittamento durante la prova a pressione. Gli organi di intercettazione, che possono sollecitare i tubi con il loro peso, devono essere sostenuti con supporti autonomi in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta; dopodiché i tubi verranno fissati definitivamente nella loro posizione, ricalzandoli opportunamente lungo tutta la linea senza impiegare cunei di metallo, di legno, o pietrame.

Prescrizioni particolari per i cavidotti

I cavidotti destinati ad ospitare i cavi elettrici e di segnale saranno posati vuoti; le reti dei servizi saranno tirate successivamente, per mezzo di funi guidacavo.

Reinterri

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, come già menzionato si dispone sopra di essi uno strato di sabbia non inferiore a 10 cm, misurati sulla generatrice superiore del tubo più superficiale. Il compattamento della sabbia deve essere particolarmente curato, eseguito manualmente, cercando di evitare lo spostamento dei tubi. La sabbia compattata dovrà presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità.

La profondità di interrimento delle tubazioni del percolato non dovrà essere inferiore ad 1 m, misurato sulla generatrice superiore del tubo più superficiale; i cavidotti potranno essere interrati a profondità inferiori, non risentendo eccessivamente di fenomeni di gelo.

Di seguito si riporta uno schema degli strati di riempimento da posare durante il reinterro. Tenuto conto che il tubo in PEAD per la mandata del percolato a causa del suo coefficiente di dilatazione assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del reinterro, uniformandosi alla temperatura del terreno, si deve procedere come segue:

- il riempimento deve essere eseguito per tutta la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna e si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata;
- si lavorerà su tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento fino a cm 50 sopra il tubo in una zona, il ricoprimento fino a cm 15-20 nella zona adiacente e la posa della sabbia attorno al tubo nella tratta più avanzata.

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

Il ricoprimento successivo potrà essere costituito da materiale di risulta presente in loco, disposto per strati successivi, di volta in volta ben costipati con macchine leggere vibrocompattatrici.

Nell'eseguire il lavoro si avrà cura di lasciare scoperta la tubazione in corrispondenza di eventuali giunti non posizionati nei pozzetti di monitoraggio per il controllo della loro tenuta durante la prova idraulica; l'Impresa procederà infine al reinterro totale dello scavo procurando di non smuovere i tubi posati.

Durante il reinterro è necessario porre un nastro di segnalazione sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di cm 30, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo. Nel caso di posa in opera di altri servizi, il nuovo scavo non deve mai mettere in luce la sabbia che ricopre la condotta.

Particolari prescrizioni sulla curvatura dei tubi

Non è ammessa in nessun caso la realizzazione di curve o bruschi cambi di direzione dei tubi mediante giunzione testa-testa. Tutti i giunti a gomito e a T dovranno essere realizzati esclusivamente con pezzi preformati.

Per quanto riguarda i lunghi tratti di tubazione De110 che collegano i pozzi di raccolta al pozzettone ispezionabile n°2, potranno essere realizzate moderate variazioni nella direzione mediante curvatura. I raggi di curvatura realizzabili hanno però dei limiti ben precisi, legati alla temperatura di posa, al valore SDR del tubo e variabili con il diametro esterno della tubazione.

80.1.1 Tubazioni e raccordi in HDPE

Tutti i manufatti descritti nel presente paragrafo saranno realizzati in HDPE secondo le direttive del D.M. 16/04/2008 relative alle condotte interrate per il convogliamento dei gas combustibili ed alle specifiche applicative UNI 12201-1:2004. Le tubazioni dovranno essere identificabili in funzione del loro contenuto da più linee gialle coestruse sulla superficie esterna del tubo. Le tubazioni dovranno riportare il contrassegno del marchio IIP (Istituto Italiano dei Plastici) o con contrassegno riconosciuto a livello UE, che assicura la conformità alle norme UNI/ISO vigenti, la sigla del tipo di applicazione, e la data di fabbricazione.

80.1.1.1 Prescrizioni per l'accettazione del materiale

Il materiale costituente i tubi dovrà essere dotato di una resistenza convenzionale (a lungo termine) a 20°C pari a $\sigma = 50$ kg/cmq. Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni in HDPE (o PEAD polietilene ad alta densità) e relativi raccordi di materiali termoplastici idonei al convogliamento di fluidi anche in pressione sono contenute nelle seguenti norme UNI:

- UNI 12201 -1-2-3-4-5-7 :2004: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE).
- UNI 7616 + FA90: Raccordi di PEAD per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova generali.

I tubi in HDPE e relativi raccordi in materiali termoplastici, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme di cui sopra, dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP-UNI di proprietà dell'UNI, gestito dall'Istituto Italiani dei Plastici, o di altri Enti giuridicamente riconosciuti in ambito U.E.

80.1.1.2 Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi

Nel trasporto dei tubi i piani di carico dovranno essere privi di asperità. I tubi dovranno essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico. I tubi in rotoli dovranno essere appoggiati preferibilmente in orizzontale. Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, nylon o similari, adottando gli accorgimenti necessari a fare in modo che i tubi non vengano mai direttamente in contatto con le imbracature stesse, per non provocare abrasioni o danneggiamenti. 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 dovranno essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si avrà cura di non fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi. Il piano di appoggio dovrà essere pulito, livellato, esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non dovrà essere superiore a 2 m qualunque ne sia il diametro. Per i tubi in rotoli, appoggiati orizzontalmente, l'altezza potrà essere superiore ai 2 m. Nel caso i tubi siano accatastati all'aperto per lunghi periodi, essi dovranno essere protetti dai raggi solari con teli o tettoie. I raccordi ed accessori vengono forniti in genere in appositi imballaggi. Se 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 loro o con altri materiali pesanti.

80.1.1.3 Campo di applicazione delle diverse classi di pressioni

Secondo la norma UNI 12201-1:2004, ed in ottemperanza al D.M. 16/04/2008 sono previsti i seguenti valori delle pressioni nominali S massime ammissibili per tubi di HDPE tipo 316:

- S12,5 condotte di 7^a specie max 0,04 bar
- S12,5 condotte di 6^a specie max 0,5 bar
- S12,5 condotte di 5^a specie max 1 bar
- S8 condotte di 5^a specie max 1,5 bar
- S5 condotte di 4^a specie max 4 bar.

A causa delle aggressioni meccaniche esterne non saranno comunque ammesse alla posa tubazioni di trasporto biogas inferiori a S8 corrispondenti per spessore ad un PN6.

80.1.1.4 Raccordi e pezzi speciali

I raccordi e pezzi speciali in HDPE dovranno rispondere agli stessi requisiti chimico-fisici dei tubi. I raccordi dovranno essere prodotti per stampaggio o, nel caso non fossero reperibili sul mercato, ricavati direttamente da tubo diritto mediante

opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc...). In ogni caso tali operazioni dovranno sempre essere eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del Fornitore.

I raccordi dovranno rispondere alle norme:

- Progetto UNIPLAST 406
- Progetto UNIPLAST 436
- Progetto UNIPLAST 448

Il collegamento dei tubi di HDPE in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico o a mezzo di flange con collari predisposti sul tubo.

80.1.1.5 Giunzioni

I sistemi di giunzioni ammissibili fra i tubi ed i raccordi in HDPE sono i seguenti:

- Giunzione per saldatura, testa a testa o mediante manicotti elettrici.
- Serraggio per flangiatura.

80.1.1.6 Giunzione per saldatura

Essa dovrà sempre essere eseguita:

- da personale qualificato
- con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni e nei tempi siano ridotti al minimo.

80.1.1.7 Saldatura per polifusione nel bicchiere

Questo tipo di saldatura si effettuerà generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (vedasi Norma UNI 12201-1:2004 - UNI 10520:2009).

In tale tipo di giunzione interna del bicchiere (estremità femmina) e la superficie esterna della estremità maschio, dopo accurata pulizia con apposito attrezzo, verranno portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante rivestito, sulle superfici interessate, con PTFE (politetrafluoroetilene) o similare.

Le due estremità verranno quindi inserite l'una nell'altra mediante idonea pressione, evitando ogni flessione o torsione.

La pressione dovrà essere mantenuta fino al consolidamento del materiale.

La temperatura dell'attrezzo riscaldante sarà compresa nell'intervallo di 250 ± 10 C°.

80.1.1.8 Saldatura testa a testa

Sarà usata nelle giunzioni tra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Questo tipo di saldatura verrà realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con PTFE e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente.

Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o con gas con regolazione automatica della temperatura.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

Le testate dei manufatti dovranno essere preparate per la saldatura testa a testa realizzando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese (manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti).

Le frese dovranno avere velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale.

Le testate così predisposte non dovranno essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi idonei.

I due pezzi da saldare verranno messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetterà l'avvicinamento e fornirà una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento verrà inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie. Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento. Al tempo previsto il termoelemento verrà estratto e le due testate verranno spinte l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata, fino a che il materiale non ritornerà allo stato solido.

La saldatura non dovrà essere rimossa se non quando la zona saldata si sarà raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60C°.

Per una perfetta saldatura delle tubazioni in HDPE, si richiede:

- Temperatura superficiale del termoelemento : 200 ± 10 °C;
- Tempo di riscaldamento: in relazione allo spessore;
- Pressione in fase di riscaldamento riferita alla superficie da saldare: tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale 0.5 kg/cmq);
- Pressione di saldatura riferita alla superficie da saldare: 1.5 kg/cmq (una volta tolta la piastra).

80.1.1.9 Giunzioni elettrosaldabili

Queste giunzioni sono consigliabili quando si devono unire due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (es. riparazioni) o per la giunzione di tratti in pressione statica di biogas.

Si eseguiranno riscaldando elettricamente il bicchiere di HDPE nel quale sarà incorporata una resistenza elettrica in grado di produrre il calore necessario per portare alla fusione il polietilene. L'attrezzatura consisterà principalmente in un trasformatore di corrente che riporterà la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determinerà automaticamente i tempi di fusione (seguire le istruzioni del fornitore).

Per una buona riuscita della saldatura sarà necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità e untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto dovranno essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale.

Si prescrive a saldatura ultimata, di non forzare in alcun modo la stessa se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50°C.

80.1.1.10 Serraggio mediante flangiatura

Per la frangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali, si useranno flange scorrevoli infilate su collari saldabili in HDPE. I collari data la resistenza che dovranno esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio dal Fornitore e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno collegate con bulloni inox o tiranti inox di lunghezza appropriata. L'inserimento di guarnizioni è obbligatorio in tutti i casi.

Le flange, potranno essere di acciaio inossidabile od alluminio protetto con rivestimento di plastica.

80.1.1.11 Posa in opera

Preventivamente alla posa delle tubazioni l'Impresa dovrà visionare i piani di posa predisposti dall'impresa che eseguirà le opere civili ed accettarli per iscritto su un apposito verbale.

L'assemblaggio della condotta sarà effettuato sul piano regolarizzato del corpo discarica: la posa della condotta avverrà per tratti successivi. Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi dovranno essere controllati per evidenziare eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

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

80.1.1.12 Collaudi delle linee

La prova si intende riferite alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, separatori di condensa ecc.

La prova pneumatica in opera dei tubi in HDPE a tenuta sarà effettuata a tratte di lunghezza opportuna. Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per consentire il controllo della loro tenuta e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione. Si procederà quindi come di seguito:

- Intercettazione a monte ed a valle del tratto da collaudare;
- Insufflazione di aria compressa da un lato del tratto;
- Verifica di continuità del tratto mediante controllo della presenza di pressione all'estremità opposta del tratto;
- Misura e registrazione con manografo della pressione di collaudo (pressione di esercizio, con un minimo di 2 bar);
- Verifica dopo 24 ore delle variazioni di pressione.

La prova è considerata soddisfacente quando le variazioni di pressione sono inferiori al 10% del valore iniziale.

I collaudi in corso d'opera dovranno essere eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori e la documentazione dovrà essere controfirmata dalle parti.

A seguito della loro esecuzione verrà emesso un verbale di collaudo che dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Verifica della presenza delle marchiature di conformità alle norme;
- Misura della lunghezza della tratta;
- Descrizione delle derivazioni o dei raccordi presenti sulla tratta;
- Indicazione dei diametri della tratta;
- Data e ora inizio collaudo;
- Temperatura di inizio collaudo;
- Pressione di inizio collaudo;
- Verifica di continuità della tratta;
- Data e ora di termine collaudo;
- Temperatura di termine collaudo;
- Pressione di termine collaudo;
- Variazione di pressione durante il collaudo;
- Elenco e firma dei presenti al collaudo;
- Diagramma di collaudo.

Sarà parte integrante della fornitura la seguente documentazione tecnica:

- Tipico costruttivo della testa di pozzo;

- Certificazione della costruzione delle tubazioni;
- As-built delle dotazioni.

80.1.2 Tubazioni in PP

I tubi con innesto a bicchiere liscio saranno in Polipropilene (PP) atossico, rispondente al D.M. 174/04, con innesto a bicchiere e codolo liscio uniti tramite viti o rivetti metallici in fase di installazione.

Caratteristiche tecniche:

- Formulazione chimica del materiale costituente esente da Piombo, Cromo ed altri metalli pesanti, Alogeni e Ftalati;
- Classe di rigidità, determinata in conformità alla UNI EN ISO 9969, > di SN... (SN4, SN8, SN12 o SN20) KN/m²;
- Resistenza all'urto a 20 °C, determinata in conformità alla UNI 7448-75;
- Tensioni interne / variazioni dimensionali < 5% a 150 °C, determinate in conformità alla UNI EN 743;
- Campo di applicazione nella captazione di acque di falda fino alla temperatura di 80 °C.

I tubi in PP per il rivestimento dei pozzi devono essere prodotti da azienda operante con Sistema di Qualità conforme a ISO 9001:2008 certificato da Ente Terzo accreditato.

I tubi con innesto a filetto piatto (senza bicchiere) saranno in Polipropilene (PP) atossico, rispondente al D.M. 174/04, con innesto filettato (senza bicchiere).

Caratteristiche tecniche:

- Formulazione chimica del materiale costituente esente da Piombo, Cromo ed altri metalli pesanti, Alogeni e Ftalati;
- Classe di rigidità, determinata in conformità alla UNI EN ISO 9969, > di SN... (SN25, SN30, SN35 o SN40) KN/m²;
- Resistenza all'urto a 20 °C, determinata in conformità alla UNI 7448-75;
- Tensioni interne / variazioni dimensionali < 5% a 150 °C, determinate in conformità alla UNI EN 743;
- Campo di applicazione nella captazione di acque di falda fino alla temperatura di 80 °C.

I tubi in PP per il rivestimento dei pozzi devono essere prodotti da azienda operante con Sistema di Qualità conforme alla ISO 9001:2008 certificato da Ente Terzo accreditato.

80.2 Chiusini e griglie

I chiusini di accesso alle camerette d'ispezione ed ai manufatti speciali potranno essere circolari con diametro interno di 60 cm oppure rettangolari con dimensioni 50 x 70 cm.

I materiali utilizzati per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, possono essere i seguenti:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali a) b) c) d) in abbinamento con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato (escluso il calcestruzzo non armato).

L'uso dell'acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata una adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione deve essere stabilito previo accordo fra committente e fornitore.

Le griglie devono essere fabbricate in:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio.

Il riempimento dei chiusini può essere realizzato con calcestruzzo oppure con altro materiale adeguato.

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (norma di riferimento);
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
- il marchio di un ente di certificazione;

e possono riportare:

- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario;
- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo).

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

Le superfici di appoggio del coperchio con telaio dovranno essere lavorate con utensile in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento.

Il coperchio dovrà essere allo stesso livello del telaio e non sarà ammessa alcuna tolleranza di altezza in meno.

Tutti i chiusini dovranno avere la resistenza indicata a progetto, ove non espressamente indicato potrà essere fatto utile riferimento, in accordo con la Direzione Lavori, alla seguente tabella estratta dalla norma UNI EN 124-95:

Zone di impiego	
Classe A 15	(Carico di rottura kN 15). Zone esclusivamente pedonali e ciclistiche-superfici paragonabili quali spazi verdi.
Classe B 125	(Carico di rottura kN 125). Marciapiedi - zone pedonali aperte occasionalmente al traffico - aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli.
Classe C 250	(Carico di rottura kN 250). Cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 mt sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 mt sui marciapiedi - banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti.
Classe D 400	(Carico di rottura kN 400). Vie di circolazione (strade provinciali e statali) - aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli.
Classe E 600	(Carico di rottura kN 600). Aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti.

80.3 Vasca di raccolta del percolato

La vasca di raccolta del percolato sarà del tipo prefabbricato, da 61 mc, delle dimensioni esterne di cm 246x1170xH250+20coperchio, del peso di ql.315+141, in monoblocco c.a.v. "STANDARD" da interrare, con pareti sp.10/12 cm e fondo sp.15/16 cm circa, travi e pilastri di rinforzo da cm 15x15 in c.a.v., realizzata con materiali CE, calcestruzzo C45/55 ed armata con ferri B450 C, tipo Edil Impianti, conforme al D.M. 14.01.2008 *Norme Tecniche per le Costruzioni*, completa di rivestimento protettivo pareti esterne con pittura impermeabilizzante, lastra di copertura carrabile traffico pesante h.20 cm. Divisa in n.2 parti con n.2 fori d'ispezione da cm 60x60 per chiusini in ghisa, incluse le forometrie nelle pareti, come da indicazioni della Direzione dei Lavori, ed un interruttore di livello dotato di galleggiante con magnete. Preliminarmente alla posa dei manufatti dovrà essere realizzato uno strato di magrone, avente spessore almeno pari a 10 cm; il magrone dovrà riempire perfettamente il fondo dello scavo realizzato per ospitare i manufatti, e dovrà essere opportunamente armato con rete elettrosaldata, al fine di realizzare un fondo perfettamente planare.

Il trattamento impermeabilizzante delle pareti interne, tipo Dureb, sarà eseguito con vernice epossidica modificata con resine idrocarburiche per la protezione acida delle superfici in calcestruzzo destinate al contatto con agenti chimici aggressivi quali: acidi, alcali, idrocarburi, acque di lavaggio, acque nere, e resistente a temperature fino max 60 C°.

Il produttore della vasca dovrà fornire una certificazione della compatibilità della vernice con il percolato di cui la committenza produrrà certificato di analisi.

80.4 Canalette prefabbricate in cls

Le canalette prefabbricate di raccolta delle acque meteoriche saranno in calcestruzzo fibro-rinforzato, vibrato, con resistenza caratteristica Rck 450 kg/cm, prodotte da azienda certificata ISO 9001, a sezione trapezoidale, per il rivestimento di fossi di guardia e cunette.

All'atto del collaudo dovrà essere fornita la certificazione, la documentazione tecnica, i disegni (sia in formato cartaceo che digitale) ed i manuali operativi dei componenti.

Art. 81

Prove dei materiali

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavoro eseguiti, da prelevare in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto. L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Art. 82

Indicazioni e responsabilità esecutive in corso d'opera

Allo stato attuale non si segnala la presenza di sottoservizi nell'area che possano intralciare le operazioni di realizzazione del diaframma. Sarà comunque a carico dell'impresa che eseguirà i lavori l'onere per la verifica presso gli enti gestori della presenza o meno di sottoservizi nell'area oggetto di intervento.

CAPO V - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE

Art. 83

Strutture portanti

a) Strutture di fondazione

Fondazioni continue in calcestruzzo

Se il terreno compatto ed idoneo alla fondazione si trova a profondità non superiore a m 1, generalmente si procede con una gettata di calcestruzzo denominato "magrone di pulizia".

Le gettate di calcestruzzo se fatte si devono eseguire stendendo a strati orizzontali e procedere per spessori di circa 10-12 cm, costipando e vibrando meccanicamente con vibratori e/o mediante battitura dei casseri, assicurandosi che non risultino più degli interstizi vuoti e tutte gli aggregati vadano ad assestarsi. Non vengono accettati i getti contro terra. Le armature devono essere distanziate tramite spessori di calcestruzzo o materiale plastico, comunque anche se è presente il magrone. I getti della fondazione, se da eseguirsi mediante riprese, occorre che le superfici siano pulite e cosparse con aggrappante (tipo lattice).

Fondazioni a plinto

Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra su plinti isolati disposti in corrispondenza delle strutture portanti.

Ciascun plinto deve avere una superficie tale da corrispondere alla capacità di resistenza del terreno in relazione al carico gravante.

Fondazioni a platea

Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente o nelle costruzioni antisismiche, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra anche continua. In genere la platea occupa tutta la superficie fabbricata e funziona come una piastra in cemento armato: oltre a distribuire il carico sopra una grande superficie di terreno in modo da gravarlo unitariamente in misura limitata, si ottiene che la intera struttura sia solidale nelle pareti e nell'insieme con il fondo.

Fondazione a pozzo

Quando per la profondità non sia più conveniente la fondazione continua si procede mediante pozzi spinti fino al terreno buono collegati tra di loro con archi in muratura o con travi in cemento armato. I pozzi vengono disposti in corrispondenza dei muri perimetrali e d'asse ed anche dei muri trasversali e più precisamente in corrispondenza dei fulcri portanti - pilastri, incroci, cantonali o angoli - dando ad essi una sezione circolare, sotto i fulcri pilastri, od ovoidale, sotto i fulcri incroci od angolari.

I pozzi si riempiono di calcestruzzo, generalmente cementizio, steso a strati di 10 in 10 cm., spianati, energicamente pressati fino al livello del piano d'imposta.

b) Opere speciali di fondazioni (pali, diaframmi e ancoraggi)

Si premette che per criteri di progetto, le indagini geotecniche e la determinazione dei carichi limitati del singolo palo o della palificata devono essere conformi alle vigenti Nuove Norme Tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008".

Prima di iniziare il lavoro di infissione (o di trivellazione) l'Impresa esecutrice deve presentare un programma cronologico di infissione (o di trivellazione) dei pali, elaborato in modo tale da eliminare o quanto meno minimizzare gli effetti negativi dell'infissione (o trivellazione) sulle opere vicine e sui pali già realizzati, nel pieno rispetto delle indicazioni progettuali. Tale programma dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione dei Lavori.

I pali di qualsiasi tipo devono essere realizzati secondo la posizione e le dimensioni fissate nei disegni di progetto con la tolleranza - sulle coordinate planimetriche del centro del palo - del 10% del diametro del palo e comunque non oltre i 10 cm per pali di medio e grande diametro e non oltre i 5 cm per pali di piccolo diametro.

Il calcestruzzo dei pali deve essere del tipo detto "a resistenza garantita"; qualora non diversamente prescritto si deve di norma usare cemento Portland; il rapporto in peso acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,40 - 0,45, tenendo conto anche del contenuto d'acqua degli inerti all'atto del confezionamento del calcestruzzo.

Posta D la dimensione massima dell'aggregato, il dosaggio del cemento (kg/mc), salvo diversa prescrizione progettuale, deve essere non inferiore a:

300 kg/mc per D=70 mm

330 kg/mc per D=50 mm

370 kg/mc per D=30 mm

450 kg/mc per D=20 mm.

Le resistenze caratteristiche per i calcestruzzi armati e precompressi non devono essere inferiori a quelle previste nelle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e la relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008", ed essere corrispondenti a quelle indicate dal progettista. Qualora fosse prescritto l'utilizzo di malta o di boiaccia,

questa dovrà essere costituita da cemento R 325 ed acqua nel rapporto A/C = 0.5 (200 kg di cemento secco ogni 100 lt di acqua).

Il calcestruzzo per la formazione dei pali va messo in opera con modalità dipendenti dalle attrezzature impiegate e in maniera tale che risulti privo di altre materie, specie terrose.

Pali di piccolo diametro

I pali di piccolo diametro sono realizzati con tecnologie e attrezzature speciali ed armati per tutta la loro lunghezza. Essi hanno di norma diametro superiore a 80 mm ed inferiore a 320 mm.

La perforazione avviene con sistema a rotazione, a rotopercolazione o con entrambi questi sistemi, attraverso terreni di qualsiasi natura e consistenza, nonché attraverso trovanti, murature e conglomerati semplici o armati. Qualora si presenti la necessità, il foro va rivestito in modo da assicurare la stabilità delle pareti prima di eseguire il getto. Al termine della perforazione il foro deve essere pulito dai detriti mediante il fluido di circolazione o l'utensile asportatore.

L'armatura è costituita da una barra di acciaio ad aderenza migliorata provvista di opportuni centratori, oppure da un tubo in acciaio eventualmente munito di valvole di non ritorno. L'armatura dovrà essere provvista di tre fori o finestre laterali (circa 3-4 cm² ciascuna) disposti a 20 cm dall'estremità terminale. Lungo il tubo d'armatura saranno posti in opera dei centratori, ad interasse massimo di 3 metri. Il collegamento tra i vari spezzoni dell'armatura (lunghezza $\geq$ 3 m), sarà realizzato con filettatura maschio-manicotto esterno-maschio o, in alternativa, con filettatura femmina-manicotto interno-femmina.

Il getto del palo avverrà per iniezione di boiacca di cemento attraverso il tubo d'armatura mediante l'utilizzo di un packer o di un apposito manicotto di collegamento con la culotta d'iniezione posizionati a boccaforo. La boiacca dovrà fluire dalla sommità del palo e risultare esente da elementi estranei prima di iniziare l'estrazione della colonna di rivestimento. Durante l'estrazione di quest'ultima si controllerà costantemente il livello della boiacca nel rivestimento e si provvederà a ripristinarlo quando se ne osservi l'abbassamento. L'ordine di esecuzione dei pali di piccolo diametro, per gruppi di pali, da sottoporre preventivamente al Direttore dei Lavori, deve garantire la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento.

Pali iniettati a gravità

L'iniezione deve essere eseguita a mezzo di idonea pompa con malta cementizia costituita da una miscela ternaria di acqua-sabbia-cemento R325 dosato a 600 kg per m³ oppure con miscela acqua-cemento (rapporto acqua/cemento max 0.5) ed eventuale additivo.

Si fa assoluto divieto di eseguire il getto del palo mediante immissione di malta dalla testa del foro e non dal tubo d'armatura o da apposito tubo di iniezione la cui estremità giunga alla base del palo.

L'armatura viene posta in opera previa accurata pulizia del fondo del foro. Qualora il foro sia rivestito, si inizia ad estrarre il rivestimento quando la malta iniettata è uscita pulita dalla testa del palo. Nel corso dell'estrazione, il livello della malta all'interno del rivestimento deve essere mantenuto costante con continui rabbocchi e la manovra di estrazione deve avvenire con continuità e lentamente. In assenza di rivestimento l'iniezione viene sospesa dopo la fuoriuscita della malta dalla testa del palo, ponendo cura affinché la prima emissione mista ad acqua di perforazione, fango o detriti, sia esaurita ed il materiale in uscita sia esente da impurità. Qualora non si verifichi la fuoriuscita della malta dalla testa del foro si provvederà all'estrazione dell'armatura ed alla riperforazione del palo.

Le tolleranze rispetto ai valori teorici sono i seguenti:

- sulle coordinate planimetriche del centro del palo, in corrispondenza della sua estremità superiore: $\pm$ 3 cm;
- sulla verticalità: 3%;
- sulla lunghezza: $\pm$ 15 cm;
- sul diametro nominale: - 5%; + 15%.

La trasmissione del carico dalle fondazioni al palo avviene per aderenza o per mezzo di staffe saldate al tubo di armatura.

Pali iniettati a pressione

L'iniezione viene eseguita con boiacca dosata a 50 kg di cemento Portland R325 ogni 25 l di acqua.

All'interno del foro viene introdotto un tubo di elevate caratteristiche meccaniche munito, nella parte terminale, per una lunghezza da definire in relazione alla lunghezza complessiva, di "finestre" per il passaggio della miscela cementizia. Quest'ultima viene iniettata in pressione dalla testa del tubo di armatura, in modo da occupare le intercapedini tubo-terreno e tubo esterno-tubo interno, fino a risalire a livello del piano campagna.

La trasmissione del carico dalle fondazioni al palo avviene per aderenza o per mezzo di staffe saldate al tubo d'armatura.

Prove di carico sui pali

Nell'esecuzione delle prove di carico sui pali per la determinazione del carico limite del palo singolo o per la verifica del comportamento dei pali realizzati valgono le indicazioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008".

Le prove dovranno essere nella misura non inferiore di:

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,

- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- il numero intero più prossimo al valore $5 + n/500$, se il numero n di pali è superiore a 500.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche degli stati limite di esercizio.

Pali di prova

Prima dell'inizio della costruzione della palificata, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, devono essere eseguiti pali pilota, il cui numero e la cui ubicazione devono essere indicati dalla medesima Direzione dei Lavori, e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.

Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

Prove di collaudo statico

Per le prove di collaudo i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei Lavori.

Le prove di collaudo dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte fino ad 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo.

Ove previsto in progetto, l'Impresa è tenuta ad effettuare su pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente a carico dell'Impresa, mentre per le prove di altro tipo sarà applicata la corrispondente voce dell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Diaframmi di pali (berlinese)

Il diaframma è costituito da uno a più allineamenti di pali di piccolo diametro posti ad interessi prefissati. Le modalità esecutive non si discostano da quelle sopradescritte, relative ai pali di piccolo diametro.

Nel caso di diaframma non sono previste prove di carico a meno che il diaframma non abbia, oltre che funzioni di sostegno di una parete di scavo, anche quelle di sostegno di strutture fuori terra.

Le giunzioni dei tubi di armatura, sottoposte a carichi orizzontali, dovranno essere definite dopo accurato calcolo e non dovranno essere poste alla medesima profondità lungo gli allineamenti dei pali. Non dovranno inoltre coincidere con la posizione degli ancoraggi.

Ancoraggi

Con il termine di "ancoraggio" si intende un elemento strutturale operante in trazione, atto a trasmettere forze di coazione ai terreni ed alle rocce.

Le parti funzionali del tirante sono rappresentate da:

- testata: insieme degli elementi terminali atti a trasmettere alla struttura ancorata, o direttamente alla roccia in superficie, la forza di trazione del tirante;
- parte libera: insieme degli elementi atti a trasmettere la forza di trazione dalla testata alla fondazione;
- fondazione: insieme degli elementi atti a trasmettere al terreno le forze di trazione del tirante.

I tiranti, classificati in funzione della tensione nell'armatura dopo il collaudo, si distinguono in:

- pretesi: tiranti nella cui armatura viene indotta una forza di tesatura pari a quella di esercizio;
- parzialmente pretesi: tiranti nella cui armatura viene indotta una forza di tesatura inferiore a quella di esercizio;
- non pretesi: tiranti nella cui armatura non viene indotta alcuna forza di tesatura.

In base alla durata di esercizio si distinguono in:

- permanenti: tiranti destinati ad esercitare la loro funzione per un periodo uguale o superiore a due anni;
- provvisori: tiranti destinati ad esercitare la loro funzione per un periodo inferiore a due anni.

L'armatura dei tiranti può essere di tipo a barre, a fili o a trefoli.

La parte libera può essere semplice (una sola guaina per tutti gli elementi costituenti l'armatura), multipla (una guaina per ciascun elemento dell'armatura) o composta (una guaina per ciascun elemento più una guaina per tutti gli elementi costituenti l'armatura). La fondazione può invece essere senza guaina o con guaina (fondazione protetta).

Materiali ed elementi costruttivi

I materiali devono avere le seguenti caratteristiche:

- gli acciai devono essere conformi alle specifiche disposizioni in vigore al momento della posa in opera;
- le piastre di ripartizione vanno dimensionate in relazione alle caratteristiche del materiale di cui sono costituite e del materiale di contrasto;
- la scelta del cemento deve essere fatta tenendo conto dei seguenti fattori: ritiro, resistenza e lavorabilità della miscela, interazione cemento-acciaio, interazione cemento-ambiente circostante. Le caratteristiche del cemento

devono essere determinate in conformità al D.M. 3 giugno 1968 e successivi aggiornamenti². Devono essere utilizzati solo cementi con contenuto totale di cloro inferiore allo 0,05% del peso del cemento e contenuto totale di zolfo (da solfuri S--) inferiore allo 0,15% del peso del cemento, al fine di evitare pericolo di corrosione sotto tensione. L'idoneità del cemento deve essere certificata dal fabbricante. Il tempo di presa a 20° C deve essere superiore a tre ore, mentre il tempo di fine presa a 5° C deve essere inferiore a 24 ore;

- possono essere impiegati additivi per migliorare le caratteristiche delle miscele di iniezione, sempre che non introducano elementi pregiudizievoli nei riguardi della durabilità e dell'affidabilità di tutti i componenti del tirante.

Tecnologie esecutive

Le perforazioni per l'esecuzione dei tiranti di ancoraggio devono essere condotte in modo tale da comportare il minimo disturbo del terreno e da evitare danni alle opere circostanti. Il metodo deve essere scelto in modo tale da:

- impedire il franamento della parete del foro, sia durante la perforazione sia durante la posa delle armature;
- ridurre al minimo la decompressione del terreno circostante;
- non alterare, per quanto possibile, le falde idriche e le relative distribuzioni delle pressioni.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, il foro potrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive. Il fluido di perforazione e gli eventuali additivi non devono risultare inquinanti in base alle vigenti leggi. Allo scopo di estrarre completamente i detriti al termine della perforazione si deve procedere in tutti i casi alla pulizia del foro con il fluido di perforazione senza azionare l'utensile tagliente. I fori devono essere eseguiti rispettando le seguenti condizioni:

- per il diametro, quanto esplicitamente indicato in progetto; in ogni caso il diametro dell'utensile di perforazione deve essere almeno pari al diametro specificato per il foro.
- la riduzione di lunghezza del tratto di fondazione non può essere maggiore del 5% della lunghezza prevista per la fondazione stessa.

Prima di procedere alle iniezioni viene eseguita una prova di tenuta del foro con immissione di acqua su tutta la lunghezza del foro o sulla sola lunghezza di fondazione (perdita massima 1 l/min x metro x bar) oppure di miscela di iniezione (perdita massima 0.2 l/min x metro x bar) con pressione minima di 1 bar. Nei terreni sciolti o coesivi la prova va eseguita esclusivamente con la miscela di iniezione.

La posa in opera delle armature deve avvenire secondo modalità che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

Il tempo intercorrente tra la perforazione e la posa in opera delle armature e la successiva iniezione deve essere ridotto al minimo, soprattutto in terreni soggetti a fenomeni di rigonfiamento o soggetti a franare. Ove ciò non sia possibile, ogni foro deve essere opportunamente rivestito e protetto.

L'intercapedine fra armatura e terreno circostante deve essere intasata con miscela cementante. Nel caso di semplice riempimento con miscela cementizia dell'intercapedine tra armatura e parete del foro, devono essere previsti opportuni organi di sfiato per evitare inclusioni d'aria o fluido di perforazione. Nel caso d'iniezione a pressione è necessario l'uso di un dispositivo otturatore.

Tesatura delle armature

La funzionalità dell'apparecchiatura di tesatura (pompa, collegamento elettroidraulici, martinetti), e l'affidabilità della strumentazione di controllo (manometri), devono essere verificate ad ogni turno di lavoro, oppure quando si riscontrino anomalie nella tesatura. In particolare il cantiere deve essere dotato di un manometro campione (debitamente tarato presso un laboratorio ufficiale in data non anteriore a 6 mesi) con la possibilità di montaggio sulla pompa in parallelo con il manometro di servizio.

La tesatura del tirante deve poter procedere in conformità al programma di progetto (gradini di carico, tempi, misure e registrazioni, bloccaggio) con una tolleranza del $\pm 5\%$ rispetto ai valori nominali.

Rapporto tecnico

Per ciascun tirante devono essere compilati i rapporti relativi alle varie fasi esecutive, sui quali devono essere almeno indicate tutte le informazioni inerenti:

- le tipologie di perforazione adottate e le caratteristiche sommarie dei terreni attraversati;
- la composizione del tirante e le protezioni adottate;
- le modalità esecutive delle iniezioni e le tipologie della miscela;
- le fasi di taratura e le modalità di controllo delle misurazioni.

Protezioni contro la corrosione

Un sistema di protezione contro la corrosione per tiranti nei terreni e nelle rocce:

- deve garantire la conservazione degli elementi meccanici del tirante, mantenendo nel contempo un proprio stato di conservazione chimico-fisico accettabile rispetto alle funzioni protettive da assolvere;
- non deve interagire in maniera dannosa con l'ambiente circostante;

² D.M. 20 novembre 1984 - Modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1968 (G.U. n. 353 del 27 dicembre 1984) e D.M. 13 settembre 1993 - Abrogazione di alcune disposizioni contenute nel D.M. 3 giugno 1968 (G.U. n. 223 del 22 settembre 1993).

- deve essere costituito da materiali mutuamente compatibili, da un punto di vista elettrochimico, con le parti meccaniche del tirante;
- deve poter superare le fasi iniziali di manipolazione, installazione e taratura delle parti meccaniche del tirante senza subire danni funzionali, con riferimento soprattutto alle giunzioni tra i diversi elementi ed alle zone di variazione geometrica delle sezioni trasversali degli elementi stessi.

Salvo espressa deroga contenuta nel progetto, dovranno essere adottati dispositivi di centraggio interni alla guaina tali da assicurare uno spessore minimo di ricoprimento dell'armatura di 5 mm, e dispositivi di centraggio esterni alla guaina tali da assicurare un ricoprimento minimo di 20 mm rispetto alla guaina. Essi dovranno essere costituiti da materiali che non inneschino processi di corrosione.

La testata del tirante ed il tratto immediatamente retrostante sono i punti più soggetti al rischio di corrosione sia nelle varie fasi costruttive che in esercizio. Qualora per la protezione di tali zone vengano impiegati materiali diversi dalle comuni malte cementizie, la protezione anti-corrosiva dovrà consentire l'asestabilità delle parti meccaniche della testata senza che si producano discontinuità o fratture nello strato protettivo predisposto, il quale dovrà risultare agevolmente ripristinabile nel caso in cui debbano essere eseguiti successivi interventi di controllo e di ritesatura delle armature del tirante.

I ancoraggi di prova devono essere realizzati con lo stesso sistema costruttivo di quelli definitivi, nello stesso sito e nelle stesse condizioni ambientali.

Il numero di prove di progetto non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero degli ancoraggi è inferiore a 30,
- 2 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 31 e 50,
- 3 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 51 e 100,
- 7 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 101 e 200,
- 8 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 201 e 500,
- 10 se il numero degli ancoraggi è superiore a 500.

Le prove di verifica, da effettuarsi su tutti gli ancoraggi, consistono in un ciclo semplice di carico e scarico; in questo ciclo il tirante viene sottoposto ad una forza pari a 1,2 volte quella massima prevista in esercizio, verificando che gli allungamenti misurati siano nei limiti previsti in progetto e/o compatibili con le misure sugli ancoraggi preliminari di prova.

c) Gabbionate

Fornitura e posa di gabbioni in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 3.00 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 255 g/m²; in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006. L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepi e non si sfaldi sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa UNI EN ISO 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m²

L'operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm². Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La Direzione Lavori darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da consentire il maggior costipamento possibile.

Le gabbionate saranno rinverdite con realizzazione di tasche vegetative preassemblate fornite unitamente allo scatolare metallico del gabbione. Tali tasche preassemblate saranno strutturate in rete metallica e rivestite internamente con materiale geotessile ritentore del terreno ed esternamente con biotessili costituiti da bioreti naturali in cocco ignifugato o agave ad alta resistenza e riempite con terreno vegetale o miscela terreno/sabbia/lapillo vulcanico. Per favorire ed accelerare lo sviluppo vegetativo verranno messe a dimora piantine in fitocella o seminate essenze vegetali erbacee e arbustive autoctone.

Art. 84

Acquedotti e fognature

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, alle prescrizioni di legge e dei regolamenti vigenti, alle prescrizioni del presente Capitolato, ai documenti di progetto nonché a quanto indicato dalla Direzione dei Lavori.

Sia durante la fase di progettazione che durante quella di esecuzione di un sistema di fognatura occorre seguire tre principi:

- a) deve essere facile e rapida la manutenzione di ogni parte del sistema;
- b) deve essere possibile sostituire ogni parte del sistema;
- c) deve essere possibile estendere il sistema e collegarlo facilmente ad altri impianti simili.

Tracciamenti

Sarà cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, procurarsi presso la Direzione Lavori tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti, ed in base a tali informazioni completare il tracciamento, sottoponendoli alla Direzione Lavori per il controllo e solo dopo l'assenso di questa potrà darsi l'inizio alle opere relative.

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione Lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'Impresa le spese per i rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

Disponibilità delle aree relative - proroghe

Qualora le opere debbano venire eseguite sui fondi privati, l'amministrazione provvederà a porre a disposizione le aree necessarie per l'esecuzione dell'opera appaltata, come specificato nel progetto allegato al Contratto. Qualora per ritardi dipendenti dai procedimenti d'occupazione permanente o temporanea ovvero di espropriazione, i lavori non potessero intraprendersi, l'Imprenditore edile avrà diritto di ottenere solo una proroga nel caso che il ritardo sia tale da non permettere l'ultimazione dei lavori nel termine fissato dal Contratto, escluso qualsiasi altro compenso o indennità, qualunque possano essere le conseguenze di maggiori oneri dipendenti dal ritardo.

Conservazione della circolazione - sgomberi e ripristini

L'Impresa, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e, ove possibile, quella veicolare sulle strade interessate dai lavori. Essa provvederà pertanto a tutte le necessarie opere provvisorie (passerelle, recinzioni, ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica regolamentare per l'eventuale deviazione del traffico veicolare, ed alla sua sorveglianza.

In ogni caso, a cura e spese dell'impresa dovranno essere mantenuti gli accessi a tutti gli ingressi stradali privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonché provveduto alla corretta manutenzione ed all'interrotto esercizio dei cavi e delle condutture di qualsiasi genere interessate ai lavori. Gli scavi saranno effettuati anche a tronchi successivi e con interruzioni, allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti. L'Impresa è tenuta a mantenere, a rinterramenti 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.

Posa in opera di tubazioni e pozzetti

Nella posa in opera 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 rinfiancato.

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.

È 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 è 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 gravità 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 immersi nella muratura provvedendo, nella posa, sia di collocarli perfettamente centrati rispetto al cammino 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 e di freccia pari a circa $\frac{1}{4}$ del diametro stesso; 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:

- a) al termine della rete di scarico assieme al sifone e ad una derivazione;
- b) ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- c) ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro fino a 100 mm;
- d) ogni 30 m di percorso lineare per tubi con diametro oltre i 100 mm;
- e) ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- f) alla fine di ogni colonna.

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 prefabbricati in calcestruzzo di cemento di tipo monoblocco muniti di sifone incorporato.

Salvo contrarie disposizioni della direzione dei lavori i pozzetti avranno dimensioni interne di 50 x 50 x 90 cm oppure 45 x 45 x 90 cm. La copertura sarà costituita da una cassetta in ghisa nel caso che il pozzetto venga installato in sede stradale o da un chiusino pure in ghisa qualora venga installato sotto il marciapiede. Il tubo di scarico sarà di norma in calcestruzzo del tipo senza bicchiere, del diametro interno di 12 cm.

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.

Trattamento delle acque di pioggia in continuo

Impianto di trattamento delle acque di pioggia contaminate da idrocarburi, oli minerali e sedimenti pesanti, del tipo in continuo a servizio di parcheggi, strade, magazzini e depositi scoperti, prodotto in azienda certificata ISO 9001/2008, rispondente al D.lgs n. 152 del 2006 e ss.mm.ii. per il trattamento di una portata di pioggia di 5mm di un evento meteorico scaricati in 15 minuti, per installazione interrata, costituito da:

- Pozzetto scolmatore in monoblocco liscio di polietilene (PE) con tronchetti di entrata, by-pass per scolmare le acque eccedenti la portata di progetto e di uscita in PVC con guarnizione a tenuta e ispezione con chiusino in PP;

- Separatore di sabbie e altri sedimenti pesanti corrugato in monoblocco di polietilene (PE), rispondente alle norme UNI EN1825-1, dotato di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta in entrata con curva 90° per il rallentamento e la distribuzione del flusso e, in uscita, di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta, con deflettore a T e tubazione sommersa; dotato anche di sfiato per il biogas in PP e di chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo;
- Vasca di separazione degli oli e idrocarburi in sospensione, in monoblocco di polietilene, dimensionata secondo la norma UNI-EN 858-1, dotata di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta in entrata con curva 90° per il rallentamento e la distribuzione del flusso e, in uscita, di un percorso idraulico con presenza di filtro a coalescenza in spugna poliuretanica alloggiato all'interno di un cestello in acciaio inox estraibile; dotata anche di sfiato per il biogas in PP e di chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo;
- Prolunghe installabili sulle ispezioni di tutti i manufatti, opzionali;
- Impianto di trattamento delle acque di pioggia in continuo, a servizio della superficie scoperta, portata a trattamento.

Trattamento delle acque reflue

Vasca Imhoff, prefabbricata in cemento armato vibrato monoblocco da interrare, conforme alla NORMA UNI EN 12566-1:2004, prodotta con materiali certificati CE, calcestruzzo in classe di resistenza a compressione C35/45, RCK 45N/mm², conforme alle prescrizioni previste nella norma UNI EN 206-1:2006 per le classi di esposizione XC4 (resistente alla corrosione indotta da carbonatazione), XS3-XD3 (resistente alla corrosione indotta da cloruri anche di provenienza marina), XF3 (resistente all'attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti), XA2 (resistente ad ambienti chimici aggressivi nel suolo naturale e nell'acqua presente nel terreno) ed armature interne in acciaio ad adherenza migliorata e rete elettrosaldata a maglia quadrata di tipo B450C controllate in stabilimento, copriferro di spessore non inferiore a cm.2. il tutto dovrà essere conforme al DM 14.01.2008_Norme Tecniche per le Costruzioni.

La vasca Imhoff deve essere completa di: ingresso e uscita a mezzo di raccordi in pvc con guarnizione in gomma elastomerica sigillati ermeticamente posizionati nel comparto di sedimentazione, carter in acciaio Inox AISI 304 o in pvc, sfiati, tramogge interne realizzate in cemento armato fibrorinforzato per evitare rotture durante le operazioni di manutenzione e garantire una durata prolungata nel tempo, le tramogge dovranno essere perfettamente sigillate per la netta separazione dei vani sedimentazione/digestione.

Lastra di copertura H=10 cm. traffico pedonale, H=15 cm. carrabile traffico leggero, H=20 cm. carrabile traffico pesante per carichi di 1 categoria, con fori d'ispezione per chiusini in ghisa sferoidale CLASSE B125 C250 D400 (a richiesta). La vasca Imhoff dovrà avere un trattamento protettivo per le pareti interne e le pareti esterne trattate con prodotti impermeabilizzanti idonei. Il prodotto dovrà essere corredato di certificato di conformità, scheda tecnica e relazione strutturale, manuale di corretto uso e manutenzione. La vasca Imhoff deve essere realizzata da azienda operante con sistema di qualità conforme alla normativa UNI ISO 9001:2008. Progettazione e produzione di vasche in cemento armato per il trattamento delle acque reflue.

Allacciamento ai condotti di fognatura degli scarichi privati e dei pozzetti stradali

Gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura dovranno, di norma, essere realizzati (salvo particolari disposizioni della Direzione Lavori) in tubi di calcestruzzo di cemento opportunamente rinfiacati.

Gli allacciamenti degli scarichi privati dovranno invece essere realizzati unicamente in tubi di grès ceramico o pvc rigido. Nell'esecuzione delle opere di allacciamento si dovrà avere particolare cura per evitare gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione ricorrendo sempre all'impiego di pezzi speciali di raccordo e di riduzione.

Le connessioni con gli sghebbi dovranno essere accuratamente eseguite ai fini di non creare sollecitazioni di sorta su di essi, con pericolo di rotture.

Nell'eventualità di dover allacciare al condotto stradale immissioni in punti in cui non esistono sghebbi, le operazioni relative saranno stabilite volta per volta dalla Direzione Lavori.

Per l'inserimento di sghebbi in tubazioni prefabbricate in c.a. si dovrà procedere con ogni diligenza onde evitare la rottura del condotto, limitando le dimensioni del foro a quanto strettamente necessario; gli sghebbi verranno quindi saldati alla tubazione senza che abbiano a sporgere all'interno del tubo e gettando all'esterno dello stesso un blocco di ammassaggio in calcestruzzo onde evitare il distacco del pezzo speciale.

Per la realizzazione di allacciamenti alle tubazioni di grès ceramico dovranno essere predisposti appositi pezzi speciali.

In alternativa gli innesti potranno essere realizzati praticando dei fori sulle tubazioni per mezzo di una macchina carotatrice e inserendo in questi uno sghebbio, previa l'interposizione di una apposita guarnizione di tenuta.

Nel collegamento tra i condotti e gli sghebbi dovranno infine prendersi le precauzioni atte ad evitare la trasmissione su questi ultimi di ogni sollecitazione che ne possa provocare la rottura o il distacco. L'Impresa resterà in ogni caso responsabile di cedimenti, rotture e danni che si verificassero e dovrà provvedere a sua cura e spese alle riparazioni e sostituzioni relative, nonché al risarcimento di danni derivati alla stazione appaltante o a terzi.

Tubi infissi mediante spinta idraulica

Nell'onere per la fase di preparazione del lavoro sono a carico dell'Appaltatore la fornitura ed installazione delle presse di spinta e di tutte le apparecchiature necessarie per l'infissione mediante spinta idraulica della tubazione, compresi gli eventuali noleggi di macchinari ed apparecchiature necessarie a dare il lavoro ultimato a perfetta regola d'arte.

È pure a suo carico la rimozione, a lavoro ultimato, di tutto il macchinario e le apparecchiature usate per la realizzazione dell'opera.

Di norma la tubazione da infiggere sarà in calcestruzzo di cemento prefabbricato armato con acciaio qualità FeB450C ad aderenza migliorata, con doppia armatura circolare e longitudinale con spessori calcolati, ai sensi delle norme vigenti, in modo da poter resistere ai carichi permanenti e accidentali trasmessi dalle opere sottopassate (strade, manufatti e rilevati ferroviari, ecc.).

Gli elementi della tubazione della lunghezza minima di m 2 dovranno avere le giunzioni a tenuta idraulica ed essere privi di saldature metalliche circonferenziali.

La pendenza della tubazione e le sue tolleranze planimetriche verranno stabilite dalla direzione lavori per ogni singola opera mentre le tolleranze altimetriche sono ammesse nelle seguenti misure: + 1 cm (diminuzione della pendenza); - 2 cm (aumento della pendenza) ogni 10 metri di tubazione partendo da monte.

Sono a carico dell'Appaltatore: lo scavo necessario per l'infissione della tubazione ed il sollevamento del materiale di risulta fino al piano superiore del cantiere di lavoro, la fornitura dell'acqua di lavoro, la fornitura dell'energia elettrica, l'impianto di ventilazione in sotterraneo, i calcoli statici approvati dall'ente interessato all'attraversamento, le prove dei materiali, il trasporto del materiale di risulta alle pubbliche discariche.

Segnalazione delle condotte

Prima del completamento del rinterro, nei tratti previsti dal progetto dovrà essere stesa apposito nastro di segnalazione, indicante la presenza della condotta sottostante. Il nastro dovrà essere steso ad una distanza compresa fra 40 e 50 cm dalla generatrice superiore del tubo per profondità comprese fra 60 e 110 cm. mentre, per profondità inferiori della tubazione, la distanza tra il nastro e la generatrice superiore del tubo dovrà essere stabilita, d'accordo con la Direzione Lavori, in maniera da consentire l'interruzione tempestiva di eventuali successivi lavori di scavo prima che la condotta possa essere danneggiata.

CAPO VIII - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI IMPIANTI ELETTRICI

Art. 86

Prescrizioni tecniche generali

86.1. Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge 1° marzo 1968 n. 186, del D.M. 37/2008 e successive modificazioni e integrazioni.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della Telecom Italia;
- alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco e delle Autorità Locali.

86.2. Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

Nei disegni e negli atti posti a base dell'appalto, deve essere chiaramente precisata, dall'Amministrazione appaltante, la destinazione o l'uso di ciascun ambiente, affinché le Ditte concorrenti - nel caso di appalto-concorso - ne tengano debito conto nella progettazione degli impianti ai fini di quanto stabilito dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica, nonché dalle norme CEI.

86.3. Prescrizioni riguardanti i circuiti - Cavi e conduttori

a) Isolamento dei cavi:

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

b) Colori distintivi dei cavi:

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

c) Sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse:

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di

unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW;

d) Sezione minima dei conduttori neutri:

la sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli articoli 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8;

e) Sezione dei conduttori di terra e protezione:

la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalla tab. 54F delle norme CEI 64-8. (Vedi anche le prescrizioni riportate agli articoli 543, 547.1.1., 547.1.2. e 547.1.3. delle norme CEI 64-8);

SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio mm ²	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm ²	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm ²
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

f) Propagazione del fuoco lungo i cavi:

i cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

g) Provvedimenti contro il fumo:

allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti a impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

h) Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:

qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-38.

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI TERRA

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64-8, art. 543.1., e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione con i minimi indicati nella tabella che segue:

SEZIONI CONVENZIONALI MINIME DEI CONDUTTORI DI TERRA

Protetti meccanicamente		Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm ² rame 16 mm ² ferro zincato ^(*)
Non protetti contro la corrosione		25 mm ² rame 50 mm ² ferro zincato ^(*)

^(*) Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula (integrale di Joule):

$$S_p = (I^2 t)^{1/2} / K$$

nella quale:

S_p è la sezione del conduttore di protezione [mm²];

I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];

t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];

K è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali³.

86.4. Canalizzazioni

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere costituite da: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc. Negli impianti industriali, il tipo di installazione dovrà essere concordato di volta in volta con l'Amministrazione appaltante.

Negli impianti in edifici civili e similari si devono rispettare le seguenti prescrizioni.

86.4.1. Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione.

- Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;
- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno, per i circuiti di potenza, non deve essere inferiore a 16 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- a ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsetterie. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. Tuttavia è ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;

³ I valori di K per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8.

- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI

(i numeri fra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

diametro esterno/ diametro interno [mm]	sezione dei cavetti [mm ²]								
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)						
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

86.4.2. Canalette porta cavi

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche, ove esistenti.

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); in particolare, opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti stesse.

Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

86.5. Tubazioni per le costruzioni prefabbricate

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 23-17.

Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.

In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

86.6. Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costruire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (od i cavi) senza premere e senza farlo affondare artificialmente nella sabbia;
- si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno 15 cm più il diametro del cavo (o maggiore, nel caso di più cavi);
- sulla sabbia così posta in opera, si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a 5 cm o, nell'ipotesi contraria, in senso trasversale (generalmente con più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.

Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (od i cavi) posto sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o per movimenti di terra nei tratti a prato o a giardino.

Si dovrà osservare la profondità di almeno 50 cm, misurando sull'estradosso della protezione di mattoni.

Tutta la sabbia e i mattoni occorrenti saranno forniti dalla Ditta appaltatrice.

86.7. Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili

Come stabilito nel presente Capitolato, i cavi saranno posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dall'Amministrazione appaltante;
- entro canalette di materiale idoneo, ad esempio cemento (appoggio egualmente continuo), tenute in sito da mensoline in piatto o in profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente su ganci, grappe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o in profilato d'acciaio zincato, ovvero in materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento tra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo la Ditta appaltatrice dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dall'Amministrazione appaltante, sarà di competenza della Ditta appaltatrice soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a 70 cm.

In particolari casi, l'Amministrazione appaltante potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio vengano zincate a caldo.

I cavi, ogni 150÷200 m di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

86.8. Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili

Qualora in sede di appalto venga prescritto alla Ditta appaltatrice di provvedere anche per la fornitura e la posa in opera delle tubazioni, queste avranno forma e costituzione come preventivamente stabilito dall'Amministrazione appaltante (cemento, ghisa, grès ceramico, cloruro di polivinile ecc.).

Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.

Al contrario, per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il rinterro ecc.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore a 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate e apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette verrà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia, per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa se in rettilineo;
- ogni 15 m circa se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

In sede di appalto, verrà precisato se spetti all'Amministrazione appaltante la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, la Ditta appaltatrice dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc.

86.9. Posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi

Per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le relative norme CEI.

Come indicato nel successivo art. 45, la Ditta appaltatrice, in caso di appalto-concorso, potrà richiedere una maggiorazione di compensi se deriveranno a essa maggiori oneri dall'applicazione di nuove norme rese note in data posteriore alla presentazione del progetto-offerta.

Se non diversamente specificato in sede di appalto, sarà di competenza della Ditta appaltatrice la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori, ecc.).

Tutti i rapporti con terzi (istituzioni di servitù di elettrodotto, di appoggio, di attraversamento ecc.), saranno di competenza esclusiva e a carico dell'Amministrazione appaltante, in conformità di quanto disposto al riguardo del testo unico di leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici, di cui RD 11 dicembre 1933 n. 1775.

86.10. Posa aerea di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti

Saranno ammessi a tale sistema di posa, unicamente cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1000 V, isolati in conformità, salvo che non si tratti di cavi per alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, per le quali il limite massimo della tensione ammessa sarà di 6000 V.

Con tali limitazioni d'impiego potranno aversi:

- cavi autoportanti a fascio con isolamento a base di polietilene reticolato per linee aeree a corrente alternata secondo le norme CEI 20-31;
- cavi con treccia in acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- cavi sospesi a treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione «americana») a mezzo di fibbie o ganci di sospensione, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, posti a distanza non superiore a 40 cm.

Per tutti questi casi si impiegheranno collari e mensole di ammarro, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, per la tenuta dei cavi sui sostegni, tramite le predette trecce di acciaio.

Anche per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, sotto guaina, vale integralmente quanto espresso al precedente comma 9.9 per la posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi.

86.11. Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti, contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili), deve avere un proprio impianto di terra. A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

86.11.1. Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale), che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- a) il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- b) il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- c) il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate a un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);

- e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

86.11.2. Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

I locali da bagno vengono divisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono le seguenti regole particolari:

- zona 0 È il volume della vasca o del piatto doccia: non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili.
- zona 1 È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50V.
- zona 2 È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP x 4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.
- zona 3 È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP X1, come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP X5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:
 - a) bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (SELV ex BTS). Le parti attive del circuito in bassissima tensione devono comunque essere protette contro i contatti diretti;
 - b) trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
 - c) interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

86.11.3. Collegamento equipotenziale nei locali da bagno

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès, ma deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, come, ad esempio, la scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm² (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

86.11.4. Alimentazione nei locali da bagno

Può essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali).

Se esistono 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti si devono estendere ai locali da bagno.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

86.11.5. Condutture elettriche nei locali da bagno

Possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatolaletta passa-cordone.

86.11.6. Altri apparecchi consentiti nei locali da bagno

Per l'uso di apparecchi elettromedicali in locali da bagno ordinari, è necessario attenersi alle prescrizioni fornite dai costruttori di questi apparecchi che possono essere destinati a essere usati solo da personale addestrato.

Negli alberghi, un telefono può essere installato anche nel bagno, ma in modo che non possa essere usato da chi si trova nella vasca o sotto la doccia.

86.11.7. Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) sia per particolari utilizzatori elettrici usati (apparecchi portatili, tagliaerba ecc.), come ad esempio: cantine, garage, portici, giardini, ecc., le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

86.12. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- a) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t \leq 50 / I_s$$

dove I_s è il valore in ampere della corrente di intervento in 5 secondi del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

- b) coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50 / I_d$$

dove I_d è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società distributrice, la soluzione più affidabile, e in certi casi l'unica che si possa attuare, è quella con gli interruttori differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza, a copertura degli inevitabili aumenti del valore di R_t durante la vita dell'impianto.

86.13. Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione: apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

86.14. Protezione contro i contatti indiretti in luoghi adibiti a uso medico [omissis..]

Gli impianti elettrici da realizzare nei luoghi adibiti a uso medico devono essere eseguiti in conformità alle norme CEI 64-4 e relative varianti. In questi impianti la tensione di contatto limite non deve superare i 24 V.

86.14.1. Sistemi di protezione particolari contro i contatti indiretti. (Norme CEI 64-4)

A integrazione dei sistemi previsti nell'articolo «Protezione contro i contatti indiretti», si considerano sistemi di protezione contro le tensioni di contatto anche i seguenti:

- a) bassissima tensione di sicurezza isolata da terra e separata dagli altri eventuali circuiti con doppio isolamento; viene fornita in uno dei seguenti modi:
- dal secondario di un trasformatore di sicurezza conforme alle norme CEI 14-6;
 - da batterie di accumulatori o pile;
 - da altre sorgenti di energia che presentino lo stesso grado di sicurezza. Le spine degli apparecchi non devono potersi innestare in prese di circuiti a tensione diversa;
- b) separazione elettrica con controllo della resistenza di isolamento.

La protezione deve essere realizzata impiegando, per ciascun locale, circuiti protetti da tubazioni separate alimentati da sorgenti autonome o da trasformatore di isolamento. Il trasformatore deve avere una presa centrale per il controllo dello stato di isolamento e schermatura metallica tra gli avvolgimenti per eliminare le correnti di dispersione. Le masse dei generatori autonomi e dei trasformatori di isolamento devono essere messe a terra, mentre la schermatura deve essere collegata al collettore equipotenziale a mezzo di due conduttori di protezione della sezione minima di 5 mm².

Ai fini della protezione contro i contatti indiretti si deve tenere permanentemente sotto controllo lo stato di isolamento dell'impianto. A tale scopo si deve inserire un dispositivo di allarme tra la presa centrale del secondario del trasformatore di isolamento e un conduttore di protezione. Tale dispositivo non deve poter essere disinserito e deve indicare, otticamente e acusticamente, se la resistenza di isolamento dell'impianto scende al di sotto del valore di sicurezza

prefissato, che non può essere inferiore a 15 kohm (e possibilmente più alto). Il dispositivo di allarme deve essere predisposto per la trasmissione a distanza dei suoi segnali e non deve essere possibile spegnere il segnale luminoso, mentre il segnale acustico può essere tacitato ma non disinserito. Deve essere inoltre possibile accertare in ogni momento l'efficienza del dispositivo di allarme: a tale scopo esso deve contenere un circuito di controllo inseribile a mezzo di un pulsante. La tensione del circuito di allarme non deve essere superiore a 24 V e il dispositivo di allarme deve essere tale che la corrente che circola in caso di guasto diretto a terra del sistema sotto controllo non sia superiore a 1 mA. Il dispositivo di allarme deve avere una separazione tra circuito di alimentazione e circuito di misura, le cui caratteristiche non siano inferiori a quelle garantite da un trasformatore di sicurezza.

86.14.2. Sistemi di protezione contro i contatti indiretti nei diversi locali adibiti a uso medico (Norme CEI 64-4) [omissis..]

La protezione contro i contatti indiretti nei locali adibiti a uso medico deve essere realizzata seguendo le disposizioni contenute nelle norme CEI 64-4.

86.14.3. Protezione contro i contatti indiretti nei locali per chirurgia [omissis..]

Per i circuiti che alimentano apparecchi utilizzati per le operazioni la cui sospensione accidentale potrebbe pregiudicare l'esito delle operazioni stesse non è consentita l'interruzione automatica al primo guasto, fatta eccezione per quelli con potenza superiore a 5 kVA.

È però necessario che l'anormalità venga segnalata efficientemente e senza ritardo da un dispositivo automatico d'allarme.

Per ogni locale per chirurgia o gruppo di locali a esso funzionalmente collegati, si deve prevedere un proprio trasformatore di isolamento con tensione secondaria nominale non superiore a 220 V.

Per ogni impianto alimentato da trasformatore di isolamento si deve prevedere un dispositivo di allarme.

I segnali ottico e acustico e il pulsante di controllo devono essere racchiusi in una custodia collocata in posizione ben visibile nel locale per chirurgia.

Per circuiti che alimentano lampade per illuminazione generale o utilizzatori con elevata potenza, la cui interruzione al primo guasto non può arrecare pregiudizio né alla salute di pazienti né allo svolgimento del lavoro, è preferibile l'inserzione sull'impianto di distribuzione generale.

In questo caso la protezione contro i contatti indiretti si realizza con la messa a terra diretta e l'utilizzo di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA (la massima tensione di contatto ammessa è di 24 V).

Le prese a spina alimentate da trasformatori di isolamento non devono essere intercambiabili con le prese a spina collegate a circuiti che possono essere soggetti a interruzione in caso di guasto.

La sezione del conduttore di protezione, quando questo fa parte dello stesso cavo o è infilato nello stesso tubo, deve essere sempre uguale a quella dei conduttori di fase.

86.14.4. Protezione contro i contatti indiretti nei locali di sorveglianza e cura intensiva [omissis..]

La protezione contro i contatti indiretti si deve realizzare secondo le prescrizioni di cui al precedente punto 9.14.3. Qualora nelle camere di degenza si dovessero usare apparecchiature per sorveglianza o cura intensiva, la protezione deve essere realizzata sempre secondo l'articolo sopra menzionato.

86.14.5. Protezione contro i contatti indiretti nei locali per terapia ed esami di fisiopatologia [omissis..]

Nei locali per idroterapia e nei locali per terapia fisica, radiologia e ambulatori medici nei quali si utilizzano apparecchi elettromedicali con parti applicate senza anestesia generale (ambulatori medici tipo A), la protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata con uno dei seguenti sistemi;

- a) bassissima tensione di sicurezza con valore nominale non superiore a 24 V;
- b) protezione per separazione elettrica con controllo della resistenza di isolamento con tensione nominale massima di 220 V nel circuito isolato;
- c) messa a terra diretta e adozione di interruttori differenziali secondo le prescrizioni di cui al precedente punto 14.3.

86.14.6. Protezione contro i contatti indiretti nei locali di anestesia [omissis..]

Nei locali in cui si praticano le anestesi generali o le analgesie, la protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata secondo le prescrizioni di cui ai precedenti punti 14.3 e 14.4. Le prescrizioni dell'equalizzazione del potenziale non si applicano alle masse estranee, quando in qualsiasi condizione d'uso si trovino a un'altezza superiore a 2,5 m dal piano di calpestio.

86.14.7. Protezione contro i contatti indiretti nei locali di degenza e negli ambulatori di tipo B [omissis..]

Qualora sia stata adottata per uno stesso gruppo di camere di degenza o di ambulatori di tipo B la protezione con interruttori differenziali con $I_d \leq 30$ mA, è ammesso non applicare le prescrizioni del presente articolo.

86.14.8. Equalizzazione del potenziale [omissis..]

In tutti i locali adibiti a uso medico si deve effettuare l'equalizzazione del potenziale collegando fra loro e al conduttore di protezione o al conduttore di terra dell'impianto tutte le masse metalliche accessibili in un locale o in un gruppo di locali (norme CEI 64-4, articoli 3.3.01-3.3.02-3.3.03).

I conduttori equipotenziali devono fare capo a un nodo collettore equipotenziale o a un conduttore di rame della sezione di

16 mm², disposto ad anello senza giunzioni, quale collettore lungo il perimetro del locale.

Il nodo collettore equipotenziale o l'anello devono essere collegati al conduttore di protezione. Nei locali per chirurgia, sorveglianza o cura intensiva, fisioterapia, idroterapia, terapia fisica, radiologia e anestesia si applicano le seguenti disposizioni:

- non è ammesso l'impiego del collettore ad anello;
- i conduttori equipotenziali che interessano locali corredati di apparecchiature di misura o di sorveglianza, ad esempio delle funzioni del corpo, devono essere in rame con sezione minima di 16 mm².

Le prescrizioni sull'equalizzazione del potenziale non si applicano alle masse estranee, quando in qualsiasi condizione d'uso si trovino a un'altezza superiore a 2,5 m dal piano di calpestio.

86.15. Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_Z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_Z) e una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_Z).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_Z \qquad I_f \leq 1,45 I_Z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $I^2 t \leq K^2 S^2$ (articoli 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (articoli 434.3, 434.3.1., 434.3.2 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, $I^2 t$, lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

86.15.1. Protezione di circuiti particolari:

- a) devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
- b) devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
- c) devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW;
- d) devono essere protette singolarmente le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per chirurgia e nei locali per sorveglianza o cura intensiva (norme CEI 64-4 art. 3.5.01).

86.16. Coordinamento con le opere di specializzazione edile e delle altre non facenti parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice

Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre non facenti parte del ramo d'arte della Ditta appaltatrice, contemplate all'art. 44.1 ed escluse dall'appalto, le cui caratteristiche esecutive siano subordinate a esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo alla Ditta appaltatrice di rendere note tempestivamente all'Amministrazione appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Amministrazione possa disporre di conseguenza.

86.17. Materiali di rispetto

La scorta di materiali di rispetto non è considerata per le utenze di appartamenti privati. Per altre utenze vengono date, a titolo esemplificativo, le seguenti indicazioni:

- fusibili con cartuccia a fusione chiusa, per i quali dovrà essere prevista, come minimo, una scorta pari al 20% di quelli in opera;
- bobine di automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di un'unità;
- una terna di chiavi per ogni serratura di eventuali armadi;
- lampadine per segnalazioni, di cui dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di ogni tipo di quelle in opera.

86.18. Protezione dalle scariche atmosferiche

86.18.1. Generalità

L'Amministrazione appaltante preciserà se negli edifici ove debbono venire installati gli impianti elettrici oggetto dell'appalto, dovrà essere prevista anche la sistemazione di parafulmini per la protezione dalle scariche atmosferiche.

In ogni caso l'impianto di protezione contro i fulmini (LPS), per il quale sia previsto l'impiego di organi di captazione ad asta, a funi, o a maglia deve essere realizzato in conformità alle norme CEI 81-1 terza edizione, per sistemi diversi dai suddetti non considerati dalle normative CEI ci si avvarrà del parere di efficacia debitamente giustificato nella relazione tecnica del tecnico abilitato che ha redatto il progetto.

I sistemi di protezione contro le fulminazioni naturali vengono ad essere costituiti dall'insieme degli impianti di protezione esterni ed interni; intendendosi per impianto esterno l'insieme di captatori, calate e dispersore, per impianto di protezione interno tutte le misure attuate per ridurre gli effetti elettromagnetici prodotti dalla corrente di fulmine all'interno della struttura oggetto di protezione.

86.18.2. Criteri di valutazione del rischio, di scelta dell'impianto e relativo livello di protezione

La valutazione del rischio dovuta alle fulminazioni dirette ed indirette insieme alla scelta delle misure di protezione più opportune va effettuata sulla base delle indicazioni riportate dalla norma CEI 81.1 terza edizione applicando per le strutture ordinarie la procedura di scelta semplificata esposta all'appendice G della suddetta norma e negli altri casi la norma sperimentale CEI «Valutazione del rischio dovuto al fulmine» (progetto C.631).

Per le strutture ordinarie il numero di fulmini all'anno che si accetta possano arrecare danno (N_d) si ricava secondo la procedura esposta all'appendice G delle norme CEI 81-1 terza edizione di cui di seguito si riportano alcuni passi essenziali.

Una volta ottenuto N_a si deve valutare il numero di fulmini all'anno (N_d) che possono colpire la struttura da proteggere usando la formula:

$$N_d = N_t A_d 10^{-6}$$

in cui: N_t = fulmini/anno x km² al suolo relativi alla zona ove è localizzata la struttura; valori specificati nella Pubblicazione CEI 81.3;

A_d = area di raccolta della struttura calcolata come indicato all'appendice G delle Norme CEI 81-1.

Potranno verificarsi due casi:

- a) $N_d < N_a$ – l'installazione dell'LPS esterno non è necessaria;
- b) $N_d > N_a$ – è indispensabile installare un LPS esterno di adeguata efficienza. Detta efficienza va verificata sulla base delle CEI 81.1 terza edizione appendice G arrivando a definire il livello di protezione richiesto.

86.18.3. Criteri generali per la realizzazione dell'impianto di protezione esterno

Valgono i criteri progettuali stabiliti dalla CEI 81.1 cap. II in funzione del livello di protezione prescelto.

86.19. Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra

a) Protezione d'impianto

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche a esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto deve essere installato un limitatore di sovratensioni che garantisca la separazione galvanica tra conduttori attivi e terra. Detto limitatore con capacità di scarica >10kA onda 8/20 e tensione di innesco coordinata con l'isolamento interessato, deve essere modulare e componibile e avere il dispositivo di fissaggio a scatto incorporato per profilato unificato.

b) Protezione d'utenza

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali ad esempio computer, video terminali, registratori di cassa, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto devono essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto a).

Detto dispositivo deve essere componibile con le prese ed essere montabile a scatto sulla stessa armatura. Deve potere, altresì, essere installato nelle normali scatole da incasso.

86.20. Protezione contro i radiodisturbi

a) Protezione bidirezionale di impianto

Per evitare che, attraverso la rete di alimentazione, sorgenti di disturbo, quali ad esempio motori elettrici a spazzola, utensili a motore, variatori di luminosità ecc., convogliano disturbi che superano i limiti previsti dal DM 10 aprile 1984 in materia di prevenzione ed eliminazione dei disturbi alle radiotrasmissioni e radioricezioni, l'impianto elettrico deve essere disaccoppiato in modo bidirezionale a mezzo di opportuni filtri.

Detti dispositivi devono essere modulari e componibili e avere il dispositivo di fissaggio a scatto incorporato per profilato unificato. Le caratteristiche di attenuazione devono essere almeno comprese tra 20 dB a 100 kHz e 60 dB a 30 MHz.

b) *Protezione unidirezionale di utenza.*

Per la protezione delle apparecchiature di radiotrasmissione, radiricezione e dispositivi elettronici a memoria programmabile dai disturbi generati all'interno degli impianti e da quelli captati via etere, è necessario installare un filtro di opportune caratteristiche in aggiunta al filtro di cui al punto a) il più vicino possibile alla presa di corrente da cui sono alimentati.

1) *Utenze monofasi di bassa potenza.*

Questi filtri devono essere componibili con le prese di corrente ed essere montabili a scatto sulla stessa armatura e poter essere installati nelle normali scatole da incasso.

Le caratteristiche di attenuazione devono essere almeno comprese tra 35 dB a 100 kHz e 40 dB a 30 MHz.

2) *Utenze monofasi e trifasi di media potenza.*

Per la protezione di queste utenze è necessario installare i filtri descritti al punto a) il più vicino possibile all'apparecchiatura da proteggere.

86.21. Stabilizzazione della tensione

L'Amministrazione appaltante, in base anche a possibili indicazioni da parte dell'Azienda elettrica distributrice, preciserà se dovrà essere prevista una stabilizzazione della tensione a mezzo di apparecchi stabilizzatori regolatori, indicando, in tal caso, se tale stabilizzazione dovrà essere prevista per tutto l'impianto o solo per circuiti da precisarsi, ovvero soltanto in corrispondenza di qualche singolo utilizzatore, pure, al caso, da precisarsi.

86.22. Maggiorazioni dimensionali rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge

A ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente Capitolato, rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI o di legge, sono adottate per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

Art. 87

Rifasamento degli impianti

Per ovviare a un eventuale basso fattore di potenza ($\cos\phi$) dell'impianto, si deve procedere a un adeguato rifasamento. Il calcolo della potenza in kVA delle batterie di condensatori necessari deve essere fatto tenendo presenti:

- la potenza assorbita;
- il fattore di potenza ($\cos\phi$) contrattuale di 0,9 (provvedimento CIP);
- l'orario di lavoro e di inserimento dei vari carichi.

L'installazione del complesso di rifasamento deve essere fatta in osservanza alla norme CEI, al DPR 547/1955 e ad altre eventuali prescrizioni in vigore.

Devono essere installate le seguenti protezioni:

- a) protezione contro i sovraccarichi e i corto circuiti;
- b) protezione contro i contatti indiretti;
- c) protezione dell'operatore da scariche residue a mezzo di apposite resistenze di scarica.

Sarà oggetto di accordi particolari l'ubicazione delle batterie di rifasamento e l'eventuale adozione di un sistema di inserimento automatico.

Art. 88

Stazioni di energia

Sono considerate in questo articolo, quali stazioni di energia, le sorgenti di energia elettrica costituite da batterie di accumulatori e da gruppi elettrogeni. Il progetto indicherà quale dei due tipi dovrà essere installato oppure se entrambi dovranno essere previsti contemporaneamente.

Tali stazioni di energia potranno essere previste per l'alimentazione di determinate apparecchiature o quali fonti di energia di riserva. In questo ultimo caso serviranno, in via normale, per alimentare l'illuminazione di riserva o di sicurezza. Verrà infine indicato nel progetto se dovranno essere impiegate anche per l'alimentazione di altre utilizzazioni in caso di interruzioni della corrente esterna (vedi anche art. 14.8).

88.1. Batterie di accumulatori

a) *Caratteristiche e tipo della batteria in rapporto alla destinazione*

Nel caso che la batteria di accumulatori debba essere utilizzata quale fonte di energia di riserva o di sicurezza, qualora si verificino interruzioni della corrente esterna, in mancanza di particolari indicazioni da parte dell'Amministrazione appaltante, essa dovrà poter alimentare, almeno per 3 ore, l'intero carico assegnatole, con decadimento di tensione ai morsetti non superiore al 10% rispetto al valore nominale.

Qualora la batteria di accumulatori debba essere utilizzata per la normale alimentazione di apparecchiature o impianti funzionanti a tensione ridotta, come quelli contemplati negli artt. 16, 17, 18, 19, 20, 21, e 22 (di segnalazioni comuni per

usi civili nell'interno dei fabbricati; di «portiere elettrico»; per segnalazioni automatiche di incendi; per controllo ronda; antifurto a contatti o con cellule fotoelettriche o di altri tipi; di orologi elettrici; di citofoni), da una stessa batteria potranno essere derivate le tensioni di alimentazione anche di più apparecchiature o impianti (telefoni esclusi), purché ogni derivazione corrisponda a una medesima tensione e avvenga in partenza dal quadro di comando e controllo della batteria tramite singoli appositi interruttori automatici, o tramite valvole e fusibili con cartuccia a fusione chiusa.

L'Amministrazione appaltante stabilirà il tipo delle batterie di accumulatori (se stazionario o semistazionario e se al piombo o alcalino).

b) *Carica delle batterie di accumulatori*

La carica delle batterie sarà effettuata a mezzo di raddrizzatore idoneo ad assicurare la carica a fondo e quella di mantenimento.

La carica completa dovrà potersi effettuare nel tempo massimo di 24 ore (CEI 34-22).

Nel caso che la batteria di accumulatori sia utilizzata per alimentare l'illuminazione di riserva o di sicurezza, il raddrizzatore dovrà essere allacciato di preferenza alla rete dell'utenza luce o altrimenti a quella dell'utenza di forza motrice.

L'Amministrazione appaltante indicherà se dovrà essere previsto un dispositivo per la carica automatica della batteria.

c) *Quadro di comando e controllo*

Il complesso costituito dalla batteria, dal raddrizzatore e dagli utilizzatori dovrà essere controllato a mezzo di un apposito quadro, provvisto di organi di manovra, protezione e misura.

d) *Locale della batteria di accumulatori*

L'Amministrazione appaltante provvederà affinché il locale della batteria, oltre ad avere le dimensioni sufficienti a garantire una facile manutenzione, abbia i seguenti requisiti:

- aerazione efficiente, preferibilmente naturale;
- soletta del pavimento adatta al carico da sopportare;
- porta in legno resinoso (ad esempio, «pitchpine») o opportunamente impregnato.

Gli impianti elettrici nel locale della batteria dovranno essere del tipo antideflagrante.

88.2. Gruppi elettrogeni

a) *Determinazione della potenza*

Per la determinazione della potenza, l'Amministrazione appaltante preciserà gli utilizzatori per i quali è necessario assicurare la continuità del servizio, in caso di interruzione della corrente esterna, indicando la contemporaneità delle inserzioni privilegiate nel suddetto caso di emergenza.

L'Amministrazione appaltante indicherà inoltre le modalità di avviamento del gruppo, se manuale o automatico, precisando in tal caso i tempi massimi di intervento. Preciserà altresì le condizioni di inserzione degli utilizzatori.

Sarà inoltre compito della Ditta appaltatrice, nella determinazione della potenza, di tener conto del fattore di potenza conseguente alle previste condizioni di funzionamento del gruppo elettrogeno.

b) *Gruppi elettrogeni per utilizzazioni particolari*

Qualora per le caratteristiche di funzionamento di taluni utilizzatori (ascensori ecc.) si verificassero notevoli variazioni di carico, la Ditta appaltatrice proporrà l'installazione di un secondo gruppo elettrogeno, nel caso che altri utilizzatori (apparecchiature per sale operatorie, telescriventi ecc.) possano subire sensibili irregolarità di funzionamento a seguito di notevoli variazioni di tensione, provocate dalle anzidette variazioni di carico.

c) *Ubicazione del gruppo*

L'Amministrazione appaltante indicherà l'ubicazione del gruppo elettrogeno, tenendo presenti in primis le «Norme di sicurezza per l'installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice» emanate dal Ministero dell'Interno e quindi i requisiti essenziali ai quali il locale a ciò destinato deve soddisfare:

- possibilità di accesso del pezzo di maggior ingombro e peso;
- resistenza alle sollecitazioni statiche e dinamiche del complesso;
- isolamento meccanico e acustico al fine di evitare la trasmissione delle vibrazioni e dei rumori;
- dimensioni sufficienti ad assicurare le manovre di funzionamento;
- possibilità di adeguata aerazione;
- camino per l'evacuazione del gas di scarico;
- possibilità di costruire depositi di combustibile per il facile rifornimento del gruppo;
- possibilità di disporre in prossimità del gruppo di tubazioni d'acqua di adduzione e di scarico.

La Ditta appaltatrice dovrà però fornire tempestive e concrete indicazioni, sia quantitative che qualitative, affinché il locale prescelto dall'Amministrazione appaltante risulti effettivamente idoneo, in conformità ai requisiti sopra prospettati.

d) *Motore primo*

In mancanza di indicazioni specifiche da parte dell'Amministrazione appaltante, potranno di norma essere usati motori a ciclo Diesel, la cui velocità per potenze fino a 150 kVA non dovrà superare i 1500 giri al minuto primo.

Al di sopra di questa potenza, si adotteranno motori di velocità non superiore ai 750 giri al minuto primo.

Del motore sarà presentato il certificato di origine.

Saranno inoltre specificati i consumi, garantiti dalla Casa costruttrice, di combustibile per cavallo/ora ai vari regimi.

e) *Generatore*

Anche del generatore dovrà essere fornito il certificato d'origine.

Le caratteristiche dell'energia elettrica erogata dal generatore potranno venire indicate dall'Amministrazione appaltante.

In mancanza o nell'impossibilità da parte dell'Amministrazione appaltante di fornire tali indicazioni, le caratteristiche dell'energia elettrica erogata dal generatore verranno stabilite dalla Ditta appaltatrice, in modo che siano corrispondenti all'impiego, indicato dall'Amministrazione appaltante, cui detta energia elettrica verrà destinata.

L'eccitatrice eventuale deve essere singola per ogni generatore e coassiale con esso.

Il generatore sarà corredato da un quadro di manovra e comando con ivi montati:

- strumenti indicatori;
- interruttore automatico;
- separatori-valvola;
- regolatore automatico di tensione;
- misuratore per la misura totale dell'energia prodotta, con relativo certificato di taratura;
- misuratore per l'energia utilizzata per illuminazione;
- interruttore sulla rete dell'utenza forza;
- interruttore sulla rete dell'utenza luce.

f) *Accessori*

Il gruppo sarà dato funzionante, completo dei collegamenti elettrici fra l'alternatore e il quadro di controllo e manovra, con energia pronta agli interruttori, sia dell'utenza luce, sia dell'utenza forza. Esso sarà inoltre corredato di:

- serbatoio atto a contenere il combustibile per il funzionamento continuo a pieno carico di almeno 12 ore;
- tubazione per adduzione del combustibile dal serbatoio giornaliero;
- tubazioni per adduzione d'acqua al gruppo e tubazioni di raccordo allo scarico;
- raccordo al camino del condotto dei gas di scarico.

g) *Pezzi di ricambio ed attrezzi*

Nelle forniture comprese nell'appalto, debbono essere inclusi i seguenti pezzi di ricambio:

- una serie di fasce elastiche;
- un ugello per l'iniettore;
- una valvola di scarico e una di ammissione per il motore primo;
- una serie di fusibili per il quadro elettrico.

Sarà inoltre fornita una serie completa di attrezzi necessari alla manutenzione, allo smontaggio e rimontaggio dei vari pezzi del gruppo.

h) *Assistenza per il collaudo*

Per il collaudo, la Ditta appaltatrice metterà a disposizione operai specializzati e il combustibile necessario per il funzionamento a pieno carico, di 12 ore, del gruppo. Curerà inoltre che i lubrificanti siano a livello.

Art. 89

Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti

Gli impianti elettrici devono essere calcolati per la potenza impegnata: si intende quindi che le prestazioni e le garanzie per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere sono riferite alla potenza impegnata, la quale viene indicata dall'Amministrazione o calcolata in base ai dati forniti dalla stessa.

Art. 90

Disposizioni particolari per gli impianti di illuminazione

90.1. Assegnazione dei valori di illuminazione

I valori medi di illuminazione da conseguire e da misurare – entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori – su un piano orizzontale posto a 0,80 m dal pavimento, in condizioni di alimentazione normali, saranno precisati, per i valori locali, dall'Amministrazione, comunque sulla base delle Raccomandazioni Internazionali CIE.

90.2. Tipo di illuminazione (o natura delle sorgenti)

Il tipo di illuminazione sarà prescritto dall'Amministrazione appaltante, scegliendolo fra i sistemi più idonei, di cui, a titolo esemplificativo, si citano i seguenti:

- ad incandescenza;
- a fluorescenza dei vari tipi;
- a vapori di mercurio;
- a joduri metallici;
- a vapori di sodio.

90.3. Condizioni ambiente

L'Amministrazione appaltante fornirà piante e sezioni, in opportuna scala, degli ambienti da illuminare.

90.4. Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi saranno dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada.

Soltanto per ambienti con atmosfera pulita è consentito l'impiego di apparecchi aperti con lampada non protetta.

Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, l'Amministrazione appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.

90.5. Ubicazione e disposizione delle sorgenti

Particolare cura si dovrà porre all'altezza e al posizionamento di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto e indiretto.

90.6. Flusso luminoso emesso

Con tutte le condizioni imposte, sarà calcolato, per ogni ambiente, il flusso totale emesso in lumen, necessario per ottenere i valori di illuminazione in lux prescritti; per fare ciò si impiegheranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto.

90.7. Luce ridotta

Per il servizio di luce ridotta, o notturna, sarà opportuno che l'alimentazione venga compiuta normalmente con circuito indipendente.

90.8. Alimentazione dei servizi di sicurezza e alimentazione di emergenza

Le alimentazioni dei servizi di sicurezza e di emergenza devono essere conformi alle norme CEI 64-8 e CEI 64-4 in quanto applicabili.

Art. 91

Dispositivi particolari per impianti per servizi tecnologici e per servizi generali

Tutti gli impianti che alimentano utenze dislocate nei locali comuni devono essere derivati da un quadro sul quale devono essere installate le apparecchiature di sezionamento, comando e protezione.

91.1. Quadro generale di protezione e distribuzione

Detto quadro deve essere installato nel locale contatori e deve avere caratteristiche costruttive uguali a quelle prescritte ai successivi artt. 31.6, 31.7, 31.8 ed essere munito di sportello con serratura.

Sul quadro devono essere montati, ed elettricamente connessi, almeno le protezioni e il comando degli impianti descritti di seguito.

91.2. Illuminazione scale, atri e corridoi comuni

Le lampade di illuminazione devono essere comandate a mezzo di un relè temporizzatore modulare e componibile con le apparecchiature da incasso per montaggio in scatole rettangolari standard oppure di tipo modulare componibile con le apparecchiature prescritte al successivo art. 31.3.

Il comando del temporizzatore deve avvenire con pulsanti, luminosi e non, a due morsetti, installati nell'ingresso, nei corridoi e sui pianerottoli del vano scale.

Il relè temporizzatore deve consentire una regolazione del tempo di spegnimento, deve avere un commutatore per illuminazione temporizzata o permanente e contatti con portata di 10 A.

91.3. Illuminazione cantine, solai e box comuni

L'impianto elettrico in questi locali deve essere realizzato con l'impiego di componenti aventi grado di protezione minimo IP 44.

Se l'energia consumata da dette utenze viene misurata dai contatori dei servizi comuni, l'impianto deve essere derivato dal quadro dei servizi generali.

In caso contrario, da ciascun contatore partirà una linea adeguatamente protetta destinata all'alimentazione dei suddetti locali.

Nelle autorimesse private con più di 9 autoveicoli e nelle autorimesse pubbliche, l'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alle norme CEI 64-2.

Per quanto possibile dovranno essere evitate installazioni elettriche nelle fosse e nei cunicoli; diversamente è necessario attenersi alle prescrizioni contenute nell'appendice A delle norme CEI 64-2.

Le prese fisse devono essere ubicate in posizioni tali da evitare la necessità di ricorrere a prolunghe e devono essere installate a un'altezza minima dal pavimento di 1,50 m.

Le diverse parti dell'impianto elettrico devono essere protette dagli urti da parte dei veicoli.

Il gruppo di misura e gli interruttori generali devono essere installati in un vano privo di tubazioni e di contenitori di fluidi infiammabili.

I componenti di cui sopra devono essere facilmente e rapidamente accessibili dall'esterno delle zone pericolose.

91.4. Illuminazione esterna

Le lampade destinate a illuminare zone esterne ai fabbricati devono essere alimentate dal quadro di servizi generali. I

componenti impiegati nella realizzazione dell'impianto, nonché le lampade e gli accessori necessari devono essere protetti contro la pioggia, l'umidità e la polvere; salvo prescrizioni specifiche dell'Amministrazione appaltante, si dovrà raggiungere per gli apparecchi di illuminazione almeno il grado di protezione IP 55 per i gruppi ottici contenenti le lampade. L'accensione delle lampade deve essere effettuata a mezzo di un interruttore programmatore (orario) con quadrante giornaliero, modulare e componibile con gli apparecchi montati nel quadro elettrico d'appartamento.

91.5. Altri impianti

a) Per l'alimentazione delle apparecchiature elettriche degli altri impianti relativi a servizi tecnologici come:

- impianto di condizionamento dell'aria;
- impianto di acqua potabile;
- impianto sollevamento acque di rifiuto;
- altri eventuali;

dovranno essere previste singole linee indipendenti, ognuna protetta in partenza dal quadro dei servizi generali mediante un proprio interruttore automatico differenziale.

Tali linee faranno capo ai quadri di distribuzione relativi all'alimentazione delle apparecchiature elettriche dei singoli impianti tecnologici.

b) Per tutti gli impianti tecnologici richiamati al precedente comma a), l'Amministrazione appaltante indicherà se il complesso dei quadri di distribuzione per ogni singolo impianto tecnologico, i relativi comandi e controlli e le linee derivate in partenza dai quadri stessi, dovranno far parte dell'appalto degli impianti elettrici, nel qual caso preciserà tutti gli elementi necessari.

Nell'anzidetto caso, in corrispondenza a ognuno degli impianti tecnologici, dovrà venire installato un quadro ad armadio, per il controllo e la protezione di tutte le utilizzazioni precisate.

Infine, in partenza dai quadri, dovranno prevedersi i circuiti di alimentazione fino ai morsetti degli utilizzatori.

Art. 92

Qualità e caratteristiche dei materiali

92.1. Generalità

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato Speciale, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.

Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

92.2. Comandi (interruttori, deviatori, pulsanti e simili) e prese a spina

Sono da impiegarsi apparecchi da incassi modulari e componibili.

Gli interruttori devono avere portata di 16 A; negli edifici residenziali è ammesso l'uso di interruttori di portata di 10 A; le prese devono essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti ecc.

La serie deve consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi interruttori nella scatola rettangolare normalizzata, mentre, per impianti esistenti, deve preferibilmente essere adatta anche al montaggio in scatola rotonda normalizzata.

I comandi e le prese devono eventualmente anche poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP 40 e/o IP 55.

92.3. Apparecchiature modulari con modulo normalizzato

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibili con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (norme CEI 17-18).

In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio, trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- c) gli interruttori con relè differenziali fino a 80 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b), nonché essere del tipo ad azione diretta;
- d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se

detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4500 A;

e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Gli interruttori di cui alle lettere c) e d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e interamente assiemati a cura del costruttore.

92.4. Interruttori scatolati

Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano le stesse dimensioni d'ingombro.

Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità del servizio.

Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 (norme CEI 17-5) onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e in quella con intervento ritardato per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

92.5. Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di c. c. elevate (fino a 30 KA), gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (norme CEI 15-5 e art. 9.15 del presente capitolato).

92.6. Quadri di comando e distribuzione in lamiera

92.6.1. I quadri di comando devono essere muniti di profilati per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche

Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature.

I quadri della serie devono essere costruiti in modo tale da poter essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente o in lamiera, con serratura a chiave, a seconda della decisione della Direzione Lavori.

Il grado di protezione minimo deve essere IP 30 e comunque adeguato all'ambiente.

92.6.2. I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono appartenere a una serie di elementi componibili di larghezza e di profondità adeguate.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e deve essere prevista la possibilità di individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature.

Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave. Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

Il grado di protezione minimo deve essere IP 30.

92.7. Quadri di comando e di distribuzione in materiale isolante

Negli ambienti in cui l'Amministrazione appaltante lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera, si dovranno installare quadri in materiale isolante.

Questi devono avere attitudine a non innescare l'incendio al verificarsi di un riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui all' art. 134.1.6 delle norme CEI 64-8, e comunque, qualora si tratti di quadri non incassati, devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente (glow-fire) non inferiore a 650 °C.

I quadri devono essere composti da cassette isolanti, con piastra portapparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina, essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque non inferiore a IP 30, nel qual caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

92.8. Quadri elettrici da appartamento o similari

All'ingresso di ogni appartamento deve essere installato un quadro elettrico composto da una scatola da incasso in materiale isolante, un supporto con profilato normalizzato per fissaggio a scatto degli apparecchi da installare e un coperchio con o senza portello.

Le scatole di detti contenitori devono avere profondità e larghezza tale da consentire il passaggio di conduttori lateralmente, per alimentazione a monte degli automatici divisionari.

I coperchi devono avere fissaggio a scatto, mentre quelli con portello devono avere il fissaggio a vite per una migliore tenuta.

I quadri in materiale plastico devono avere attitudine a non innescare l'incendio in caso di riscaldamento eccessivo, secondo la tabella di cui all'art. 134.1.6 delle norme CEI 64-8.

I quadri elettrici d'appartamento devono essere adatti all'installazione delle apparecchiature prescritte, già descritte al paragrafo 31.3.

92.8.1. Istruzioni per l'utente

I quadri elettrici devono essere preferibilmente dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili, atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature nonché a individuare le cause del guasto elettrico.

L'individuazione può essere effettuata tramite le stesse apparecchiature o a mezzo di dispositivi separati.

Qualora il dispositivo abbia una lampada di emergenza incorporata, può essere omessa l'illuminazione di emergenza prevista al punto 31.8.2.

92.8.2. Illuminazione di sicurezza

Al fine di consentire all'utente di manovrare con sicurezza le apparecchiature installate nei quadri elettrici, anche in situazioni di pericolo, in ogni unità abitativa devono essere installate una o più lampade di emergenza fisse o estraibili, ricaricabili e con un'autonomia minima di 1 ora.

92.9. Prove dei materiali

L'Amministrazione appaltante indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi, in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese inerenti a tali prove non faranno carico all'Amministrazione appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

Non saranno in genere richieste prove per i materiali contrassegnati con il Marchio di Qualità Italiano o equivalenti ai sensi della legge n. 791 del 18 ottobre 1977.

92.10. Accettazione

I materiali dei quali sono stati richiesti i campioni potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da parte dell'Amministrazione appaltante, la quale dovrà dare il proprio responso entro 7 giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto.

La Ditta appaltatrice non dovrà porre in opera materiali rifiutati dall'Amministrazione appaltante, provvedendo quindi ad allontanarli dal cantiere.

Art. 93

Consegna dei lavori

La consegna dei lavori deve avvenire nei termini previsti dal Capitolato Generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici, DM 19 aprile 2000 n. 145.

Art. 94

Esecuzione dei lavori

94.1. Modo di esecuzione ed ordine dei lavori

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale ed al progetto approvato.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.

La Ditta appaltatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi.

Salvo preventive prescrizioni dell'Amministrazione appaltante, la Ditta appaltatrice ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte.

La Direzione dei Lavori potrà, però, prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salvo la facoltà della Ditta appaltatrice di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti.

94.2. Gestione dei lavori

Per quanto riguarda la gestione dei lavori, dalla consegna al collaudo, si farà riferimento alle disposizioni dettate al riguardo dal Regolamento per la direzione, contabilità e collaudazione dei lavori dello Stato, DPR 21 dicembre 1999 n. 554 e dal su citato Capitolato Generale.

Art. 95

Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione appaltante si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti degli stessi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente Capitolato Speciale e del progetto approvato.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.

Dei risultati delle verifiche e delle prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

Art. 96

Verifica provvisoria, consegna e norme per il collaudo degli impianti

96.1. Verifica provvisoria e consegna degli impianti

Dopo l'ultimazione dei lavori e il rilascio del relativo certificato da parte della Direzione dei lavori, l'Amministrazione appaltante ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

In tal caso, però, la presa in consegna degli impianti da parte dell'Amministrazione appaltante dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi, che abbia esito favorevole.

Qualora l'Amministrazione appaltante non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, può disporre affinché dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori si proceda alla verifica provvisoria degli impianti.

È pure facoltà della Ditta appaltatrice chiedere che, nelle medesime circostanze, la verifica provvisoria degli impianti abbia luogo.

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni e in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti a uso degli utenti ai quali sono destinati.

A ultimazione della verifica provvisoria, l'Amministrazione appaltante prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

96.2. Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo dovrà avere inizio entro il termine di mesi **uno** dalla data di ultimazione dei lavori e tutte le relative operazioni dovranno concludersi entro il termine di mesi sei dalla stessa.

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti e i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel presente Capitolato Speciale, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori.

Si dovrà procedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

In particolare, nel collaudo definitivo dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:

- a) che siano state osservate le norme tecniche generali di cui ai punti 1, 2, 3, dell'art. 9 del presente Capitolato Speciale;
- b) che gli impianti e i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e alle preventive indicazioni, richiamate nel par. 2 dell'art. 4, inerenti lo specifico appalto, precisate dall'Amministrazione appaltante nella lettera di invito alla gara o nel disciplinare tecnico a base della gara, purché risultino confermate – in caso di appalto-concorso – nel progetto-offerta della Ditta aggiudicataria e non siano state concordate modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- c) gli impianti e i lavori in caso di appalto concorso, siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto-offerta, relative a quanto prescritto nel par. 2 dell'art. 4, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- d) gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- e) i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, in base a quanto indicato nell'art. 5, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- f) inoltre, nel collaudo definitivo dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria.

Anche del collaudo definitivo verrà redatto regolare verbale.

96.2.1. Esame a vista

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferentesi all'impianto installato. Il controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;

- presenza di adeguati dispositivi di sezionamento e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

È opportuno che tali esami inizino durante il corso dei lavori.

96.2.2. Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

96.2.3. Verifica delle stabilità dei cavi

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza totale. A questa verifica prescritta dalle norme CEI 11-11 (Impianti elettrici degli edifici civili) si devono aggiungere, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, le verifiche relative al rapporto tra diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, e al dimensionamento dei tubi o condotti.

Quest'ultima verifica si deve effettuare a mezzo di apposita sfera come descritto nelle norme CEI per gli impianti sopradetti.

96.2.4. Misura della resistenza di isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia di circa 125 V, nel caso di muratura su parti di impianto di categoria O, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, e di circa 500 V, nel caso di misura su parti di impianto di 1^a categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro e, durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti. La misura è relativa a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:

- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

96.2.5. Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

96.2.6. Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

96.2.7. Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti.

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8).

Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del DPR 547/55 va effettuata la denuncia degli stessi alle ASL a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- a) esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Occorre inoltre controllare che i conduttori

di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;

- b) misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
- c) controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale. Per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;
- d) quando occorre, misure delle tensioni di contatto e di passo, che vengono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati. Le Norme CEI 64-8 forniscono le istruzioni necessarie per effettuare le suddette misure;
- e) nei locali da bagno, la verifica della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale e il conduttore di protezione. Tale controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

96.3. Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti

- a) Per le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza), siano conformi a quelle previste nel presente Capitolato Speciale d'appalto e cioè a quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.
Qualora le anzidette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto) all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviata a quando sia possibile disporre di corrente d'alimentazione avente tali caratteristiche, purché ciò non implichi dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore a un massimo di 15 giorni.
Nel caso vi sia al riguardo impossibilità dell'Azienda elettrica distributrice o qualora l'Amministrazione appaltante non intenda disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, potranno egualmente aver luogo sia le verifiche in corso d'opera, sia la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori, sia il collaudo definitivo. Il Collaudatore, tuttavia, dovrà tenere conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione rispetto a quelle contrattualmente previste secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti.
- b) Per le verifiche in corso d'opera, per quella provvisoria a ultimazione dei lavori e per il collaudo definitivo, la Ditta appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza potere per ciò accampare diritti a maggiori compensi.
- c) Se in tutto o in parte gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'appalto, spetterà all'Amministrazione appaltante provvedere a quelli di propria competenza qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria a ultimazione dei lavori e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

Art. 97

Garanzia degli impianti

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire gli impianti eseguiti per un periodo di 12 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Si intende per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incombe alla Ditta appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica e tenuto presente quanto espresso ai paragrafi 1, 2 e 3 dell'art. 44, tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero manifestare negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali utilizzati o per difetto di montaggio.

Art. 98

Richiami ad altre disposizioni vigenti

Per tutto quanto non è stato espressamente specificato sopra, si farà riferimento alle disposizioni contenute nel Capitolato Generale di appalto per le Opere Pubbliche, D.M. 19 aprile 2000 n. 145 e ss.mm.ii. e nel Regolamento di esecuzione e attuazione del 5 ottobre 2010, n.207.

CAPO IX - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE STRADALI E PIAZZALI

Art. 99

Realizzazione di massicciate stradali

Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale/piazzale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

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

Scavi e rilevati

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale/piazzale, e per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili, saranno eseguiti in conformità alle specifiche di progetto e del presente capitolato, salvo le eventuali varianti che fosse per disporre la Direzione dei Lavori; dovrà essere usata ogni cura nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi o banchine, nel profilare le scarpate e i cigli della strada, che dovranno perciò risultare paralleli all'asse stradale/piazzale.

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale/piazzale, non utilizzabili e non ritenute idonee dalla Direzione dei Lavori per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere allontanate dal cantiere. Le località per tali depositi dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danni ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private. La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Piani di posa dei rilevati

I piani di posa dei rilevati dovranno avere l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o gradinati secondo i profili indicati a progetto e le indicazioni che saranno della Direzione Lavori.

La quota dei piani di posa dei rilevati dovrà essere approfondita fino alla completa rimozione dello strato di terreno vegetale o dalle ridotte caratteristiche di resistenza.

Laddove si nel corso dello scavo si trovino terreni appartenenti ai gruppi A1, A2 e A3⁴ sarà sufficiente compattare lo strato sottostante il piano di posa per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di imposta del rilevato appartengono ai gruppi A4, A5, A6 e A7⁵, la Direzione Lavori potrà ordinare l'approfondimento degli scavi fino a profondità adeguata coerente con le indicazioni degli elaborati progettuali o dai rilievi geognostici, per sostituire i materiali con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A1, A2 e A3.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata e ove la Direzione Lavori lo rende necessario si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli a piedi di montone.

Qualora si rivengano strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati, per spessori elevati di tali terreni bisogneranno adottare accorgimenti particolari secondo l'indicazione della Direzione dei Lavori.

Piani di posa delle fondazioni stradali/piazzali in trincea

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

⁴ Classificazione come da norme UNI EN 13242/08 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade; UNI EN 13285/04 - Miscele non legate. Specifiche; UNI EN ISO 14688-1/03 - Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione.

⁵ Idem.

- quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2 e A3 si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di 30 cm al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6 e A7 la Direzione dei lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione dei lavori.

Rilevati

I rilevati saranno eseguiti in ottemperanza alle specifiche indicate nei disegni e nelle relazioni di progetto. Nella formazione dei rilevati saranno impiegate preferibilmente le materie provenienti da scavi di sbancamento eseguite in situ se il terreno appartiene ai gruppi A1, A2 e A3. L'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5 e A3.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme di massimo 30 cm.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata come di seguito riportata:

- non inferiore al 95% negli strati inferiori;
- non inferiore al 98% in quello superiore (ultimi 30 cm).

La Direzione Lavori provvederà al controllo della massa volumica in sito alle varie quote raggiunte e per tutta l'estensione del rilevato il cui numero dovrà essere commisurato all'entità dell'opera.

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi che l'umidità propria del materiale sia adeguato alle lavorazioni previste procedendo al disseccamento ovvero alla bagnatura del materiale se necessario al fine di raggiungere una umidità prossima a quella predeterminata in laboratorio (AASHO modificata), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

La costruzione del rilevato dovrà proseguire senza interruzioni fino al raggiungimento della sua configurazione finale. Le attrezzature di costipamento saranno scelte dall'impresa dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento della densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi o da cave di prestito. Il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare. Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

Art. 100

Realizzazione di strati di base

Lo strato di base sarà costituito da un misto granulare frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo, normalmente dello spessore di 10/15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13108/06. Tale strato sarà posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione. Lo spessore della base sarà conforme alle indicazione di progetto salvo diverse indicazioni della Direzione dei lavori. Tutto l'aggregato grosso potrà essere costituito da elementi provenienti da frantumazione di rocce lapidee laddove richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Art. 101

Realizzazione di strati di collegamento e di usura

La parte superiore della sovrastruttura stradale/piazzale è in generale costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo composto da:

- uno strato inferiore di collegamento (binder)
- uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi mescolati con bitume a caldo secondo quanto specificato nella norma UNI EN 13108/06.

Tali strati saranno stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattati con rulli gommati e lisci. I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi fragili anche isolati o non conformi alle prescrizioni del presente capitolato; in caso contrario a sua discrezione la Direzione Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa il rifacimento degli strati non ritenuti idonei. Tutto l'aggregato grosso (frazione > 4 mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato. Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiante.

Art. 102

Lavorazioni varie

Giunti

I giunti longitudinali saranno preferibilmente ottenuti mediante affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con

applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% in peso, 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 azzerramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

Scarificazione di pavimentazioni esistenti

L'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano stradale/piazzale e poi provvedere alla scarificazione della massicciata esistente adoperando apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato. La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta del materiale asportato su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa esecutrice.

Qualora la Direzione Lavori ritenga opportuno allontanare il materiale di risulta, la ditta Appaltatrice dovrà essere attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

Fresatura di strati in conglomerato bituminoso

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali, dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare priva di residui di strati non completamente fresati. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione Lavori.

Particolare cura deve essere adottata nella fresatura della pavimentazione dove siano presenti coperchi o prese dei sottoservizi. Sarà cura dell'Impresa sondare o farsi segnalare l'ubicazione di tutti i manufatti che potrebbero interferire con la fresatura stessa.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Qualora la Direzione Lavori ritenga opportuno allontanare il materiale di risulta, la ditta Appaltatrice dovrà essere attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

CAPO X - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE DI REGIMENTAZIONE E RACCOLTA DELLE ACQUE

Art. 103

Prescrizioni e prove sui materiali

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, alle prescrizioni di legge e dei regolamenti vigenti, alle prescrizioni del presente Capitolato, ai documenti di progetto nonché a quanto indicato dalla Direzione dei Lavori.

Sia durante la fase di progettazione che durante quella di esecuzione di un sistema di regimentazione e convogliamento delle acque occorre seguire tre principi:

- a) deve essere facile e rapida la manutenzione di ogni parte del sistema;
- b) deve essere possibile sostituire ogni parte del sistema;
- c) deve essere possibile estendere il sistema e collegarlo facilmente ad altri impianti simili.

Tracciamenti

Sarà cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, procurarsi presso la Direzione Lavori tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti, ed in base a tali informazioni completare il tracciamento, sottoponendoli alla Direzione Lavori per il controllo e solo dopo l'assenso di questa potrà darsi l'inizio alle opere relative.

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione Lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'Impresa le spese per i rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

Disponibilità delle aree relative - proroghe

Qualora le opere debbano venire eseguite sui fondi privati, l'amministrazione provvederà a porre a disposizione le aree necessarie per l'esecuzione dell'opera appaltata, come specificato nel progetto allegato al Contratto. Qualora per ritardi dipendenti dai procedimenti d'occupazione permanente o temporanea ovvero di espropriazione, i lavori non potessero intraprendersi, l'Imprenditore edile avrà diritto di ottenere solo una proroga nel caso che il ritardo sia tale da non permettere l'ultimazione dei lavori nel termine fissato dal Contratto, escluso qualsiasi altro compenso o indennità, qualunque possano essere le conseguenze di maggiori oneri dipendenti dal ritardo.

Conservazione della circolazione - sgomberi e ripristini

L'Impresa, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e, ove possibile, quella veicolare sulle strade interessate dai lavori. Essa provvederà pertanto a tutte le necessarie opere provvisorie (passerelle, recinzioni, ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica regolamentare per l'eventuale deviazione del traffico veicolare, ed alla sua sorveglianza.

In ogni caso, a cura e spese dell'impresa dovranno essere mantenuti gli accessi a tutti gli ingressi stradali privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonché provveduto alla corretta manutenzione ed all'interrotto esercizio dei cavi e delle condutture di qualsiasi genere interessate ai lavori. Gli scavi saranno effettuati anche a tronchi successivi e con interruzioni, allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti. L'Impresa è tenuta a mantenere, a rinterrati 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.

Posa in opera di tubazioni e pozzetti

Nella posa in opera 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 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 rinfiancato.

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.

È 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 è 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 gravità 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 e di freccia pari a circa $\frac{1}{4}$ del diametro stesso; 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:

- a) al termine della rete di scarico assieme al sifone e ad una derivazione;
- b) ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- c) ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro fino a 100 mm;
- d) ogni 30 m di percorso lineare per tubi con diametro oltre i 100 mm;
- e) ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- f) alla fine di ogni colonna.

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 prefabbricati in calcestruzzo di cemento di tipo monoblocco muniti di sifone incorporato. Salvo contrarie disposizioni della direzione dei lavori i pozzetti avranno dimensioni interne di 50 x 50 x 90 cm oppure 45 x 45 x 90 cm. La copertura sarà costituita da una caditoia in ghisa nel caso che il pozzetto venga installato in sede stradale o da un chiusino pure in ghisa qualora venga installato sotto il marciapiede. Il tubo di scarico sarà di norma in calcestruzzo del tipo senza bicchiere, del diametro interno di 12 cm.

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.

I materiali utilizzati per la realizzazione delle opere dovranno rispondere alle specifiche di progetto e alle normative vigenti. In particolare, prima dell'accettazione di tubi, giunti e pezzi speciali e in corso d'opera, potrà essere richiesto l'intervento del progettista per pareri tecnici, anche in relazione ad eventuali varianti. È facoltà dell'Appaltatore avvalersi in qualsiasi momento dell'assistenza tecnica da parte della ditta fornitrice delle tubazioni.

CAPO XI - PRESCRIZIONI TECNICHE PER ESECUZIONE DI OPERE COMPLEMENTARI

Art. 104

Opere da fabbro: cancelli e recinzioni

Nelle opere di 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 ribaditure. I fori saranno tutti eseguiti con trapano; le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere limati. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera con mano di antiruggine.

Per ogni opera in ferro a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello alla preventiva approvazione. L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro essendo responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

Verniciature

La preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di verniciature dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate. In caso di contestazione, qualora l'impresa non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Impresa stessa.

Prima d'iniziare le opere di verniciatura, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di vernici sulle opere finite, restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Art. 105

Opere varie

In mancanza di norme speciali, verranno seguite le migliori regole d'arte e si seguiranno i lavori nel miglior modo possibile, impegnandovi tutti i mezzi necessari.

Per la misurazione di tali opere, si seguiranno le norme indicate dalla descrizione dei lavori dell'elenco prezzi ed in mancanza di queste da quelle che saranno dettate dal Direttore dei Lavori in base alle normali consuetudini locali.

Art. 106

Sistemazioni a verde ed opere di ingegneria naturalistica

I prezzi in elenco per le opere compiute comprendono la fornitura dei materiali e degli elementi vegetativi di ottima qualità e la prestazione dello specialista e suo aiutante, per la fornitura e posa a regola d'arte delle varie opere previste.

L'Imprenditore edile deve dare inizio ad esecuzione di ordini e disposizioni impartiti dalla Direzione dei Lavori, attenendosi rigorosamente a quanto ordinato, con divieto di introdurre varianti e modifiche, che non saranno tollerate o riconosciute. Nell'esecuzione dei lavori devono essere adottati i procedimenti e le cautele nel rispetto delle norme antinfortunistiche di legge; l'Imprenditore edile assume le responsabilità conseguenti, rimanendo indenne il committente da ogni e qualsiasi responsabilità ed onere. Per la realizzazione di aiuole, viali, palificate, fasciante ed altre opere di ingegneria naturalistica, si provvede al tracciamento previa redazione del piano quotato, quindi all'eventuale scasso, formazione di cassonetto dell'altezza prestabilita ed asportazione della terra di risulta. Le zone da sistemare a prato, dopo l'esecuzione del cassonetto, devono essere sacrificate o vangate e pulite con asportazione di qualsiasi elemento non idoneo; quindi si deve provvedere alla fornitura di ottima terra di coltura per il riempimento del cassonetto per le aiuole e delle buche per messa a dimora di elementi vegetativi. Lo spessore minimo della terra di coltura, dopo il costipamento naturale e quando si renda necessaria una scarica completa, non deve essere mai inferiore a 40 cm.

In corrispondenza dei viali, vialetti e piazzali, i cassonetti devono essere riempiti con materiale inerte (terra bianca, mista, ghiaia) per uno spessore compreso fra 25 e 40 cm fino al raggiungimento delle quote prestabilite.

Ove già esistesse in posto terra di coltura ritenuta idonea, la stessa, prima di essere utilizzata, deve essere mondata da ogni sorta di detriti, spurgata e convenientemente smossa, rivoltata e lavorata.

Solo dopo la completa sistemazione del terreno su tutta l'area si dovrà procedere alla esecuzione delle buche ed alla successiva posa di piantagioni e piantumazioni. La posa delle piante deve essere fatta nella esatta posizione prescritta, sottoponendo le radici ad una opportuna preparazione ed assestando adeguatamente la terra attorno e sopra il pane radicale, previa adeguata concimazione sul fondo scavo con concime animale (stallatico). Ove necessario e richiesto, si deve provvedere all'infissione del palo tutore e dei paletti con le dovute assicurazioni e tenditori ed infine all'innaffiamento secondo l'andamento stagionale. Per le zone ove è prevista la sistemazione a prato, si deve procedere alla vangatura con ripetute fresature del terreno, che deve essere mondato da ciottoli, sassi, erbe infestanti e quant'altro non idoneo per la sistemazione suddetta.

Dopo adeguato trattamento con concime naturale o chimico, secondo prescrizioni, si procede alla semina e successiva rastrellatura e rullatura del terreno.

Dopo la semina dovranno essere eseguite quelle varie opere di rifinitura, quali sistemazione del drenaggio e dello scolo delle acque, regolarizzazione delle pendenze, eliminazione di parti eccedenti previa esecuzione di eventuali cordonature di contenimento. Queste vengono realizzate con elementi retti o curvi in cemento, ciottoli, pietra naturale, con sottofondo e/o rinfiando in calcestruzzo e malta di cemento. Il materiale inerte riportato in corrispondenza dei viali, vialetti e piazzali, dopo la stesa deve essere sufficientemente compresso (e se del caso ricaricato) con adeguati mezzi meccanici; sul piano così costipato verrà steso, su tutta la superficie, ghiaietto o pietrischetto di 5-10 mm di pezzatura per uno spessore di 3-4 cm. Tutte le opere sopradescritte si computano nelle loro dimensioni effettive a metro quadrato, metro lineare, a numero od a peso.

Manutenzione degli spazi verdi

La manutenzione degli spazi verdi viene appaltata con contratto particolare, però qualora sia stato eseguito un nuovo impianto di sistemazione a verde, all'appaltatore dello stesso compete un primo anno di manutenzione gratuita dalla data del verbale di ultimazione dei lavori.

Nel caso di appalto di manutenzione, possono essere ordinati all'Imprenditore edile rinnovi di piantagioni, nuove opere, anche di limitata entità.

Le opere di manutenzione prevedono:

- concimazioni chimiche;
- innaffiamenti;
- rifacimenti di aree erbose a scarsa vegetazione o dissesti da interventi sulle aree stesse;
- raccolta ed asporto dei sassi, materiali vari inerti giacenti sulle aiuole;
- fornitura e stesa terra di colture per l'eliminazione di avvallamenti e assestamenti;
- pulizia di aiuole e cortili in terra battuta da foglie;
- tagli e tosatura tappeti erbosi: sono previsti secondo necessità da un minimo di tre ad un massimo di cinque interventi per anno.

Il taglio dell'erba sarà eseguito esclusivamente con mezzi meccanici a lama rotante e/o con trituratori a coltelli, salvo diverse disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori ed integrati con altri attrezzi atti a completare l'operazione. Ad ogni intervento i bordi delle aiuole dovranno essere rifiniti nei particolari ed eseguita la spollonatura.

I materiali di risulta saranno allontanati e trasportati alle discariche autorizzate entro e non oltre il secondo giorno successivo alla esecuzione delle varie operazioni. Qualora per necessità operativa, l'Imprenditore edile dovesse sporcare strade e aree comuni, sarà tenuto a pulirle senza compenso. Qualora i residui erbosi, provenienti dallo sfalcio, risultano minuti od in quantità non eccessiva, la raccolta non sarà eseguita e pertanto non compensata.

La ricostituzione delle sponde di fossi colatori avverrà mediante salti idraulici della lunghezza di 3,0 m ciascuno, posti ad un intervallo di circa 30 m. I salti saranno costituiti da palificate con graticcio formate da paletti di castagno della lunghezza di m 2,6÷3 del diametro in testa di cm 12, posti alla distanza assiale di cm 33, infissi nel terreno solido per almeno cm 50, inclinati secondo la naturale inclinazione della sponda, fittamente intessiti con fascine e talle di salici verdi, collegati in testa con pali del diametro non inferiore a cm 10 rinforzati da traverse e pali di ancoraggio posti alla distanza di m 2,

compresi aggettamenti, chioderia e messa a dimora trasversalmente al graticcio di talee di salice in misura di 5 a mq. La base del salto sarà costituita da pietrame di cava battuto a secco e compattato nel terreno, previa pulizia da esistenti arbusti spondali e da materiali di trasporto solido in alveo.

Tutti i legnami da impiegare in opere stabili dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione in conformità alle prescrizioni di cui alle vigenti leggi e norme UNI e secondo le disposizioni impartite dal Direttore dei lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni prescritte ed essere nette e precise in modo da poter ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno. La Direzione dei lavori potrà disporre che nelle facce di giunzione vengano interposte delle lamine di piombo o di zinco, od anche cartone incatramato. Le diverse parti componenti un'opera di legname dovranno essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro in conformità alle prescrizioni che verranno date dalla Direzione dei lavori.

Non si dovranno impiegare chiodi per il collegamento dei legnami senza apparecchiare prima il conveniente foro col succhiello. I legnami, prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione, se ordinata, della spalmatura di catrame o della coloritura, si dovranno congiungere in prova nei cantieri per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione.

Art. 107

Videosorveglianza

La fornitura dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche generali :

- tutti gli apparecchi dovranno essere dotati di certificazione attestanti la conformità alle leggi e alle normative vigenti (es. immissione sul mercato, marcatura CE, notifica ai sensi della direttiva 99/5/CEE per le apparecchiature radio, ecc.), in particolare dovranno soddisfare ai requisiti richiesti dal D.Lgs. n.196 del 30/06/2003 "Codice in materia di protezione dei dati personali" e dal "Provvedimento generale sulla videosorveglianza" emanato il 29/04/2004 dal Garante per la protezione dei dati personali;
- il sistema dovrà garantire nel tempo il costante mantenimento della qualità del segnale video, anche al variare delle condizioni atmosferiche e ambientali; in particolare, tutte le apparecchiature installate in campo aperto dovranno essere alloggiare in custodie climatizzate, al fine di garantire il corretto funzionamento del sistema anche per temperature inferiori allo 0°C, e con un adeguato grado di protezione IP;
- compatibilità con i sistemi preesistenti in ciascun comune allo scopo di utilizzare e comandare in modo centralizzato le apparecchiature già installate;
- espandibilità dell'impianto di videosorveglianza per garantire la possibilità di collegare altre telecamere; a questo scopo vengono privilegiate soluzioni di modularità e programmabilità delle apparecchiature;
- scalabilità prevedendo l'installazione di apparecchiature in grado di adeguarsi a nuovi standard video e di comunicazione.

L'impresa aggiudicataria avrà l'obbligo di allacciarsi nei punti di fornitura di energia elettrica indicati dal Committente, senza sollevare eccezione alcuna; ne consegue pertanto che l'installazione del sistema di videosorveglianza comporterà una serie di opere accessorie, a carico della stazione appaltante quali :

- eventuali scavi con relativi reinterri e ripristini, di muratura in genere, compresi eventualmente opere di carpenteria, di fabbro, di falegname, ecc.
- eventuale fornitura e posa in opera di nuovi pali e armadi stradali, con relative paline e formazione di plinti;
- stesura dei cavi elettrici, impianto di messa a terra, comprese canalizzazioni, scatole di derivazione, tubazioni, necessarie per l'alimentazione degli apparati;
- rendere disponibili i luoghi e i locali per l'installazione delle apparecchiature;
- le eventuali autorizzazioni da parte dei proprietari degli immobili per il fissaggio di telecamere e degli apparati via radio su edifici pubblici e/o privati;
- l'installazione di eventuali contatori di energia elettrica.

Art. 108

Sistema antincendio

Estintori da 12 Kg comprensivo di cassetta di alloggiamento, classe 43 A183 BC, a polvere con valvola a pulsante, valvola di sicurezza a molla e manometro di indicazione e sistema di controllo della pressione tramite valvola di non ritorno.

CAPO XII - MONITORAGGIO E CONTROLLO

Art. 109

Analisi di laboratorio: acque, percolato ed aria

Le analisi dei campioni (prova di laboratorio incluso giudizio) di acque di falda, di acque superficiali (torrente e canalette perimetrali al capping), di acque di drenaggio contaminato, di percolato verranno prelevate nei piezometri, nei pozzetti e nelle acque superficiali a cadenza periodica.

I parametri da analizzare saranno: pH, Temperatura, Conducibilità elettrica, Ossidabilità Kubel, BOD5, TOC, Ca, Na, K, Cloruri, Solfati, Fluoruri, IPA, Fe, Mn, As, Cu, Cd, Cr totale, CrVI, Hg, Ni, Pb, Mg, Zn, Cianuri, Azoto ammoniacale, Azoto nitroso, Azoto nitrico, Composti organoalogenati (compreso Cloruro di vinile), Fenoli, Pesticidi fosforati e totali, Solventi organici aromatici, Solventi organici azotati, solventi clorurati, Carica mesofila a 22°C, Carica mesofila a 36°C, Coliformi fecali, Coliformi totali, Escherichia coli, Spore clostridi solfito riduttori, Enterococchi, Salmonella, Legionella, Test di tossicità su Daphnia Magna.

In particolare, durante le operazioni di MISP, la prima campagna di monitoraggio sarà eseguita all'avvio dei lavori, quindi si procederà con campagne in corso d'opera e sarà, infine, eseguita un'ultima campagna a conclusione dei lavori.

Preliminarmente ad ogni campagna di monitoraggio verranno rilevati in ogni punto di controllo la quota del livello statico delle acque sotterranee e la profondità del piezometro/pozzo.

Verrà, quindi, eseguito, se tecnicamente possibile e in assenza di prodotto surnatante, lo spurgo del piezometro/pozzo. Tale azione ha lo scopo di svuotare il pozzo dall'acqua che vi ristagna da tempo, richiamare e campionare un campione di acqua di falda rappresentativo.

Sarà ricostruita, ad esclusivo onere dell'impresa appaltatrice, una mappa di isoconcentrazioni del composto finalizzata alla verifica dell'assenza di correlazione tra il percolato di discarica e le concentrazioni di solfati in falda.

Le analisi della qualità dell'aria (prova di laboratorio incluso giudizio) e della composizione del gas discarica (biogas) riguarderanno campioni prelevati nei pozzi spia biogas realizzati intorno al corpo rifiuti.

Le suddette analisi dovranno monitorare periodicamente le matrici ambientali con l'obiettivo di determinare l'andamento dei parametri significativi e di accertare l'eventuale superamento di soglie limite di accettabilità, come imposto dal Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36.

Art. 110

Rilevazioni topografiche e cartellonistica

La morfologia della discarica e la volumetria occupata dai rifiuti devono essere oggetto di rilevazioni topografiche almeno semestrali, durante la complessiva durata dell'intervento, facendo riferimento al caposaldo individuato nella planimetria di progetto.

Tali rilevazioni saranno a carico dell'impresa appaltatrice dei lavori.

Opportuna cartellonistica, apposta a carico dell'appaltatore, dovrà individuare e segnalare la perimetrazione dell'area d'intervento, i piezometri ed i pozzetti di prelievo e monitoraggio.

Art. 111

Rapporti finali

Al termine dei lavori l'impresa appaltatrice comunicherà al Direttore dei Lavori, all'Amministrazione Comunale e agli Enti competenti le risultanze dell'attività di monitoraggio condotte in corso d'opera ed a fine intervento, elaborando un ettagliato rapporto tecnico.

Esso dovrà contenere le seguenti informazioni:

sintesi dei dati storici relativi ai punti di controllo ed ai parametri d'interesse, attraverso elaborati grafici;

discussione dei risultati dei rilievi e della loro elaborazione;

segnalazione delle eventuali anomalie rispetto ai valori di riferimento;

eventuali azioni correttive o misure integrative;

copia della documentazione relativa alle attività svolte, comprendente misure e rilievi in campo, certificati analitici, rapporti per le catene di custodia, ecc..