

**ACCORDO DI PROGRAMMA 8 OTTOBRE 2005 (ART. 6)**

INTESA TRA COMUNE DI GENOVA E SOCIETA' PER CORNIGLIANO S.P.A.  
DEL 9 OTTOBRE 2008  
PROGRAMMA INTEGRATO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA  
(APPROVATO CON D.G.C. N. 62 DEL 9 SETTEMBRE 2008)

**OGGETTO:**

**REALIZZAZIONE DI UNA PASSERELLA PEDONALE  
IN PIAZZA E. SAVIO  
PROGETTO ESECUTIVO**

**TITOLO:**

**R F1 – CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
NORME TECNICHE**

**N. DOC.**

**155/PES/8.5.10/R F1**

Rev.	Data	Redatto	Verificato	Validato	Descrizione
1	28/06/19	SITEC	LC	LC	PER EMISSIONE



## INDICE

<b>0</b>	<b>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>1</b>
0.1	ACQUA .....	1
0.2	LEGANTI IDRAULICI.....	1
0.3	CALCI AEREE - POZZOLANE .....	1
0.4	GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI -SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	2
0.5	MANUFATTI DI CEMENTO.....	2
0.6	MATERIALI FERROSI .....	2
<b>1</b>	<b>PROVE DEI MATERIALI .....</b>	<b>2</b>
1.1	CERTIFICATO DI QUALITÀ .....	2
1.2	ACCERTAMENTI PREVENTIVI .....	3
1.3	PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA.....	3
<b>2</b>	<b>MOVIMENTI DI TERRA .....</b>	<b>4</b>
2.1	SCAVI DI SBANCAMENTO .....	4
2.2	SCAVI DI FONDAZIONE.....	5
<b>3</b>	<b>DEMOLIZIONI.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>CALCESTRUZZO.....</b>	<b>6</b>
4.1	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
4.1.1	NORME RELATIVE ALLE STRUTTURE .....	7
4.1.2	NORMATIVA EUROPEA.....	7
4.1.3	CALCESTRUZZO: REQUISITI DI CONFORMITÀ.....	7
4.1.4	PROTEZIONE E LA RIPARAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO .....	8
4.1.5	CALCESTRUZZO: METODI DI PROVA .....	9
4.1.6	METODI DI PROVA SUL CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE .....	10
4.1.7	NORME INTEGRATIVE GENERALI .....	10
4.1.8	NORME UNI .....	10
4.2	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>10</b>
4.2.1	CALCESTRUZZO MAGRO DI SOTTOFONDO.....	10
4.2.2	CALCESTRUZZO PER PLINTI DI FONDAZIONE E CORDOLI.....	11
4.2.3	CALCESTRUZZO PER SOLETTE GETTATE IN OPERA.....	11
4.2.4	ACCIAIO PER ARMATURE LENTE.....	11
4.2.5	COPRIFERRO.....	11
4.3	<b>REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....</b>	<b>11</b>
4.3.1	REQUISITI DI CONFORMITÀ AGGREGATI PER CALCESTRUZZI.....	11
4.3.2	AGGREGATI DI RICICLO .....	12
4.3.3	AGGREGATI LEGGERI .....	12
4.3.4	ACQUA DI IMPASTO.....	12
4.3.5	CEMENTI E AGGLOMERATI CEMENTIZI.....	12
4.3.6	LEGANTI IDRAULICI SPECIALI.....	14
4.3.7	ADDITIVI.....	14
4.4	<b>REQUISITI DI CONFORMITÀ DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....</b>	<b>16</b>
4.5	<b>REQUISITI DI CONFORMITÀ ACCIAIO E ARMATURE.....</b>	<b>16</b>
4.6	<b>CONTROLLI.....</b>	<b>17</b>
4.6.1	CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO.....	17
4.6.2	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE .....	18
4.6.3	CERTIFICATI DI PROVA.....	18

<b>4.7</b>	<b>CONTROLLI IN CORSO D'OPERA .....</b>	<b>18</b>
4.7.1	CONTROLLI SULL' ACCIAIO .....	19
<b>4.8</b>	<b>MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE SUL CALCESTRUZZO.....</b>	<b>19</b>
4.8.1	PRELIEVO DEI CAMPIONI IN FASE DI ACCETTAZIONE .....	19
<b>4.9</b>	<b>PROVE SUPPLEMENTARI DI VERIFICA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE</b>	<b>21</b>
4.9.1	CAROTAGGI .....	21
4.9.2	PROVE DI CARICO .....	21
4.9.3	PROVE SULL'ACCIAIO .....	22
<b>4.10</b>	<b>REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE - COLLAUDI .....</b>	<b>23</b>
4.10.1	COLLAUDO PROVVISORIO .....	23
4.10.2	COLLAUDO DEFINITIVO .....	23
<b>4.11</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>23</b>
4.11.1	PIEGATURA DEL FERRO E FORMAZIONE DELLE GABBIE .....	23
4.11.2	ESECUZIONE DEI CASSERI .....	24
4.11.3	GETTO DEL CONGLOMERATO, STAGIONATURA E DISARMO.....	24
<b>4.12</b>	<b>PRESCRIZIONI PARTICOLARI.....</b>	<b>26</b>
4.12.1	CALCESTRUZZO FACCIA A VISTA .....	26
4.12.2	TOLLERANZE DIMENSIONALI .....	26
4.12.3	COPRIFERRI.....	26
<b>4.13</b>	<b>MALTE .....</b>	<b>26</b>
<b>4.14</b>	<b>APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO.....</b>	<b>27</b>
4.14.1	ADERENZA DEI RIVESTIMENTO (ADESIONE).....	27
4.14.2	PERMEABILITÀ AL VAPORE.....	27
4.14.3	PERMEABILITÀ AL LIQUIDO.....	27
4.14.4	RESISTENZA ALL'ABRASIONE.....	28
4.14.5	RESISTENZA AGLI AGENTI ATMOSFERICI.....	28
<b>5</b>	<b>OPERE IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATO.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1</b>	<b>PRESCRIZIONI REALTIVE ALLA FORNITURA, POSA IN OPERA.....</b>	<b>29</b>
5.1.1	MODALITÀ DI FORNITURA .....	30
5.1.2	REQUISITI TECNICI PREFABBRICATI .....	31
5.1.3	POSA IN OPERA.....	31
<b>6</b>	<b>IMPIANTI .....</b>	<b>32</b>
<b>6.1</b>	<b>NORME DI MISURAZIONE E PREZZI IN ELENCO.....</b>	<b>32</b>
<b>6.2</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE DI FORNITURA ED ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....</b>	<b>32</b>
6.2.1	PREMESSA .....	32
6.2.2	DESCRIZIONI, DATI TECNICI E PRESCRIZIONI DELLE OPERE .....	32
6.2.3	PRESCRIZIONI TECNICHE SU FORNITURE E LAVORI .....	38
6.2.4	INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI DIFFERENZIALI MODULARI - IN MAX 100 A.....	40
6.2.5	INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI MODULARI - IN MAX 125A .....	41
6.2.6	INTERRUTTORI SEZIONATORI MODULARI - IN MAX 125A .....	41
6.2.7	MORSETTI PER GIUNZIONI, DERIVAZIONI E NODI EQUIPOTENZIALI .....	41
6.2.8	PALI PER SOSTEGNO APPARECCHIATURE .....	42
6.2.9	POZZETTI CLS - CHIUSINO GHISA – CARRABILI .....	42
6.2.10	CAVIDOTTI PER RETI ELETTRICHE E TELEFONICHE .....	43
6.2.11	QUADRI ELETTRICI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA .....	47
6.2.12	TUBAZIONI IN POLIETILENE INTERRATE .....	48
6.2.13	VERNICIATURA SUPERFICI ZINCATE ESTERNE .....	48
6.2.14	MANUTENZIONE DELLE OPERE FINO AL COLLAUDO .....	48
6.2.15	ULTERIORI ONERI E FORNITURE A CARICO DELL'APPALTATORE .....	50
<b>6.3</b>	<b>NORMATIVA SPECIFICA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>50</b>
<b>6.4</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>51</b>
6.4.1	NOTAZIONI TECNICHE GENERALI .....	51

6.4.2	SCAVI .....	53
6.4.3	RIFACIMENTO DI PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	53
6.4.4	SOSTEGNI E STAFFE .....	54
6.4.5	POSA IN OPERA DI CONDUTTORI IN CAVO.....	54
6.4.6	TRASPORTO MATERIALE DI RISULTA ALLE PUBBLICHE DISCARICHE.....	55
<b>6.5</b>	<b>QUALITÀ E PROVENIENZA DI MATERIALI E APPARECCHIATURE.....</b>	<b>55</b>
6.5.1	CONDIZIONI GENERALI SU CAVI E CONDUTTORI.....	56
6.5.2	CAVI ELETTRICI PER CIRCUITI DI ENERGIA.....	56
6.5.3	Conduttori di terra (se previsti) .....	56
6.5.4	CAVIDOTTI.....	57
6.5.5	MATERIALI PER DERIVAZIONI.....	58
6.5.6	LAMPADE ED ACCESSORI ELETTRICI .....	58
6.5.7	APPARECCHIATURE ELETTRONICHE.....	59
<b>6.6</b>	<b>PROVE DEI MATERIALI.....</b>	<b>59</b>
6.6.1	CERTIFICATO DI QUALITÀ (QUALIFICAZIONE).....	59
6.6.2	ACCERTAMENTI PRELIMINARI (ACCETTAZIONE) .....	59
6.6.3	PROVE SISTEMATICHE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA E CAMPIONATURA DEI MATERIALI.....	60
<b>6.7</b>	<b>PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI.....</b>	<b>60</b>
6.7.1	PRESCRIZIONI GENERALI .....	60
6.7.2	CAVI ELETTRICI.....	61
6.7.3	STESURA DEI CAVI ELETTRICI.....	61
<b>6.8</b>	<b>MATERIALI DI RISERVA.....</b>	<b>61</b>
<b>6.9</b>	<b>DOCUMENTAZIONE FINALE .....</b>	<b>62</b>
6.9.1	MANUALE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE.....	62
6.9.2	ELENCO DEI COMPONENTI .....	64
6.9.3	MODIFICHE ALL'ATTO DEL MONTAGGIO .....	64
<b>6.10</b>	<b>ISTRUZIONE DEL PERSONALE.....</b>	<b>64</b>
<b>6.11</b>	<b>COLLAUDI.....</b>	<b>64</b>
6.11.1	COLLAUDO IN CORSO D'OPERA.....	64
6.11.2	VERIFICHE SUCCESSIVE .....	64
6.11.3	VERIFICA PROVVISORIA .....	65
6.11.4	COLLAUDO DEFINITIVO .....	65
<b>7</b>	<b>CARPENTERIA METALLICA – OPERE IN ACCIAIO.....</b>	<b>66</b>
<b>7.1</b>	<b>MATERIALI.....</b>	<b>66</b>
7.1.1	PRODOTTI LAMINATI A CALDO D'USO GENERALE.....	66
7.1.2	BULLONI E PERNI .....	67
<b>7.2</b>	<b>PRESCRIZIONI GENERALI.....</b>	<b>67</b>
7.2.1	CONTROLLI E RESPONSABILITÀ.....	67
7.2.2	MONTAGGIO IN CANTIERE.....	69
<b>8</b>	<b>OPERE SPECIALI - MICROPALI.....</b>	<b>69</b>
<b>8.1</b>	<b>MICROPALI .....</b>	<b>69</b>
8.1.1	SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI .....	69
8.1.2	PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI .....	70
8.1.3	TOLLERANZE .....	70
8.1.4	MATERIALI.....	70
8.1.5	MODALITA' ESECUTIVE .....	73
<b>8.2</b>	<b>PRESCRIZIONE ED ONERI GENERALI.....</b>	<b>76</b>
<b>8.3</b>	<b>CONTROLLI DI QUALITA'.....</b>	<b>77</b>
<b>8.4</b>	<b>PROVE DI CARICO.....</b>	<b>77</b>
8.4.1	GENERALITA' .....	77
8.4.2	PROVE SU PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO .....	78

<b>8.5</b>	<b>PROVE SU MICROPALI .....</b>	<b>85</b>
8.5.1	PROVE DI CARICO ASSIALE.....	85
<b>8.6</b>	<b>CRITERI DI MISURAZIONE .....</b>	<b>87</b>
8.6.1	PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO.....	87
8.6.2	MICROPALI .....	87
<b>9</b>	<b>IMPALCATI.....</b>	<b>88</b>
<b>9.1</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>88</b>
9.1.1	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI .....	88
<b>9.2</b>	<b>PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI .....</b>	<b>89</b>
9.2.1	PONTI E VIADOTTI IN FERRO.....	89
9.2.2	IMPERMEABILIZZAZIONE .....	92
9.2.3	APPARECCHI D'APPOGGIO.....	100
9.2.4	GIUNTI DI DILATAZIONE .....	105
9.2.5	DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE .....	106
9.2.6	SOTTOVIA.....	106
<b>9.3</b>	<b>SPECIFICA DI CONTROLLO.....</b>	<b>107</b>
9.3.1	DISPOSIZIONI GENERALI .....	107
9.3.2	SPALLE, PILE, IMPALCATI .....	107
9.3.3	IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO .....	107
9.3.4	APPARECCHI DI APPOGGIO .....	111
<b>10</b>	<b>PAVIMENTAZIONI .....</b>	<b>112</b>
10.1	PAVIMENTAZIONE IN COMPOUND HDPE/LEGNO, IN LISTELLI "MILLERIGHE" ...	112

## 0 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto DM 145/2000. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali proveranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

### 0.1 ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008, capitolo 11, in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

### 0.2 LEGANTI IDRAULICI

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

*Cementi* (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le “Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 180 del 17.7.1968).
- D.M. 20.11.1984 “Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 353 del 27.12.1984).
  - Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).
- D.I. 9.3.1988 n. 126 “Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi”.

*Agglomerati cementizi e calci idrauliche* (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 31.8.1972 che approva le “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche” (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

### 0.3 CALCI AEREE - POZZOLANE

Dovranno corrispondere alle “Norme per l'accettazione delle calci aeree”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle “Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei

materiali a comportamento pozzolanico”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

## **0.4 GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI -SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

## **0.5 MANUFATTI DI CEMENTO**

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

## **0.6 MATERIALI FERROSI**

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. In particolare essi si distinguono in:

1. acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008, in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;
2. lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;
3. acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

# **1 PROVE DEI MATERIALI**

## **1.1 CERTIFICATO DI QUALITÀ**

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calce idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

## **1.2 ACCERTAMENTI PREVENTIVI**

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

- 1.000 m<sup>3</sup> per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
- 500 m<sup>3</sup> per i conglomerati cementizi,
- 50 t per i cementi e le calci,
- 5.000 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

## **1.3 PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA**

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, che saranno richiesti dalla D.L. e dalla Commissione di collaudo.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite, presso un laboratorio ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

## 2 MOVIMENTI DI TERRA

### 2.1 SCAVI DI SBANCAMENTO

Sono denominati di sbancamento gli scavi occorrenti per:

- l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle pertinenze in trincea secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che può dare la Direzione Lavori in sede esecutiva;
- la formazione dei cassonetti, per far luogo alla pavimentazione ed all'eventuale bonifica del sottofondo stradale in trincea;
- la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%;
- lo splateamento del terreno per far luogo alla formazione di piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, orlature e sottofasce;
- la formazione di rampe incassate, cunette di piattaforma;
- gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale;
- abbassamenti dei piani di posa dei rilevati; per disfacimento di massicciata ed apertura di cassonetto su strade esistenti;
- l'impianto delle opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, muri di sostegno, ecc.) per la parte ricadente al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o di quello degli splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato, considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi.

Nel caso si prevedano sospensioni durature di lavoro onde evitare la penetrazione di acque piovane nel rilevato e la conseguente sua saturazione, l'impresa sarà tenuta a costipare a fondo l'ultimo strato eseguito, ove necessario con l'ausilio di rulli gommati, sagomando la superficie in modo da impedire ristagni di acqua:

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Appaltatore possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

Inoltre, sono considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione agevolmente accessibili, mediante rampa, sia ai mezzi di scavo, sia a quelli di trasporto delle materie, a pieno carico.

In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di estrazione a strati suborizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 6%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo (piano di posa della pavimentazione o piano di imposta della sottofondazione di trincea).

Quest'ultimo deve risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto.

Generalmente, dette pendenze debbono risultare non inferiori al 4%, per permettere un allontanamento delle acque sufficientemente rapido.

I piani di sbancamento debbono essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia.

## 2.2 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi a sezione ristretta si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano è fissato (da progetto o, in difformità, su motivato parere della Direzione Lavori) per l'intera area o per più parti in cui questa può essere suddivisa, in relazione all'accidentalità del terreno ed alle quote dei piani finiti di fondazione.

Nel caso di opere eseguite in trincea, si intendono scavi di fondazione quelli eseguiti al di sotto del piano inferiore dello scavo di sbancamento.

Qualunque sia la loro natura, detti scavi debbono essere spinti, su motivato ordine scritto della Direzione Lavori, a profondità maggiori di quanto previsto in progetto, fino al rinvenimento del terreno dalla capacità portante ritenuta idonea.

L'eventuale approfondimento non fornisce all'Appaltatore motivo alcuno per eccezioni e domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento (a misura) del maggior lavoro eseguito, secondo i prezzi contrattualmente stabiliti in relazione alle varie profondità.

Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano o disposto a gradoni, secondo i profili di progetto o secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori.

In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d'acqua sull'impronta delle fondazioni delle opere d'arte, come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all'interno degli scavi aperti.

Le pareti degli scavi, come già detto, sono di norma verticali o subverticali; l'Impresa, occorrendo, deve sostenerle con idonee armature e sbatacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi.

Ove ragioni speciali non lo vietino, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti a scarpa, con pendenza minore di quella prevista nei disegni di progetto; in tal caso, nulla è dovuto per i maggiori volumi di scavo e riempimento eseguiti di conseguenza.

Resta inteso che la contabilizzazione dello scavo a sezione ristretta verrà computata considerando le pareti verticali lungo il perimetro dell'opera e l'area computata sarà quella risultante dal prodotto della larghezza dello scavo per l'altezza della parete verticale dello scavo.

L'Impresa deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.

Per gli scavi di fondazione si applicano le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ordinario alla G.U. 1/6/1988 n. 127) e successivi aggiornamenti.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

L'Impresa deve eliminare ogni impedimento e ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fugatori.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico

nonché all'eventuale trattamento delle acque.

### **3 DEMOLIZIONI**

L'Appaltatore dovrà provvedere alle opere di demolizione indicate nei disegni di progetto allegati e descritte successivamente, comunque tutte quelle, anche non specificatamente segnalate, ma necessarie alla fedele realizzazione del progetto. L'Appaltatore dovrà altresì provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle macerie ed il loro trasporto alle pubbliche discariche.

L'Appaltatore dovrà accantonare in cantiere tutti quei materiali di demolizione e smantellamento che potranno essere riutilizzati, quali porte interne in legno, sanitari, materiali lapidei, parti in ferro quali inferriate e serramenti e tutti quelli indicati dalla D.L..

Prima di iniziare i lavori di rimozione o di demolizione, l'Appaltatore dovrà accertare con cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo dell'opera da demolire al fine di definire tempestivamente ed adeguatamente i tempi ed i mezzi necessari all'esecuzione del lavoro, da sottoporre all'approvazione della D.L..

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, tutte le norme vigenti ed in particolare quelle riportate nel D.P.R. 7/1/1956 e nel D.M. 2/9/1968.

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli sbocchi di

qualunque genere; dovranno altresì essere svuotati tubi e serbatoi che potrebbero essere interessati dalle operazioni di demolizione.

Le strutture pericolanti dovranno essere puntellate, la demolizione avanzerà alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso. Particolare attenzione dovrà porsi ad evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se

localizzate: in questi casi e specie nelle sospensioni di lavoro, si provvederà a sbarrare opportunamente le zone pericolose.

Non è consentito il lavoro degli operai sulle strutture da demolire: le maestranze dovranno servirsi di appositi ponteggi

indipendenti dalle strutture stesse.

### **4 CALCESTRUZZO**

Il presente capitolo è riferito a tutte le opere in calcestruzzo armato gettato in opera.

#### **4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le normative citate sono da intendersi qui integralmente trascritte.

Le suddette normative avranno valore cogente e pertanto, tutte le forniture, prestazioni, lavori ed opere compiute dovranno uniformarsi. Ove si presentassero contrasti tra le prescrizioni del presente documento e le normative citate si sceglierà la casistica più restrittiva.

L'Appaltatore sarà comunque tenuto ad uniformarsi ad ogni disposizione (legge, decreto, circolare, ecc.) emessa da organi dello Stato italiano ed a ogni norma emessa dalla UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione e vigenti al momento dell'esecuzione delle opere, anche se entrate in vigore dopo la consegna dei lavori, o comunque non espressamente citate nel presente documento.

#### 4.1.1 NORME RELATIVE ALLE STRUTTURE

L. 5.11.1971, n°1086	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
D.M. 14.01.2008	Norme tecniche per le costruzioni.
Circolare MIT. 617 del 02/02/2009 Applicazione per NTC2008	
D.M. 16.02.2007	Ministero dell'interno – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
Istruzioni C.N.R. 10011/97	Costruzioni in acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione
Istruzioni C.N.R. 10025/98	Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo
UNI 9503/2007	Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di acciaio

#### 4.1.2 NORMATIVA EUROPEA

UNI EN 1990:2006 0	EC0 Criteri generali di progettazione strutturale
UNI EN 1991-1-1:2004	EC1 Azioni sulle strutture
UNI EN 1992-1-1:2005	EC2 Progettazione delle strutture in calcestruzzo
UNI EN 1993-1-1:2005	EC3 Progettazione delle strutture di acciaio
UNI EN 1994-1-1:2005	EC4 Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
UNI EN 1995-1-1:2009	EC5 Progettazione delle strutture in legno
UNI EN 1996-1-1:2006	EC6 Progettazione delle strutture in muratura
UNI EN 1997-1:2005	EC7 Progettazione geotecnica
UNI EN 1090-1:2012	Esecuzione di strutture di acciaio e alluminio – Parte 1 Requisiti per valutazione di conformità dei componenti strutturali
UNI EN 1090-2:2011	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio
UNI EN 1090-3:2008	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 3: Requisiti tecnici per le strutture di alluminio

#### 4.1.3 CALCESTRUZZO: REQUISITI DI CONFORMITÀ

UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
-------------------	--

UNI 11104:2004	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206- 1
UNI EN 197-1:2011	Composizione, specificazioni e criteri di conformità dei cementi
UNI EN 197-2:2001	Cemento: valutazione della conformità
UNI 11040:2003	Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli.
UNI EN 206-9:2010	Calcestruzzo - Parte 9: Regole complementari per il calcestruzzo autocompattante (SCC)
UNI EN 1008:2003	Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di recupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo
UNI EN 12620:2008	Aggregati per il calcestruzzo - caratteristiche chimico/fisiche degli aggregati da utilizzarsi nel confezionamento di conglomerati cementizi.
UNI EN 10080:2005	Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità
UNI 10020:01	Definizione e classificazione dei tipi di acciaio.
UNI EN 934-1:2008	Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 1: Requisiti comuni
UNI EN 934-2-4:2009	Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura. Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura

#### **4.1.4 PROTEZIONE E LA RIPARAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO**

UNI EN 1504-1-2-4-5-8- 10:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 1: Definizioni. Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo. Parte 4: Incollaggio strutturale. Parte 5: Iniezione del calcestruzzo. Parte 8: Controllo di qualità e valutazione della conformità. Parte 10: Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori

UNI EN 1504-3:2006

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 3:

## Riparazione strutturale e non strutturale

UNI EN 1504-6 -7:2007

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 6: Ancoraggio dell'armatura di acciaio. Parte 7: Protezione contro la corrosione delle armature

UNI EN 1504-9:2009

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 9: Principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi

### **4.1.5 CALCESTRUZZO: METODI DI PROVA**

UNI EN 1008:2003

Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di recupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo.

UNI EN 934-6:2007

Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

UNI EN 12350-2:2009

Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono

UNI EN 12390 - 1-4:2002;

UNI EN 12390 - 2-3-5:2009;

UNI EN 12390 - 6:2010;

Prova sul calcestruzzo indurito – Parte 1: Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme. Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza. Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini. Parte 4: Resistenza alla compressione - Specifiche per macchine di prova. Parte 5: Resistenza a flessione dei provini. Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini.

UNI EN 12390 - 7-8:2009 Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito. Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione.

UNI 11307:2008

Prova sul calcestruzzo indurito - Determinazione del ritiro.

UNI 7122:2008

Prova sul calcestruzzo fresco - Determinazione della quantità d acqua d impasto essudata.

UNI EN 14127:2011 Prove non distruttive – Misurazione dello spessore mediante ultrasuoni.

#### **4.1.6 METODI DI PROVA SUL CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE**

EC 1-2011 UNI EN 12350-8:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 8: Calcestruzzo autocompattante - Prova di spandimento e del tempo di spandimento

EC 1-2011 UNI EN 12350-9:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 9: Calcestruzzo autocompattante - Prova del tempo di efflusso

EC 1-2011 UNI EN 12350-10:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 10: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante scatola ad L

EC 1-2011 UNI EN 12350-12:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 12: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante anello a J

#### **4.1.7 NORME INTEGRATIVE GENERALI**

La costruzione dovrà rispondere a tutte le normative e raccomandazioni vigenti (Leggi Nazionali e Regionali, Regolamenti Edilizi, prescrizioni ASL-ISPEL, prescrizioni VVF, prescrizioni Società Distributrice dell'energia elettrica competente per la zona ) ed in particolare, non esclusivamente:

R.D. 16/11/1939 n. 2229 e Normativa I.C.I.T.E.

#### **4.1.8 NORME UNI**

In aggiunta agli oneri ed obblighi sopra richiamati, l'Appaltatore dovrà garantire per quanto concerne la fornitura dei materiali e della loro lavorazione, la completa rispondenza alle normative UNI attualmente in vigore in Italia.

## **4.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Si elencano di seguito le caratteristiche che il calcestruzzo dovrà avere per soddisfare i requisiti strutturali richiesti dal progetto.

### **4.2.1 CALCESTRUZZO MAGRO DI SOTTOFONDO**

Dosaggio: 150 kg/m<sup>3</sup> di cemento

#### **4.2.2 CALCESTRUZZO PER PLINTI DI FONDAZIONE E CORDOLI**

- Classe di resistenza: C35/45;
- Classe di esposizione: XS2 secondo UNI EN206-1;
- Classe di consistenza: S4;
- Contenuto di cloruri: Cl 0,2;
- Minimo contenuto di cemento: 360 kg/m<sup>3</sup>;
- Dimensione massima nominale inerti: 32 mm;
- Massimo rapporto a/c: 0,45

#### **4.2.3 CALCESTRUZZO PER SOLETTE GETTATE IN OPERA**

- Classe di resistenza: C35/45;
- Classe di esposizione: XS1/XF4 secondo UNI EN206-1;
- Classe di consistenza: S3;
- Contenuto di cloruri: Cl 0,2;
- Minimo contenuto di cemento: 360 kg/m<sup>3</sup>;
- Dimensione massima nominale inerti: 25 mm;
- Massimo rapporto a/c: 0,45

#### **4.2.4 ACCIAIO PER ARMATURE LENTE**

Barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C laminato a caldo, secondo D.M. 14.01.08, classe di duttilità C secondo Eurocodice 2, appendice C.1.

#### **4.2.5 COPRIFERRO**

- Spessore Copriferro minimo in generale: 50 mm
- Spessore Copriferro minimo solette: 40 mm

### **4.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

#### **4.3.1 REQUISITI DI CONFORMITÀ AGGREGATI PER CALCESTRUZZI**

Gli aggregati impiegati della produzione del calcestruzzo devono possedere marcatura CE, secondo D.P.R. 246/93. Il sistema di attestazione deve essere conforme a quanto prescritto nella Tab. 11.2.II del D.M. 14.01.2008. Gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo devono essere conformi, in riferimento alla destinazione d'uso, ai requisiti di cui alle norme UNI EN 12620:08 e UNI 8520-1-2:2005.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2600 kg/mc.

Il contenuto di sostanze nocive degli aggregati deve rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) deve risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) deve risultare inferiore allo 0.1%;

- non devono contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa devono evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

#### **4.3.2 AGGREGATI DI RICICLO**

E' consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab.

11.2.III del D.M. 14.01.2008, 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 saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620:08; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli im-pianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

#### **4.3.3 AGGREGATI LEGGERI**

Gli aggregati leggeri devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13055-1:03. Il sistema di attestazione della conformità secondo Tabella 11.2.II del D.M. 14.01.2008.

#### **4.3.4 ACQUA DI IMPASTO**

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

#### **4.3.5 CEMENTI E AGGLOMERATI CEMENTIZI**

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nel D.M.14.01.08 e nelle norme UNI EN 206-1:06 e UNI EN 197-1; l'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e di collaudo sono regolate dal D.M. 14.01.2008.

Il cemento, fra quelli considerati idonei in conformità alla norma UNI EN 197-1, Leganti idraulici deve essere scelto, tenendo in considerazione:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'uso finale del calcestruzzo;
- le condizioni di maturazione;
- le dimensioni della struttura;
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta;
- la potenzialità reattiva degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti.

Il calcestruzzo per l'impiego nelle opere di conglomerato cementizio semplice e armato deve essere di Classe di esposizione secondo indicazioni di progetto e conforme alle norme UNI EN 206 e UNI 11104:2004.

In ambiente marino, si impiegheranno conglomerati cementizi di Classe di esposizione XS del tipo:

- XS1 esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare:  $a/c_{max} = 0,45$ ; dosaggio minimo di cemento ( $kg/m^3$ ) = 340; minima classe di resistenza: C32/40
- XS2 permanentemente sommerso:  $a/c_{max} = 0,45$ ; dosaggio minimo di cemento

(kg/m<sup>3</sup>) = 360; minima classe di resistenza: C35/45

- XS3 zone esposte agli spruzzi o alla marea: a/c<sub>max</sub> = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360; minima classe di resistenza: C35/45

In ambiente marino si deve sempre usare cemento tipo pozzolanico o d'altoforno (o comunque solfato-resistente); il rapporto in peso acqua/cemento non dovrà superare il valore massimo di 0,50/0,45 ovviamente tenendo conto anche del contenuto di acqua degli inerti all'atto del confezionamento del calcestruzzo.

Il confezionamento deve, in ogni caso, rispondere alle indicazioni delle "Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale", edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in recepimento della Direttiva Europea 89/106/CEE.

I cementi sono classificati dalla norma UNI EN 197-1:2006 in base alla loro composizione secondo la tabella che segue, nella quale le percentuali sono espresse in massa:

Tipi di cemento	Denominazione	Sigla Clinker		Loppa d'altoforno	Micro-silice			Pozzolana (%)		Genere volante (%)		Scisto calcinato (%)	Calcare (%)	Costituenti secondari
		K	S		D	P	Q	V silicica	W calcica	T	L			
I	Cemento Portland	I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
II	Cemento Portland alla loppa	II/A-	80-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-	
		II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Cemento Portland alla microsilice	II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Cemento Portland alla pozzolana	II/A-	80-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-	
		II/B-	65-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-	
		II/A-	80-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-	
		II/B-	65-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-	
	Cemento Portland alle ceneri volanti	II/A-	80-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-	
		II/B-	65-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-	
		II/A-	80-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-	
	Cemento Portland allo scisto calcinato	II/B-	65-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-	
		II/A-T	80-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-	
	Cemento Portland al calcare	II/B-T	65-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-	
		II/A-L	80-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-	
Cemento Portland al calce	II/B-L	65-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-		
	Cemento Portland composito	II/A-	80-	6-20										
II/B-		65-	21-35											
III	Cemento d'altoforno	III/A	35-	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-	
		III/B	20-	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-	
		III/C	5-	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-	

IV	Cemento pozzolanico	IV/A	65-	-	11-35		-	-	-	0-
		IV/B	45-	-	36-55		-	-	-	0-
V	Cemento composito	V/A	40-	18-30	-	18-30	-	-	-	0-
		V/B	20-	31-50	-	31-50	-	-	-	0-

I cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno, se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso laboratori ufficialmente riconosciuti.

Per i cementi d'importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

Nel caso in cui il cemento sia approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità; l'immagazzinamento del cemento nei silos deve essere effettuato senza miscelare tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementifici che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori un impegno, assunto dai cementifici prescelti, a fornire cemento per il quantitativo previsto, ed in corrispondenza ai requisiti chimici e fisici di legge.

#### 4.3.6 LEGANTI IDRAULICI SPECIALI

I cementi a presa rapida, dovranno rispondere alle sopraindicate norme sui cementi ed essere conservati al riparo dall'umidità; le modalità di posa in opera dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del produttore e, gli sfridi, a presa avvenuta, dovranno essere portati a rifiuto.

I cementi privi di ritiro, costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche:

- determinazione del ritiro del cls indurito (UNI 11307:2008)
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122:2008 - Prova sul calcestruzzo fresco - Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123:72 - Calcestruzzo.

Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione);

- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti;
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI EN 12390).

I legnati idraulici speciali saranno miscelati con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi dovranno essere trasportati a rifiuto.

L'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida rispettando le indicazioni consigliate dal produttore.

#### 4.3.7 ADDITIVI

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed

essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l' idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le pre-stazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati.

Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo dovranno essere impiegati specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per ri-prese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione:

	Rck min	a/c max	WR/SF*	AE*	HE*	SRA*	IC*
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1	35	0,55	X			X	X
XC3 XD1							

XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

\* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di ritiro, IC: inibitori di corrosione.

#### 4.4 REQUISITI DI CONFORMITÀ DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Il calcestruzzo dovrà essere prodotto con un processo industrializzato, in impianti dotati di un Sistema di Controllo del Processo di produzione certificato da un organismo terzo indipendente. All'interno di tale sistema, il produttore dovrà garantire un permanente controllo del processo di produzione e l'impiego di personale specializzato, la redazione di idonea documentazione e l'installazione di un laboratorio dotato delle apparecchiature necessarie ad effettuare i controlli come descritto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Giugno 2003, e nella norma UNI EN 206-1. Il Sistema di Controllo del Processo produttivo deve essere presente anche negli impianti che dispongono di un sistema di gestione della qualità certificato ISO 9000.

Il conglomerato deve essere prodotto in controllo di qualità, con lo scopo di monitorare che il conglomerato prodotto rispetti la resistenza caratteristica definita in sede di progetto.

#### 4.5 REQUISITI DI CONFORMITÀ ACCIAIO E ARMATURE

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3.1 del D.M. 14.01.2008 e controllati con le modalità riportate ai punti seguenti del D.M. stesso che specifica le caratteristiche tecniche da sottoporre a verifica, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema di attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

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.

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma UNI EN 10020:01.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve essere conforme alle prescrizioni di cui al § 11.3.1.5 delle Norme Tecniche.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

## **4.6 CONTROLLI**

### **4.6.1 CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO**

Il controllo delle caratteristiche strutturali sul calcestruzzo fresco e indurito si articola nelle seguenti fasi:

- Controlli di accettazione;
- Controlli supplementari in fase di esecuzione;
- Prove di carico e complementari.

Il direttore dei lavori è tenuto ad acquisire, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo a verificare e a rifiutare eventuali forniture non conformi.

Le prove supplementari di controllo e di accettazione, non prescritte a norma di legge, sono disposte dalla D.L. a suo insindacabile giudizio.

Le prove devono essere condotte secondo quanto riportato ai paragrafi successivi, in conformità alle prescrizioni di legge e alle specifici metodi di prove di cui alle norme UNI EN armonizzate.

È tassativamente vietato modificare senza approvazione della D.L. la miscela del calcestruzzo di progetto.

Il direttore dei lavori è tenuto a rifiutare le forniture non conformi alle prescrizioni di progetto e alle specifiche del presente documento.

#### **4.6.2 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE**

Le miscele omogenee sono oggetto dei seguenti controlli di accettazione.

In funzione del quantitativo di conglomerato fornito per ogni miscela omogenea, i controlli prescritti da D.M. 14.01.08, sono distinti in:

- controllo tipo A di cui al punto 11.2.5.1 per quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc;
- controllo tipo B di cui al punto 11.2.5.2 obbligatorio per costruzioni con più di 1500 mc di miscela omogenea.

Per ogni controllo di tipo A sono eseguiti tre prelievi, ogni prelievo è rappresentativo di una quantità massima di getto di miscela omogenea non superiore a 100 mc.

Per ogni giorno di getto deve essere effettuato almeno un prelievo.

Il controllo di tipo B è riferito ad una definita miscela omogenea e deve essere eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 mc di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea deve essere effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 mc.

L'accettazione del calcestruzzo "a prestazione garantita", è subordinata alla verifica della sua conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo è eseguito sulle caratteristiche di:

- classe di resistenza;
- classe di consistenza;
- classe di aggressività ambientale.
- rapporto acqua/cemento;
- tipo e classe del cemento;
- dimensione massima dell'inerte.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tabella 11.2.I

#### **4.6.3 CERTIFICATI DI PROVA**

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere:

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

#### **4.7 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera

per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto.

Durante il corso dei lavori deve essere effettuato il confezionamento di provini supplementari a quelli previsti di norma, per l'esecuzione delle seguenti prove atte a garantire il controllo della qualità:

- durezza degli inerti;
- prova Los Angeles, resistenza alla frantumazione;
- prova Micro Deval ad umido.

La D.L. richiederà inoltre misure della consistenza del calcestruzzo con il metodo del cono (SLUMP), in accordo con la normativa specifica vigente.

Le prove devono essere condotte secondo quanto riportato ai paragrafi successivi, in conformità alle prescrizioni di legge e alle specifici metodi di prove di cui alle norme UNI EN armonizzate.

#### **4.7.1 CONTROLLI SULL' ACCIAIO**

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti in ottemperanza a quanto pre- scritto al paragrafo 11.3.2.3 del D.M. 14.01.2008, presso laboratori incaricati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

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

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli di cui al punto precedente.

In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove.

Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

Il campionamento ed il controllo di accettazione deve essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

## **4.8 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE SUL CALCESTRUZZO**

Le prove sul calcestruzzo devono essere disposte dal Direttore dei Lavori ed essere eseguite e certificate da laboratori autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

### **4.8.1 PRELIEVO DEI CAMPIONI IN FASE DI ACCETTAZIONE**

Al momento della posa in opera nei casseri della miscela, in presenza del Direttore

dei lavori o di persona di sua fiducia, deve essere prelevato il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

Il Direttore dei Lavori provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del conglomerato stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella UNI EN 12390-3 e 4.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- identificazione del campione;
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, ecc);
- identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- data e ora di confezionamento dei provini;

La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo deve riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

L'Impresa appaltatrice è responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati, della loro custodia in cantiere, del trasporto e della consegna dei provini di calce- struzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

## **4.9 PROVE SUPPLEMENTARI DI VERIFICA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE**

Se le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non sono rispondenti alla prescrizioni di progetto oppure vi siano dei dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, il Direttore dei lavori può disporre l'esecuzione di prove non distruttive atte a determinare le caratteristiche di resistenza del calcestruzzo in opera. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Per la modalità di determinazione della resistenza in situ si potrà fare riferimento alle norme EN 12504-1 e 2.

### **4.9.1 CAROTAGGI**

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma UNI EN 13791.

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Devono essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

### **4.9.2 PROVE DI CARICO**

L'appaltatore deve fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli deve predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle

operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

#### **4.9.3 PROVE SULL'ACCIAIO**

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, deve essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc.).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni dei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore deve essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione deve essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, deve essere effettuata la prova di resistenza al di-stacco offerta dalla saldatura del nodo.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle norme tecniche, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle,

etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

#### **4.10 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE - COLLAUDI**

Ai fini dell'accettazione finale delle opere, queste saranno sottoposte al Collaudo provvisorio e Ufficiale, eseguito in accordo alla Legge 5.11.1971 n. 1086, da parte di un Collaudatore che sarà nominato dal Committente, in collaborazione con la D.L.

##### **4.10.1 COLLAUDO PROVVISORIO**

Consisterà nell'esecuzione dei seguenti controlli e verifiche:

- controllo dei certificati delle prove eseguite sull'acciaio e sui calcestruzzi;
- controllo della rispondenza delle prove di carico e delle prove complementari ai requisiti di progetto;
- controllo della buona esecuzione dei manufatti, e della omogeneità e assenza di porosità delle superfici, (assenza di fessurazioni, sbrecciature ecc.);
- verifica della conformità di quanto eseguito con i disegni di progetto.

##### **4.10.2 COLLAUDO DEFINITIVO**

Sarà effettuata una ricognizione delle opere eseguite per accertare che siano state ottemperate tutte le prescrizioni fatte in sede di collaudo provvisorio e che nel periodo di tempo trascorso non si siano manifestati cedimenti o altri danni e che le stesse non presentino alcun segno di degrado dovuto all'uso normale.

#### **4.11 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE**

##### **4.11.1 PIEGATURA DEL FERRO E FORMAZIONE DELLE GABBIE**

Le armature metalliche dovranno essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni. La piegatura dovrà essere fatta meccanicamente, mai a caldo, a mezzo di piegaferri. I mandrini dovranno avere raggio tale da evitare deformazioni dannose. Detto raggio dipenderà dal diametro dei tondini in lavorazione.

Le giunzioni di barre saranno consentite solo quando la lunghezza commerciale delle stesse è inferiore a quella necessaria.

Le eventuali giunzioni dovranno essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minore sollecitazione; ciascuna giunzione inoltre non dovrà interessare una sezione metallica superiore al 30% di quella complessiva.

Le giunzioni potranno essere eseguite mediante sovrapposizione delle barre secondo le prescrizioni dei disegni di progetto, le sovrapposizioni che coinvolgono più barre andranno, per quanto possibile, sfalsate. In nessun caso saranno accettate sovrapposizioni inferiori a 40 volte il diametro delle armature interessate.

Nella posa delle armature metalliche si curerà il posizionamento delle stesse nei casseri, tenendo presente che la distanza minima dagli stessi non deve essere inferiore ai 20 mm, salvo indicazioni diverse riportate sui disegni di progetto. La distanza minima netta tra le barre deve essere almeno pari al diametro delle medesime, in ogni caso non inferiore al diametro massimo dell'inerte impiegato per

il calcestruzzo.

Qualora il getto venga eseguito controterra dovrà essere assicurato un ricoprimento netto dell'armatura pari a 40 mm.

Il posizionamento di ciascun ferro sarà ottenuto legando il medesimo alle staffe mediante filo di ferro in modo da ottenere una gabbia entro la quale i ferri non possono muoversi.

La gabbia sarà mantenuta in posizione all'interno dei casseri mediante opportuni distanziatori di materia plastica in modo che, a getto ultimato, la posizione delle armature metalliche risulti quella indicata nei disegni di progetto.

#### **4.11.2 ESECUZIONE DEI CASSERI**

Tutte le strutture in c.a. dovranno essere eseguite con casseforme lisce e scarsamente assorbenti che assicurino una superficie regolare ed assolutamente piana ed omogenea per qualità, colore e finitura. Dovrà assolutamente essere rispettato il disegno di cassero riportato negli elaborati grafici di progetto. La superficie dovrà essere perfettamente liscia e regolare.

I casseri dovranno essere sufficientemente rigidi in modo da non aver deformazioni apprezzabili al momento del getto e della vibratura del calcestruzzo.

L'unione tra i vari elementi dovrà essere tale da impedire il più possibile la fuoriuscita di malta durante il getto.

È fatto assoluto divieto di impiegare casseri sporchi o che non presentino superficie omogenea.

Nelle pareti la cui faccia esterna verrà a trovarsi contro terra, la chiusura dei fori dei distanziatori dovrà essere integrata con una opportuna sigillatura che impedisca l'ingresso di eventuale acqua e la sua fuoriuscita sulla faccia esposta.

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti disarmanti, i quali non dovranno condizionare la perfetta riuscita del getto. È fatto assoluto divieto dell'uso della bachelite.

In particolare questi prodotti non dovranno combinarsi con gli impasti e pregiudicarne la presa; saranno comunque impiegati secondo i dettami della Ditta fabbricante e dovranno essere approvate dalla D.L. a mezzo di autorizzazione scritta.

Si ricorda che nel prezzo unitario delle casseforme sono ricompresi tutti gli oneri derivanti da: banchinaggio, noleggi, puntellazioni, disarmo ed opere provvisoriale in genere necessari per l'esecuzione dei lavori.

#### **4.11.3 GETTO DEL CONGLOMERATO, STAGIONATURA E DISARMO**

##### **4.11.3.1 Getto del conglomerato**

Prima di effettuare il getto, dovrà essere controllata la perfetta pulizia delle parti interne dei casseri e dei ferri i quali non dovranno presentare superfici unte o arrugginite. Si procederà poi alla bagnatura del cassero come di ogni altro elemento assorbente con il quale il conglomerato può venire a contatto.

I getti di regola non potranno essere effettuati a temperature tali per cui ci sia pericolo di gelo e comunque non inferiori a -5° C. L'eventuale uso di additivi antigelo dovrà essere autorizzato dalla D.L. a mezzo di comunicazione scritta; dovranno pure essere evitati getti con elevate temperature ambiente.

Per evitare la separazione dei componenti non potranno essere effettuati getti da altezze superiori ai m 2,00.

Contemporaneamente al procedere del getto si dovrà provvedere all'accurata costipazione e/o vibratura dello stesso. Dovranno essere impiegati vibratori ad immersione cilindrici, oppure a lama nel caso ci siano ferri molto riavvicinati.

Vibratori da collegare ai ferri o ai casseri saranno usati solo nell'impossibilità di usare gli altri e solo su autorizzazione scritta della D.L.

La vibratura dovrà interessare possibilmente anche gli strati gettati in precedenza; dovrà inoltre essere condotta in modo uniforme e senza soluzione di continuità; dovrà essere sospesa all'apparire di un velo d'acqua e cemento sulla superficie.

Le riprese dei getti dovranno di regola essere evitate; qualora si rendessero necessarie, bisognerà eseguirle nelle zone di minor sollecitazione.

All'atto della ripresa del getto, si avrà cura di pulire perfettamente e di bagnare a saturazione le superfici delle parti già indurite con boiaccia di cemento.

L'ordinamento degli ancoraggi dei casseri (generalmente distanziatori con elementi in plastica a perdere) va concordato con la D.L. poiché si dà assoluta importanza alla ordinata distribuzione delle forature coniche.

#### 4.11.3.2 Stagionatura

Il calcestruzzo sarà protetto da perdite di umidità, rapidi cambiamenti di temperatura, e danni derivanti da pioggia o acque scorrenti, per un periodo non inferiore a 7 giorni (3 giorni per cemento a presa rapida) dopo aver effettuato il getto. La stagionatura potrà essere ottenuta attraverso uno dei seguenti metodi:

- stagionatura ad acqua: mantenere le superfici continuamente umide per mezzo di dispositivi a spruzzo o altri dispositivi approvati;
- stagionatura a sabbia saturata: coprendo la superficie con uno spessore minimo di sabbia di circa 4 cm, uniformemente distribuito, e mantenendolo continuamente saturo d'acqua;
- stagionatura a carta: coprendo la superficie con carta impermeabile conforme alle norme, o coprendo la superficie con fogli di polietilene opaco (fissare saldamente e sigillare tutti i bordi e le estremità).

Potranno essere utilizzati prodotti stagionanti, trattamenti tipo "curing" dietro specifica approvazione della D.L. Tali prodotti non potranno, in ogni caso, essere utilizzati su superfici sede di riprese di getto.

Ulteriore stagionatura del calcestruzzo dopo la rimozione delle casseforme sarà effettuata come eventualmente indicato.

Nel caso venga usato calcestruzzo preconfezionato, l'impianto dovrà avere capacità ed attrezzature di trasporto sufficienti a consegnare ad un ritmo indicato e in ogni caso non inferiore a quello necessario ad assicurare, in un massimo di 60', carico e getto.

#### 4.11.3.3 Disarmo

Il disarmo deve avvenire solo quando il conglomerato ha raggiunto sufficiente resistenza per sopportare gli sforzi cui risulterà soggetto dopo il disarmo stesso.

Il disarmo deve avvenire per gradi e in modo da evitare urti ed azioni dinamiche in genere. Sarà cura dell'Appaltatore procedere a regolarizzare eventuali sbavature dei getti e ad eliminare eventuali inserti di ferro che dovessero sporgere dalle superfici e che servivano per legare i casseri.

## **4.12 PRESCRIZIONI PARTICOLARI**

### **4.12.1 CALCESTRUZZO FACCIA A VISTA**

Nel progetto è prevista la realizzazione di getti con finitura faccia a vista. Tale finitura sarà ottenuta mediante l'impiego di cassature nuove, pulite e perfettamente lisce. In ogni caso i casseri da impiegare saranno formati a mezzo di materiale ligneo multistrato nelle dimensioni commerciali standard.

In caso di getti di grandezze inferiori a quelle standard commerciali dei pannelli, è fatto divieto assoluto all'Appaltatore di impiegare pannelli di misure inferiori al fine di limitare al minimo possibile il numero di giunti sulle facce a vista.

Tutti i calcestruzzi saranno ben vibrati e costipati. In nessun caso saranno accettati nidi di ghiaia, craquelure, difetti superficiali in genere. Tutti le eventuali cavità formatesi in seguito a questioni tecniche (inserimento di "cravatte", ferri di collegamento, ecc.) saranno perfettamente sigillate con calcestruzzo della medesima qualità impiegato per la realizzazione dei getti, anche impiegando degli appositi collanti per riprese di getto. A lavori ultimati non si noteranno difetti di lavorazione di alcun tipo.

Le lavorazioni saranno ripetute dall'Appaltatore finché la D.L. non riterrà raggiunte tutte le prestazioni tecniche ed estetiche volute.

### **4.12.2 TOLLERANZE DIMENSIONALI**

Non sono ammesse tolleranze dimensionali di alcun tipo.

### **4.12.3 COPRIFERRI**

Dovrà essere rispettato un copri ferro minimo pari a 50 mm per tutte le strutture di progetto ad eccezione delle solette per le quali il copriferro minimo è di 40 mm.

Dovranno comunque in ogni caso essere osservati rigorosamente i valori di copriferro nei casi specifici ove si sia assegnata una determinata classe di resistenza al fuoco delle strutture. La classe di resistenza al fuoco sarà corrispondente a quella indicata nei disegni di progetto strutture e sicurezza antincendio: qualora non fosse indicato il valore del copriferro l'Appaltatore dovrà far riferimento a quanto prescritto nelle norme UNI 9502 - 9503 - 9504.

## **4.13 MALTE**

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci con Kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici

suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

#### **4.14 APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

Il progetto prevede il trattamento protettivo per tutte le superfici di cls di intradossi di impalcati, pareti di spalle, pile, pulvini mediante applicazione di un ciclo protettivo formato da tre strati di prodotti vernicianti di resina acrilica monocomponente.

Le caratteristiche di composizione dei tre strati dovranno essere le seguenti:

- 1 strato (spessore 40 micron) - mano di fondo consolidante dello spessore in micron di cui al sottoprezzo, costituita da resina acrilica monocomponente, non pigmentata, dispersa nel relativo solvente;
- 2 strato (spessore 150 micron) - mano di copertura di colore grigio dello spessore in micron di cui al sottoprezzo, costituita da resina acrilica monocomponente, biossido di titanio e pigmenti, dispersi nel relativo solvente;
- 3 strato (spessore 150 micron) - mano di copertura di colore grigio dello spessore in micron di cui al sottoprezzo, costituita da resina acrilica monocomponente e biossido di titanio, dispersi nel relativo solvente.

Gli spessori si intendono misurati sul film secco.

##### **4.14.1 ADERENZA DEI RIVESTIMENTO (ADESIONE)**

Si verifica mediante l'ADUESION TEST; valore richiesto maggiore o uguale a 3 Mpa.

Nelle prove di laboratorio i supporti saranno costituiti da travetti di 4x4x16 di conglomerato cementizio dosato a Kg/mc. 500 di cemento; D max mm 20 curva di FULLER; a/c 0,45 - 0,50.

Se il distacco nella prova di trazione avviene per rottura del conglomerato cementizio, cioè la forza di adesione del rivestimento risulta superiore alla forza di coesione dello strato superficiale del conglomerato cementizio stesso, la prova sarà ritenuta ugualmente valida.

##### **4.14.2 PERMEABILITÀ AL VAPORE**

Si verifica ad umido sui singoli strati componenti il rivestimento, applicati con spessore di 100 micron su supporto poroso:

- prodotto intermedio e di fondo: non superiore a 30 Mg/mq.h;
- prodotto di finitura: non superiore a 10 Mg/mq.h; a 25 C + o - 1 C.

##### **4.14.3 PERMEABILITÀ AL LIQUIDO**

Si verifica ad umido sui singoli strati componenti il rivestimento, applicati con spessore di 100 micron su supporto poroso:

- prodotto intermedio e di fondo : non superiore a 8 g/in<sup>2</sup> h;
- prodotto poliuretano di finitura: non superiore a 5 g/m<sup>2</sup> h; a 25 C + o - 1 C.

#### 4.14.4 RESISTENZA ALL'ABRASIONE

Si determina solo sul prodotto di finitura mediante Taber Abraster, con mola tipo CS 1 0, dopo 1 000 giri con carico di 1 Kg.

Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 1 0 mg.

#### 4.14.5 RESISTENZA AGLI AGENTI ATMOSFERICI

Il rivestimento applicato secondo le modalità prescritte dalla casa produttrice su un supporto in conglomerato cementizio del tipo specificato in precedenza verrà sottoposto ad invecchiamento artificiale.

Dopo l'esposizione il rivestimento non dovrà presentare formazione di microfessure, sfarinamento o affioramento di pigmenti o cariche. Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo della seguente composizione:

Tabella b

agente aggressivo	DURATA	TEMPERATURA
Radiazione ultravioletta	40h	60 C/60 C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> e CaSO <sub>4</sub> al 0,2%	80h	10 °C
Celo (dopo il lavaggio in acqua per eliminare il CaCl <sub>2</sub> )	80h	-15 C
Radiazione ultravioletta	40 h	60 C/60 C
Camera all'ozono	40 h	25 C/25 C
Gelo	40 h	-15 C
Radiazione ultravioletta	40 h	60 C/60 C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> e CaSO <sub>4</sub> al 0,2%	80 h	10 C / 10 C

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguite le prove caratteristiche di resistenza di cui alla tabella C:

Tabella C

N	PROVA	FONDO – INTERMEDIO FINITURA	
1	Adesione prima dell'invecchiamento	≥ 3 Mpa	
1A	Adesione dopo l'invecchiamento	≥ 2,7 Mpa	
2	permeabilità al vapore	30 mg/mq. h	10 mg/mq. h
3	permeabilità al liquido	8 g/mq. h	5 g/mq. h
4	resistenza all'abrasione		≤ 10 mg

(\*) Valgono le stesse considerazioni di cui al punto 20. I. 1.5.1

In fase, di esecuzione dei lavori, il colore di finitura dovrà essere grigio; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il rivestimento stesso saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione.

## **5 OPERE IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATO**

La fornitura in opera di elementi in CAP comprende la verifica e la compilazione del progetto dei prefabbricati, la relazione di calcolo, gli schemi statici, il programma di fabbricazione, il trasporto e il montaggio.

Sono a carico ed onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge.

Le lavorazioni comprendono i piani di lavoro o ponteggi, le opere provvisorie, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

### **5.1 PRESCRIZIONI REALTIVE ALLA FORNITURA, POSA IN OPERA**

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della Legge 1086 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n.1086 (delle NTC2008, e delle istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati".

Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, il ciclo termico per la maturazione a vapore, i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà produrre, per ogni giorno di lavorazione, grazie all'utilizzo di un registratore di dati del ciclo termico, la documentazione attestante la rispondenza del ciclo stesso, a quello approvato dalla Direzione Lavori. Qualora ciò non avvenisse, la Direzione Lavori rifiuterà l'intera produzione della giornata di lavoro non monitorata, senza che all'Impresa debba essere riconosciuto alcun compenso. Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scasso dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore.

In presenza di elementi prefabbricati in c.a.p. sottoposti a maturazione accelerata a vapore, l'Impresa farà maturare, nelle stesse condizioni dell'elemento n.2 provini cubici aventi lato di 15 cm, che saranno sottoposti a rottura a compressione monoassiale presso il laboratorio di cantiere, prima di procedere alle fasi di tesatura; i risultati riferiti a dette prove saranno registrati e trasmessi con cadenza giornaliera alla Direzione Lavori.

Ad ogni effetto si richiamano qui gli articoli 6 e 9 della Legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia

del certificato di origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati e ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura e a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita verrà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art.15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

E' in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura e spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro di progetto;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fisher.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o meno quanto esaminato.

Al termine della verifica, dovrà essere redatto in contraddittorio tra Impresa e Direzione Lavori un apposito verbale riportante tra l'altro, il numero totale degli elementi prodotti, il numero degli elementi considerati conformi ed il numero degli elementi considerati non conformi.

Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

### **5.1.1 MODALITÀ DI FORNITURA**

Gli elementi prefabbricati devono essere forniti completi di tutti gli elementi e inserti con funzione strutturale conformi allo schema statico assunto e di tutti gli elementi di natura elettrica. Devono essere corredati degli apparecchi di appoggio, di piastre di collegamento, armature di completamento e di ogni altro accessorio atto al completamento del montaggio delle strutture compresi: bulloni, rondelle, tasselli e saldature.

La fornitura deve essere corredata dalla relazione di calcolo e da tutte le certificazioni dei materiali e degli elementi necessarie ai fini della presentazione della

pratica al Genio Civile.

La documentazione deve riportare:

- il nominativo del Calcolatore delle opere;
- il nominativo del Direttore Lavori di costruzione in stabilimento;
- il nominativo del Direttore Lavori di montaggio.

E' compresa nella fornitura l'assistenza di tecnici specializzati che, di concerto con la D.L. hanno il compito di:

- valutare l'accessibilità al cantiere e alle zone di montaggio per gli automezzi;
- programmare le varie fasi di montaggio;
- produrre gli schemi di montaggio e protezione da sottoporre alla D.L.
- redigere il programma lavori esplicitando le varie fasi di lavoro con le relative durate.
- dimensionare la superficie necessaria allo stoccaggio in cantiere;
- sovrintendere ai lavori di montaggio in opera della struttura fornita.
- produrre tutta la documentazione tecnica necessaria al collaudo statico delle opere
- fornire l'assistenza necessaria all'effettuazione delle prove e del collaudo

Il prefabbricatore deve inviare per tempo ogni inserto di collegamento da predisporre nelle strutture e necessario al montaggio e alla stabilità dei componenti secondo quanto indicato nei disegni costruttivi di officina e dal programma delle fasi di montaggio approvato dalla D.L. Tutti gli inserti metallici devono essere puliti, resi pronti all'uso e liberi da eventuali materiali utilizzati con funzione provvisoria in fase di getto. A posa avvenuta i ganci di sollevamento devono essere tagliati e protetti con trattamento antiruggine.

Prima del montaggio dei manufatti prefabbricati devono essere controllati allineamenti e quote delle strutture di appoggio. Il controllo deve avvenire con un congruo anticipo rispetto ai tempi di inizio montaggio per permettere all'Appaltatore di porre rimedio ad eventuali errori e/o imperfezioni.

Tutti gli elementi prefabbricati devono essere dotati di piastrine in acciaio per realizzare, attraverso il mutuo collegamento delle stesse, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche e la rete equipotenziale. I dispositivi per la protezione contro le scariche atmosferiche e la rete equipotenziale devono essere collegati con dispersori a terra.

### **5.1.2 REQUISITI TECNICI PREFABBRICATI**

Le seguenti disposizioni sono da ritenersi aggiuntive rispetto alle correnti disposizioni normative e regolamentari.

Ogni elemento componente la fornitura deve essere individuabile a mezzo di piastrina, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e quanto altro necessario per consentire il controllo da parte di D.L.

I manufatti devono presentarsi perfettamente integri.

I manufatti danneggiati durante il montaggio ed il trasporto devono essere ripristinati a cura ed onere del Fornitore, in modo da ripristinare l'integrità del pezzo. Nel caso il danno sia tale da pregiudicare l'efficienza statica e/o estetica del manufatto, il Prefabbricatore è tenuto a sostituirlo.

### **5.1.3 POSA IN OPERA**

Le operazioni di scarico e ogni operazione successiva devono essere effettuate da

personale e da mezzi della ditta fornitrice, la quale deve operare in condizioni di sicurezza, attenendosi alle norme antinfortunistiche vigenti.

Non è consentito l'accesso al cantiere a uomini e mezzi al di fuori dell'orario normale se non con autorizzazione scritta della D.L.

## **6 IMPIANTI**

### **6.1 NORME DI MISURAZIONE E PREZZI IN ELENCO**

I lavori e le somministrazioni, appaltati a corpo, saranno liquidati in base al corrispettivo a corpo offerto.

Tale corrispettivo, oltre a tutti gli oneri descritti nei successivi articoli, comprende anche:

- a) *per i materiali*: ogni spesa, nessuna eccettuata, per forniture, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc. per fornirli a piè d'opera in qualsiasi punto del cantiere anche se fuori strada;
- b) *per gli operai ed i mezzi d'opera*: le quote per le assicurazioni sociali ed ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere;
- c) *per i noli*: ogni spesa per dare, a piè d'opera, i macchinari ed i mezzi d'opera pronti per l'uso;
- d) *per i lavori*: tutte le spese, nessuna esclusa, per i mezzi d'opera provvisori e quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte; nei prezzi è compreso ogni compenso per tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere a tale scopo.

I lavori e le somministrazioni appaltati a misura, saranno liquidati in base ai prezzi unitari offerti comprendenti, anch'essi, gli oneri di cui ai punti a, b, c, d soprariportati. In tal caso, la misurazione, ai fini dell'applicazione delle corrispondenti voci di prezzo, sarà eseguita a metro lineare, a metro cubo ed a unità.

### **6.2 SPECIFICHE TECNICHE DI FORNITURA ED ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

#### **6.2.1 PREMESSA**

Le presenti norme tecniche riguardano in particolare la progettazione e la esecuzione degli impianti di illuminazione degli svincoli, incroci, rotatorie, sottopassi, ecc.

#### **6.2.2 DESCRIZIONI, DATI TECNICI E PRESCRIZIONI DELLE OPERE**

##### **6.2.2.1 Armature stradali**

Le armature stradali dovranno essere apparecchi di illuminazione equipaggiati con sorgenti a LED.

I cavi di alimentazione dovranno essere di tipo FG16(O)M16 0,6/1 kV Cca – s3,d1,a3.

I cavi impiegati dovranno riportare sulla guaina i suddetti riferimenti di classe di reazione al fuoco in conformità al CPR UE 305/11.

Tutti i cavi dovranno essere posati in cavidotti in polietilene a doppia parete di colore

rosso in cassonetto di cls completi di pozzetti. Il grado di protezione dovrà essere IP55. Ogni cavidotto dovrà essere segnalato mediante nastro segnalatore indelebile interrato sulla verticale del cavidotto ad una distanza di circa 30 cm da esso.

Le armature stradali, di moderno design avranno corpo in pressofusione di alluminio con sistema di apertura in tre parti per manutenzione senza utensili, riflettore in alluminio 99,8% brillantato ed ossidato completo di vetro temperato, piastra porta accessori in materiale isolante fissata su cursore estraibile, portalampade completo di dispositivo di regolazione della messa a fuoco.

I pali dovranno essere verniciati in colore da definire con la Direzione Lavori. Il sistema di rifasamento sarà distribuito.

Gli impianti saranno realizzati con componenti aventi isolamento in classe II. Non saranno pertanto previsti dispersori di terra.

L'impianto dovrà essere conforme alla legge regionale 15 Settembre 2009 n. 5 "Regolamento per il contenimento dell'inquinamento luminoso ed il risparmio energetico ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lett. b) della legge regionale 29 maggio 2007, n.22 e alla norma UNI 10819 "Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso".

L'impianto dovrà essere controllato da regolatore di flusso luminoso.

Tutte le parti dovranno rispondere a quanto prescritto dal Decreto 27 settembre 2017 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica"; in particolare, in ragione delle scelte progettuali adottate, dovranno rispondere ai requisiti che si riepilogano di seguito:

#### *Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli LED*

I moduli LED devono raggiungere, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED) le seguenti caratteristiche:

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico non fa parte del modulo LED) [lm/W]
≥ 95	≥ 110

Inoltre, per evitare effetti cromatici indesiderati, nel caso di moduli a luce bianca ( $Ra > 60$ ), i diodi utilizzati all'interno dello stesso modulo LED devono rispettare una o entrambe le seguenti specifiche:

- una variazione massima di cromaticità pari a  $b.u'v'$ :S 0,004 misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un ellisse di MacAdam a 5-step sul diagramma CIE 1931.

#### *Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto dei moduli LED*

Per ottimizzare i costi di manutenzione, i moduli LED debbono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s. m. e i., alla temperatura di funzionamento  $t_p$  e alla corrente di alimentazione più alte (condizioni più gravose), le seguenti caratteristiche:

Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto (%)
$L_{80}$ per 60.000 h di funzionamento	$B_{10}$ per 60.000 h di funzionamento

in cui:

$L_{80}$ : Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale

$B_{10}$ : Tasso di guasto inferiore o uguale al 10%

#### Rendimento degli alimentatori per moduli LED

Gli alimentatori per moduli LED devono avere le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale del modulo LED $P$ [W]	Rendimento dell'alimentatore (%)
$P \leq 10$	70
$10 < P \leq 25$	75
$25 < P \leq 50$	83
$50 < P \leq 60$	86
$60 < P \leq 100$	88
$100 < P$	90

#### Informazioni sui moduli LED

Dovranno essere forniti per i moduli LED le seguenti informazioni, che concorreranno alla documentazione di *as-built*:

- dati tecnici essenziali (riferimento EN 62031): marca, modello, corrente tipica (o campo di variazione) di alimentazione (I), tensione (o campo di variazione) di alimentazione (V), frequenza, potenza (o campo di variazione) di alimentazione in ingresso, potenza nominale (W), indicazione della posizione e relativa funzione o schema del circuito, valore di  $t_c$  (massima temperatura ammessa), tensione di lavoro massima, classificazione per rischio fotobiologico (se diverso da GR0 o GR1) ed eventuale distanza di soglia secondo le specifiche del IEC TR 62778;
- temperatura del modulo  $t_p$  (°C), ovvero temperatura al punto  $t_p$  cui sono riferite tutte le prestazioni del modulo LED; punto di misurazione ovvero posizione ove misurare la temperatura  $t_p$  nominale sulla superficie dei moduli LED;
- flusso luminoso nominale emesso dal modulo LED ( $I_m$ ) in riferimento alla temperatura del modulo  $t_p$  (°C) e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
- efficienza luminosa ( $I_m/W$ ) iniziale del modulo LED alla temperatura  $t_p$  (°C) e alla temperatura  $t_c$  (°C);
- campo di variazione della temperatura ambiente prevista dal progetto (minima e massima);
- Fattore di potenza o  $\cos\phi$  per ogni valore di corrente previsto;
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del fattore di mantenimento del flusso a 60.000 h;
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del tasso di guasto a 60.000 h;
- indice di resa cromatica (Ra);
- nei casi in cui è fornito insieme al modulo, i parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico;

- se i moduli sono dotati di ottica, rilievi fotometrici, sotto forma di documento elettronico (file) standard normalizzato (tipo "Eulumdat", IESNA 86, 91, 95 ecc.);
- se i moduli sono dotati di ottica, rapporti fotometrici redatti in conformità alla norma EN 13032 (più le eventuali parti seconde applicabili) emessi da un organismo di valutazione della conformità (laboratori) accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente;
- dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità dell'offerente che il rapporto di prova si riferisce a un campione tipico della fornitura e/o che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura (da non confondere con l'incertezza di misura) per tutti i parametri considerati.

#### *Informazioni sugli alimentatori*

Oltre a quelle già previste dai precedenti criteri, l'offerente deve fornire per gli alimentatori le seguenti informazioni:

- dati tecnici essenziali: marca, modello, dimensioni, tensione in ingresso, frequenza in ingresso, corrente in ingresso e rendimento nominale. Per gli apparecchi a scarica dovranno essere indicate anche le lampade compatibili,
- fattore di potenza per ogni valore di corrente previsto,
- lunghezza massima del cablaggio in uscita,
- temperatura di funzionamento,
- temperatura del contenitore - case temperature tc,
- temperatura ambiente o il campo di variazione della temperatura (minima e massima),
- eventuali valori di dimensionamento oltre ai valori previsti dalle norme per l'immunità, rispetto alle sollecitazioni derivanti dalla rete di alimentazione,
- per alimentatori dimerabili: campo di regolazione del flusso luminoso, relativa potenza assorbita e fattore di potenza per ogni valore di corrente previsto,
- per alimentatori telecomandati: soppressione RFI e armoniche sulla rete, protocollo e tipologia di comunicazione.

#### *Informazioni relative all'installazione dei moduli LED e degli alimentatori.*

Dovranno essere fornire, per ogni tipo di lampada a scarica ad alta intensità/modulo LED, oltre a quanto richiesto da:

- Regolamento 245/2009 CE, allegato III punto 1.3 come modificato dal Regolamento (CE) N. 347/2012 (unicamente per lampade a scarica),
- Regolamento UE 1428/2015 del 25 agosto 2015 che modifica il regolamento (CE) n. 244/2009 della Commissione in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade non direzionali per uso domestico e il regolamento (CE) n. 245/2009 della Commissione per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e di alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade, e che abroga la direttiva 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (UE) n. 1194/2012 della Commissione in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade direzionali, delle lampade con diodi a emissione luminosa e delle pertinenti apparecchiature.
- Regolamento 1194/2012 UE, tabella 5 più Tabelle 1 e 2 e s. m. e i. (per sistemi LED direzionali),

- normativa specifica, quale EN 62717 (unicamente per moduli LED), almeno le seguenti informazioni:
- istruzioni per installazione ed uso corretti,
- istruzioni di manutenzione per assicurare che la lampada/il modulo LED conservi, per quanto possibile, le sue caratteristiche iniziali per tutta la durata di vita,
- istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento.
- istruzioni di manutenzione,

### *Garanzia*

La garanzia dovrà essere totale, per tutti i prodotti, valida per almeno 3 anni, a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, nelle condizioni di progetto, esclusi atti vandalici, danni accidentali o altre condizioni eventualmente definite nel contratto.

Nel caso di moduli LED il periodo di garanzia di cui sopra è di 5 anni.

Nel caso di alimentatori (di qualsiasi tipo) il periodo di garanzia di cui sopra è di 5 anni. Le condizioni generali di garanzia debbono essere definite dall'Amministrazione coerentemente con le proprie aspettative ed esigenze.

#### 6.2.2.2 Impianti di illuminazione stradale

Gli apparecchi devono avere classe di isolamento II, grado di protezione almeno IP66, driver completamente programmabile ed impostabile attraverso Tool di configurazione dedicato, alimentazione 230V/50Hz, driver regolabile con ingresso 1-10V o DALI, sistema CLO (ConstaFlux). Il driver deve essere regolabile con ingresso 1-10V e/o DALI per controllo esterno. Temperatura Colore:  $T_c = 4000\text{ K}$  - Resa Cromatica:  $\text{CRI} > 75$  - Sorgente Luminosa: LED ad alta potenza, corrente di pilotaggio programmabile  $200\text{mA} < I_f < 700\text{mA}$  - Ottica: in PMMA. Concetto di illuminazione Multi-layer, ogni ottica illumina tutta la sede stradale, per garantire i parametri di uniformità anche in caso di spegnimento di qualche LED. Durata di vita economica: fino a 100.000 ore,  $\text{L90F10}$ ,  $T_a = 25^\circ\text{C}$ ; Flusso luminoso residuo superiore al 90% del flusso iniziale a  $T$  ambiente esterna media pari a  $25^\circ\text{C}$ . Durata di vita completamente impostabile tramite Tool di configurazione. LED e driver forniti di sensore di temperatura, per evitare sovra-temperature sulla piastra e garantire la durata dei LED. Corpo, copertura superiore, clip di chiusura e attacco palo in pressofusione di alluminio, a basso contenuto di rame anti-corrosione, verniciati secondo indicazione colore fornita dalla Direzione Lavori. Apparecchio fornito con driver elettronico incapsulato per applicazioni outdoor, cablato in Classe 2. Comprensivo di interfaccia per la gestione sia ad onde convogliate che ad onde radio.

#### 6.2.2.3 Impianti di illuminazione rotatorie e svincoli

Le armature stradali in corrispondenza della rotatoria dovranno essere in numero di quattro, disposti secondo quanto previsto nello specifico elaborato planimetrico, dotati di 32 led, potenza 51 W e altezza di installazione 6 m fuori terra e sbraccio di 1 m.

Il corpo degli apparecchi sarà in alluminio pressofuso, grado di protezione IP66, sorgenti a led protette da vetro piano extra chiaro (facilità delle operazioni di pulizia), resistenza agli urti IK08 dello schermo, cablaggio in classe I di isolamento.

I sostegni saranno a pali conici in acciaio zincato e verniciato con spessore maggiorato alla base e guaina di protezione.

I sostegni saranno infissi in appositi plinti in cls. interrati, aventi profondità massima 70 cm

#### 6.2.2.4 Impianti di illuminazione passaggi pedonali

Le armature stradali in corrispondenza degli attraversamenti pedonali dovranno essere in numero di due per ogni attraversamento, uno per lato della strada in anticipo di circa 1,5 m rispetto il senso di marcia, dotati di ottica asimmetrica destra, 32 led, potenza 51 W e altezza di installazione 6 m fuori terra e sbraccio di 1 m.

Il corpo degli apparecchi sarà in alluminio pressofuso, grado di protezione IP66, sorgenti a led protette da vetro piano extra chiaro (facilità delle operazioni di pulizia), resistenza agli urti IK08 dello schermo, cablaggio in classe I di isolamento.

I sostegni saranno a pali conici in acciaio zincato e verniciato con spessore maggiorato alla base e guaina di protezione.

I sostegni saranno infissi in appositi plinti in cls. interrati, aventi profondità massima 70 cm

#### 6.2.2.5 Illuminazione d'accento

##### *Generalità*

Nel nuovo scenario di Via Cornigliano vi sarà la complementarità tra la luce diffusa proveniente dai pali di illuminazione stradale e la luce - più intima e concentrata - offerta da corpi illuminanti posti a quote più basse denominati "illuminazione d'accento".

Appartengono a questa tipologia

- elementi luminosi a circa 4,5 m di altezza, in grado di offrire una luce d'accento per chi sosta sul marciapiede nei punti di aggregazione esistenti e di nuova formazione;
- luci montate su un paletto alto 1 m circa che provvedono prevalentemente ad illuminare i "cunei indicatori" delle ville.

Un codice alfanumerico individua tutte le tipologie previste. Il medesimo codice è riportato nelle legende poste all'interno degli elaborati grafici del progetto architettonico.

##### *Pali e paletti luminosi a LED*

Le posizioni dei corpi illuminanti denominati "illuminazione d'accento" sono indicate nelle piante di progetto redatte in scala 1:100 (da tavola EA.11 a tavola EA.18) e nell'abaco specifico (tavola EA.29b).

##### *Descrizione e caratteristiche*

Sono previste le seguenti tipologie:

- Tipologia L1 - Corpo illuminante (H 450cm) composto da palo con testa lampada e un proiettore regolabile LED
- Tipologia L2 - Corpo illuminante (H 100cm) composto da testa paletto luminoso a fascio libero con griglia di protezione ed emissione della luce a 360°, tubo per paletto luminoso con proiettore a LED regolabile. Si tratta di apparecchi adatti all'illuminazione di superfici del terreno, caratterizzati da un'elevata efficienza luminosa e da un'illuminamento uniforme. Dovranno avere caratteristiche di elevata resistenza.

Le caratteristiche e le dimensioni geometriche di ciascuna tipologia sono descritte in dettaglio nella lista degli elementi (rif. tavola EA.29a).

Le dotazioni e le prestazioni tecniche ed estetiche dovranno essere non inferiori a quelle puntualmente descritte nell'Elenco prezzi.

### Posa

I pali saranno fissati mediante unità di ancoraggio per fissaggio e completi di plinto in cls di dimensioni adeguate alla tipologia di palo ed eseguito secondo le indicazioni fornite dalle schede tecniche della ditta produttrice.

## 6.2.3 PRESCRIZIONI TECNICHE SU FORNITURE E LAVORI

### 6.2.3.1 Apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000 V

Costruttivamente conformi alle norme CEI 17.14, 17.3 e successivi adeguamenti. Rientrano in questa sezione tutti quegli apparecchi “modulari” che permettono di realizzare comandi ausiliari a distanza.

Tali apparecchi sono:

- relè passo-passo fino 16A
- contattori modulari da 25/40/63 A
- pulsanti fino 16 A
- prese di corrente bipolari fino 16 A
- interruttori orari fino 16 A
- trasformatori monofasi fino 30 VA
- suonerie e ronzatori
- selettori fino 16 A
- relè scale 16 A
- gemme luminose
- interruttori salvamotori da 0,1 - 25 A

L'esecuzione sarà del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato. Provvisti di certificazione di conformità rilasciata da laboratori autorizzati.

### 6.2.3.2 Lampade LED

Corpo apparecchi in alluminio pressofuso, grado di protezione IP66, sorgenti a led protette da vetro piano extra chiaro (facilità operazioni di pulizia), resistenza agli urti IK08 dello schermo, cablaggio in classe I di isolamento.

Gruppo sorgente dotato di 40 led per una potenza di 63 W

Apparecchi, dotati di ottica asimmetrica destra, 32 led, potenza 51 W e altezza di installazione 6 m fuori terra

### 6.2.3.3 Blocchi di fondazione per pali illuminazione

In calcestruzzo con resistenza caratteristica cubica a compressione dopo 28 giorni,  $R'_{bk} = 300 \text{ kg/cm}^2$ .

Forma parallelepipedica con le seguenti sezioni minime:

- punti luce stradali
- (sostegni sino a 12 m di altezza f.t.) 1,40 x 1,00 x 1 m

Qualora il terreno presenti buona consistenza, basamenti gettati direttamente contro terra, avendo cura di evitare smottamenti durante la gettata che potrebbero inquinare il calcestruzzo

In caso di terreni di riporto o di limitata consistenza o in leggero pendio basamenti convenientemente armati. Ove esistono pavimentazioni stradali o marciapiedi con rivestimento in asfalto, piano superiore del basamento sottostante di circa 5 cm rispetto al piano della pavimentazione o del marciapiede al fine di poter ripristinare il manto preesistente senza alcuna discontinuità

Inferiormente nel basamento annegare uno spezzone di tubo diametro 100 mm, in PVC rigido, serie pesante, onde permettere l'entrata del cavo di alimentazione dell'apparecchio illuminante.

Riempimento dello scavo con materiale di risulta con ghiaia naturale accuratamente costipata, trasporto alla discarica del materiale eccedente, compreso nel prezzo del basamento, sistemazione dei cordoli eventualmente rimossi compreso nel prezzo del basamento.

Riempimento foro con sabbia di costipamento e collare di bloccaggio palo in malta cementizia.

Altezza del collarino sopra basamento di 20/30 cm ma tale da non coprire l'eventuale bullone di terra, sotto basamento non inferiore a cm 20, in modo da terminare al di sotto dello strato di finitura della pavimentazione del marciapiede.

Eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede compresa nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente capitolato, previsto il ripristino del suolo pubblico. Nessun ulteriore compenso per dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate

Completi di accessori, relazioni di calcolo firmate da professionista abilitato e pratiche di legge.

#### 6.2.3.4 Cavi elettrici

Secondo quanto disposto dal Regolamento UE n.305 /2011 sui materiali da costruzione e dalla Norma CEI 64-8, i cavi soggetti al regolamento CPR sono i cavi di energia, controllo e comunicazione incorporati in modo permanente in opere di costruzione (es. edifici, ospedali, cinema, ecc.) e in opere di ingegneria civile (es. gallerie, metropolitane, ecc.); essi dovranno riportare sulla guaina i riferimenti di classe di reazione al fuoco in conformità al CPR UE 305/11.

I cavi FG7(O)R e FG7(O)M1 hanno infatti subito modifiche costruttive, per ottenere la classe di reazione al fuoco stabilita, diventando rispettivamente FG16(O)R16 (classe Cca –s3,d1,a3) e FG16(O)M16 (classe Cca- s1b,d1,a1).

Va precisato che i cavi FG7(O)R e FG7(O)M1 sono ancora disponibili e sono ancora adatti per utilizzi differenti dall'installazione permanente all'interno di edifici ed opere di ingegneria civile e idonei al di fuori dell'Unione Europea.

Pertanto per gli impianti di illuminazione pubblica, per gli impianti elettrici all'esterno o con posa interrata, quindi che non interessano l'interno di edifici o opere di ingegneria civile, è consentito l'uso di cavi non CPR.

#### Sezione del cavo

- portata in regime permanente secondo CEI UNEL 35024/1 per cavi isolati con materiale elastomerico e termoplastico, CEI UNEL 35024/2 per cavi ad isolamento minerale
- coefficiente di riduzione relativo alla condizione di installazione e al raggruppamento dei cavi inteso nelle condizioni più restrittive durante lo sviluppo della linea;
- caduta di tensione tra utilizzatore più lontano e fonte di energia non superiore al 4%;
- sezioni minime:
  - 1 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione
  - 1.5 mm<sup>2</sup> per circuiti luce

- 2.5 mm<sup>2</sup> per circuiti F.M.
- 6 mm<sup>2</sup> per cavi principali derivati dal quadro generale;
- cavi e/o conduttori in partenza dai quadri secondari a sezione costante fino all'utenza più lontana.

**Colorazione delle guaine e contrassegni**

- contrassegni per l'individuazione immediata di ogni cavo;
- cavi multipolari con colorazione del rivestimento esterno e delle guaine interne prevista dal costruttore;
- cavi unipolari con colorazione delle guaine come segue:
  - conduttore di terra: giallo rigato di verde;
  - conduttore di neutro: blu;
  - conduttore in c.c.: rosso;
  - conduttori per le fasi: altri colori a scelta purché contraddistinti in R-S-T per distribuzioni tra le fasi e neutro. Dello stesso colore tra le fasi di distribuzioni trifasi senza neutro;
  - giunte sui cavi solo per tratti di lunghezza maggiori delle pezzature standard in commercio.

**6.2.4 INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI DIFFERENZIALI MODULARI - IN MAX 100 A**

Costruttivamente conformi alle norme CEI 23.18 IEC 974-2 e successivi adeguamenti, costituiti da contenitore in materiale isolante stampato nel cui interno racchiuse tutte le parti attive dell'interruttore. Parti attive costituite da contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i cordoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza. Contatto principale mobile inferiore (uno per ogni polo) che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura.

Tale operazione indipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra.

Caratteristiche elettriche principali:

- numero poli 2-3-4
- tensione nominale 230/415 V
- frequenza nominale 50 Hz
- temperatura ambiente di riferimento 30/40°C
- corrente nominale max 100 A

Esecuzione del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato, dotato di appositi dispositivi magnetotermici e differenziali (sganciatori di massima corrente uno per fase), composti da sganciatore termico ad intervento ritardato per la protezione contro i sovraccarichi e sganciatore magnetico ad intervento istantaneo per la protezione contro i sovraccarichi elevati e i corto circuiti, con un dispositivo di sgancio della corrente differenziale a mezzo di trasformatore di corrente di tipo toroidale.

Sul fronte del contenitore pulsante di prova "test" e quello di ripristino, e se necessario dispositivo di regolazione della corrente differenziale nominale di intervento, certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori.

Lo sganciatore differenziale sarà collegato ai terminali dell'interruttore in modo che la tensione di alimentazione dello sganciatore sia quella che risulta applicata a detti terminali. Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI

o da laboratori autorizzati.

### **6.2.5 INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI MODULARI - IN MAX 125A**

Costruttivamente conformi alle norme CEI 23-3, IEC 947.2 e successivi adeguamenti, costituiti da contenitore in materiale isolante stampato nel cui interno racchiuse tutte le parti attive dell'interruttore; parti attive costituite da contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i codoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza; contatto principale mobile inferiore (uno per ogni polo) che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura.

Tale operazione indipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra.

Caratteristiche elettriche principali:

- numero poli 2-3-4
- tensione d'isolamento 500 V
- tensione di prova 3 kV
- temperatura ambiente di riferimento 30/40°C
- corrente nominale max 125 A

Esecuzione del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato.

Dotato di appositi dispositivi magnetotermici. (Sganciatori di massima corrente uno per fase), composti da sganciatore termico ad intervento ritardato per assicurare la protezione contro i sovraccarichi e sganciatore magnetico ad intervento istantaneo che per assicurare la protezione contro i sovraccarichi elevati e i corto circuiti.

Provisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori autorizzati.

### **6.2.6 INTERRUTTORI SEZIONATORI MODULARI - IN MAX 125A**

Costruttivamente conformi alle norme CEI 23-3, IEC 408, IEC 669-1 e successivi adeguamenti, costituiti da contenitore in materiale isolante stampato, nel cui interno sono racchiuse tutte le parti attive dell'interruttore. Parti attive costituite da contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i cordoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza, contatto principale mobile inferiore per ogni polo che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura.

Tale operazione dipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra.

Caratteristiche elettriche principali:

- numero poli 2-3-4
- tensione d'isolamento 500 V
- frequenza nominale 50 Hz
- temperatura ambiente di riferimento 30/40°C
- corrente nominale max 125 A

Esecuzione del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato. Provisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori autorizzati.

### **6.2.7 MORSETTI PER GIUNZIONI, DERIVAZIONI E NODI EQUIPOTENZIALI**

- Conformi alle norme di prodotto CEI EN 60998-1 (prescrizioni generali) e CEI EN 60998-2-1 (prescrizioni particolari)

- Provvisti di marchio IMQ e marcatura CE
- Materiali:
  - Corpo: policarbonato trasparente
  - Piastrina: rame stagnato
  - Elementi di serraggio: acciaio trattato e zincato
  - Viti: acciaio classe 8.8 zincate
  - Eventuale attacco per guida DIN: acciaio trattato e zincato o policarbonato
- Resistenza alla temperatura: non inferiore a 85° C.
- Resistenza alla fiamma: autoestinguento V-O (UI.94)
- Tensione nominale: 450 V
- Grado di protezione: IP20 (CEI EN 60529).

### 6.2.8 PALI PER SOSTEGNO APPARECCHIATURE

- Conformi alle norme UNI-EN40/CNR-UNI 10011-83/CNR-UNI 10022/CNR-UNI 7070

E NORME CEI in particolare la NORMA CEI 64-7 e la NORMA CEI 7-6.

- In acciaio Fe360B UNI 7070/82 trattato con zincatura a caldo per immersioni in modo da realizzare un rivestimento interno ed esterno. Ciascun palo numerato.
- Durante la messa in opera, particolare attenzione affinché gli stessi siano perfettamente a piombo e perfettamente allineati sia longitudinalmente che in altezza.
- Durante gli spostamenti ed il rizzamento non dovranno essere scalfite le superfici zincate.
- In corrispondenza del punto di incastro e prima della zincatura, riporto di un collare di rinforzo della lunghezza di 600 mm (□□ 300 mm dal punto di incastro) dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato a filo continuo alle estremità.
- All'interno delle finestrelle di ispezione morsettiere a doppio isolamento.
- Portello montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP54 secondo Norme CEI 70-1. Finestrella d'ispezione idonea a consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettieria di connessione in classe II.
- Per la protezione di tute le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli), richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6
- Percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettieria di connessione protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro le tubazioni di diam. 100 mm predisposte nei blocchi di fondazione.
- Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima palo bracci in acciaio a codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4 aventi caratteristiche dimensionali adeguate
- Accessori vari.

### 6.2.9 POZZETTI CLS - CHIUSINO GHISA – CARRABILI

- Chiusini in ghisa grigia carrabile con le dimensioni indicate negli elaborati in progetto.
- Materiale a norme UNI 3775/73, in particolare nel gruppo I A 4.

- Carico di rottura (classe E 400/400 kN).
- Nel caso di carichi particolarmente elevati classe E 600/600 kN.
- Chiusini privi di irregolarità, di soffiature, incrinature, vaiolature, stuccature, porosità e di qualsiasi altro difetto.
- Suggello di chiusura aderente perfettamente al telaio, senza dar luogo a spostamenti o movimenti di sorta al passaggio di carichi stradali.
- Nell'apposito riquadro del suggello e sul telaio impressa visibilmente la ragione sociale della ditta fornitrice e, sul solo suggello, la dicitura relativa al tipo di utenza.

### **6.2.10 CAVIDOTTI PER RETI ELETTRICHE E TELEFONICHE**

I cavidotti e le lavorazioni per reti tecnologiche devono corrispondere alla seguenti norme:

- norme CEI 11-17 edizione ottobre 2011 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”;
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche (ex norma CEI EN 50086-2-4/A1);
- CEI EN 61386-24 (CEI 23-116) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati norme CEI 23-46 (ex norma CEI 23-39);
- circolare ministeriale P.T.: L.C.I./U2/2/71571/SI del 1973; L.C.I./67842/Fa del 1972; D.C.S.T./3/2/7900/42285/2940 del 1982 e s.m.i.;
- Decreto del Ministero dello Sviluppo economico 17 aprile 2008 Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8 (ex D.M. n. 1 del 24/11/1984);
- Legge in materia antinfortunistica con particolare riferimento al D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 “testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro” e s.m.i.

In generale, possono essere utilizzati le seguenti tipologie di cavidotto, da scegliere secondo le indicazioni progettuali:

- cavidotto in PEad a doppio strato, corrugato esternamente e liscio internamente;
- cavidotto in PEad a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente;
- cavidotto in P.V.C.

I sigilli apribili su carreggiata stradale dovranno essere accessibili senza ricorrere ad opere di scavo e dovranno avere caratteristiche fisiche tali da garantire la sicurezza stradale.

I nastri di segnalazione della presenza di cavi elettrici interrati o di condotte saranno costituiti da un doppio strato in polietilene, uno colorato e uno trasparente, con scritta nera indelebile riportante “ATTENZIONE TUBO ACQUA”, “ATTENZIONE TUBO GAS” o “ATTENZIONE CAVO ELETTRICO”; saranno altresì resistenti all’invecchiamento, all’azione batterica del terreno, agli olii, agli acidi e agli alcali.

Lo scavo dovrà essere tale da consentire la sistemazione del fondo, il collegamento dei cavidotti con i manicotti di giunzione e l’agibilità al personale. Nel caso sia necessario posare più di una tubazione nella trincea, la larghezza della stessa dovrà essere tale da consentire la posa delle selle utilizzate.

Il fondo della trincea sarà costituito da materiale di riporto, normalmente sabbia i

modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.

Il letto di posa, costituito se possibile da sabbia mista a ghiaia oppure da ghiaia o da pietrisco, dovrà essere accuratamente compattato in modo da permettere una uniforme ripartizione dei carichi lungo la condotta.

Il rinfiacco del cavidotto dovrà essere eseguito usando materiali perfettamente costipabili, come la sabbia fine e asciutta; sono da escludere terreni di natura organica, torbosi, melmosi o argillosi, a meno di condizioni particolari su indicazioni della Direzione Lavori.

Lo scavo per cavidotti destinati alla protezione di reti elettriche dovrà essere eseguito secondo le indicazioni di seguito riportate:

- il riempimento con sabbia dovrà essere eseguito fino a 0,10 m sopra l'estradosso della tubazione più alta;
- la rimanente parte dello scavo dovrà essere riempita usando materiale inerte naturale o pozzolana;
- l'estradosso della tubazione più alta dovrà avere una distanza dalla pavimentazione finita maggiore o uguale di 1,00 m.

Nel caso la profondità della tubazione più alta sia minore di 1,00 m dovrà essere impiegato, in sostituzione della sabbia, del calcestruzzo con dosatura minima 180 kg di cemento per metro cubo.

Nel caso di cavidotti per reti elettriche, a 0,30 m dalla pavimentazione finita e per tutta la lunghezza dello scavo andrà posato il nastro monitore con la scritta "ATTENZIONE CAVI ELETTRICI". Le tubazioni da posare possono essere di due tipi:

- tubazioni per la Bassa Tensione;
- tubazioni per la Media Tensione.

Di norma, nello scavo, le tubazioni di Media Tensione vanno poste sotto le tubazioni di Bassa Tensione e non saranno fatte transitare dentro o sotto i pozzetti di ispezione eventualmente posati, mentre quelle di Bassa Tensione saranno fatte sempre passare dentro i pozzetti di ispezione.

Nell'eseguire un incrocio tra un cavidotto per rete elettrica ed uno per rete telefonica, il cavo per rete elettrica, di regola, deve essere posato inferiormente al cavo di telecomunicazione; quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti di protezione meccanica (tubazioni, cunicoli, ecc.) che ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare altre prescrizioni.

Quando la distanza tra le due condotte misurata nella parte interna risulta superiore di 30 cm, la protezione meccanica va eseguita sul sottoservizio più in superficie qualunque esso sia, per una lunghezza totale non inferiore a 1 m disposta simmetricamente rispetto all'altra tubazione; nel caso invece la distanza tra i sottoservizi risulti inferiore ai 30 cm, la protezione deve essere realizzata su entrambe le condotte.

Nel caso di parallelismi, i cavidotti per rete elettrica e quelli di telecomunicazione devono, di regola, essere posati alla maggiore distanza possibile tra di loro, mantenendo una distanza minima non inferiore a 30 cm misurata sulla proiezione dei cavi su un piano orizzontale. Le prescrizioni sopra illustrate non si applicano quando uno dei cavidotti è posato, per tutta la tratta interessata, in appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggano il cavidotto stesso e ne rendano possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi. Nel caso in cui le tubazioni elettriche di Media Tensione abbiano una distanza

inferiore a 0,30 m dalle tubazioni per impianti telefonici e dove i due piani di posa abbiano una distanza superiore a 0,15 m, si dovrà eseguire una protezione in calcestruzzo, sulla tubazione superiore, per tutta la lunghezza del parallelismo. Nel caso invece che i due piani di posa siano a una distanza inferiore a 0,15 m tale protezione dovrà essere eseguita su ambedue le tubazioni.

Nel caso di incrocio tra cavidotti per energia elettrica e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, gasdotti, oleodotti e simili) o a servizi di posta pneumatica, questi non devono essere effettuati sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Nei riguardi delle protezioni metalliche, non viene data nessuna particolare prescrizione nel caso in cui la distanza minima misurata tra le superfici esterne delle tubazioni per cavidotti elettrici e delle tubazioni metalliche o tra quelle di eventuali manufatti di protezione, sia superiore od uguale a 30 cm. La distanza può essere ulteriormente ridotta previo accordo tra gli Enti proprietari o concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatti di protezione non metallici.

Nei parallelismi i cavidotti per rete elettrica e le tubazioni metalliche devono essere posti alla maggiore distanza possibile tra loro. In nessun tratto la distanza misurata in proiezioni orizzontale tra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 30 cm. Si può derogare alla prescrizione suddetta previo accordo tra gli Enti proprietari o concessionari nel caso in cui la differenza di quota tra le superfici esterne delle strutture interessate sia superiore a 50 cm; si può altresì derogare nel caso in cui tale differenza di quota sia compresa tra 30 e 50 cm, ma si interpongano tra le due strutture elementi separatori non metallici, oppure nei tratti in cui la tubazione sia contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavidotti per rete elettrica e tubazioni convoglianti liquidi infiammabili. Per tubazioni adibite ad altri usi, il tipo di posa è invece consentito previo accordo tra gli Enti interessati, purché il cavidotto e la tubazione non siano posti a diretto contatto tra loro.

Le superfici esterne di cavidotti per rete elettrica interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili; nel caso tale distanza non possa essere rispettata, l'Ente proprietario del cavidotto elettrico provvederà a dare precise indicazioni da adottare nei casi specifici.

Per la coesistenza tra cavidotti per rete elettrica e tubazioni o serbatoi di gas metano devono essere rispettate oltre alle norme CEI anche la disposizione del D.M. 24-11-1984 relativo alle Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.

Nell'eseguire un incrocio tra un cavidotto per rete elettrica e gasdotti si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

- la distanza verticale tra le superfici affacciate dei due tubi deve essere maggiore o uguale a 1,5 m nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar, maggiore o uguale a 0,5 m nel caso di gasdotti di 4° e 5° specie con pressione inferiore a 5 bar e tale da permettere gli interventi di manutenzione nel caso di gasdotti di 6° e 7° specie con pressione inferiore a 5 bar;
- nel caso in cui non si potessero rispettare le prescrizioni suddette, la tubazione del gas deve essere collocata entro un tubo di protezione da prolungare da ambedue le parti per 1 m nei sottopassi e 3 m nei sovrappassi.

Nel caso di parallelismi tra un cavidotto per rete elettrica e gasdotti si dovranno

osservare le seguenti prescrizioni:

- la distanza minima tra le due superfici affacciate deve essere maggiore o uguale alla profondità di posa del gasdotto nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar, maggiore o uguale a 0,5 m nel caso di gasdotti di 4° e 5° specie con pressione inferiore a 5 bar e tale da permettere gli interventi di manutenzione nel caso di gasdotti di 6° e 7° specie con pressione inferiore a 5 bar;
- nel caso in cui non si potessero rispettare le prescrizioni suddette, va impiegato un diaframma continuo di separazione (in materiale plastico, metallico o fibrocemento) per tutta la lunghezza del parallelismo nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar; nel caso di gasdotti con pressione inferiore a 5 bar, il gasdotto va protetto con un tubo di protezione o con un manufatto e vanno impiegati un diaframma continuo di separazione e dispositivi di sfiato se il parallelismo supera i 150 m. I dispositivi di sfiato devono essere costituiti da tubi di diametro interno non inferiore a 30 mm e devono essere posti alla distanza massima di 150 m tra loro e protetti contro l'intasamento.

Nell'eseguire un incrocio tra un cavidotto per rete telefonica e gasdotti si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

- la distanza verticale tra le superfici affiancate dei due tubi deve essere maggiore o uguale a 1,5 m nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar, maggiore o uguale a 0,3 m nel caso di gasdotti di 6° e 7° specie con pressione inferiore a 5 bar e maggiore o uguale a 0,5 m nel caso di gasdotti di 4° e 5° specie con pressione inferiore a 5 bar;
- nel caso in cui non si potessero rispettare le prescrizioni suddette, il cavidotto va protetto con un manto di calcestruzzo di spessore pari a 10 cm e lunghezza pari a 1 m, mentre la tubazione va protetta con una tubazione di drenaggio per una lunghezza totale, disposta simmetricamente rispetto all'altra tubazione, non inferiore a 1 m nei sottopassi e 3 m nei sovrappassi.

Nel caso di parallelismi tra un cavidotto per rete telefonica e gasdotti si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

- la distanza orizzontale esterna tra i due tubi deve essere maggiore della profondità di posa del gasdotto nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar, maggiore o uguale a 0,3 m nel caso di gasdotti di 6° e 7° specie con pressione inferiore a 5 bar e maggiore o uguale a 0,5 m nel caso di gasdotti di 4° e 5° specie con pressione inferiore a 5 bar;
- nel caso in cui non si potessero rispettare le prescrizioni suddette, va impiegato un diaframma continuo di separazione (in materiale plastico, metallo o fibrocemento) per tutta la lunghezza del parallelismo nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar; nel caso di gasdotti con pressione inferiore a 5 bar, il gasdotto va protetto con un tubo di protezione o con un manufatto e vanno impiegati un diaframma continuo di separazione e dispositivi di sfiato se il parallelismo supera i 150 m.

I dispositivi di protezione devono essere costituiti da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo (Norme CEI 7/6) o acciaio inossidabile aventi le pareti di spessore non inferiore a 2 mm. Sono inoltre ammessi involucri protettivi differenti da quelli descritti purché presentino equivalente resistenza meccanica e siano protetti contro la ruggine.

### **6.2.11 QUADRI ELETTRICI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

Contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro

Grado di protezione interna minimo: IP 55

Divisi in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installato dall'Ente Distributore (relativa serratura di chiusura installata dall'Ente medesimo previo accordi con gli organismi territoriali competenti)

Secondo vano idoneo a contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento e di protezione; apertura munita di serratura concordata con i tecnici del Comune ove è ubicato l'impianto

Quadro elettrico contenuto nel secondo vano realizzato con isolamento in classe II Apparecchiature elettriche conformi alle corrispondenti norme CEI (in particolare per i teleruttori caratteristiche secondo CEI 17-3)

Interruttore fotoelettrico, adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici, con le seguenti caratteristiche:

- Classe di isolamento: II
- Grado di protezione: IP 54
- Valore di intervento: da 2 a 10 Lux
- Carico massimo alimentabile: 5A

Organi di protezione dimensionati in modo da garantire la protezione contro i corto circuiti e le dispersioni verso terra di ogni linea.

Zoccoli in cls prefabbricato o realizzato in opera idoneo a consentire l'ingresso dei cavi sia del Distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto

Scavi e assistenze murarie per l'ingresso nel contenitore dei cavi. Regolatore di flusso di idonea potenza, con le seguenti caratteristiche:

- Telaio portante in acciaio zincopassivato
- Circuiti di controllo tensione
- Porta seriale RS232 per dialogo con PC, aggiornamento software e telecontrollo
- Logica di gestione e future espansioni per la realizzazione del telecontrollo costituiti da moduli in contenitore RAIL per montaggio su guida DIN facenti parte della stessa linea di produzione
- Elettronica a microprocessore per gestione cicli di lavoro con componenti professionali adatta a funzionare nel range -30°+60° C, schede in vetronite con piste isolate galvanicamente
- Regolazione e stabilizzazione della tensione di alimentazione del carico con sistema statico non a parzializzazione d'onda (la forma d'onda della tensione in uscita è perfettamente sinusoidale)
- Pannello di programmazione con tastiera e display LCD con regolazione di contrasto
- Interruttore magnetotermico quadripolare per protezione apparecchiatura di potenza adeguata alla taglia del riduttore e con potere di interruzione di 10KA
- Segnalazioni luminose per indicazione presenza rete, regolatore in funzione, intervento Bypass
- Risparmio di potenza nell'ordine del 40 - 50% in relazione ai modelli di lampade
- Stabilizzazione della tensione in uscita alle lampade +/- 1% con tensione a monte variabile
- da 200 a 245 Volt
- Stabilizzazione in tempi rapidissimi delle variazioni di tensione di rete.

### **6.2.12 TUBAZIONI IN POLIETILENE INTERRATE**

- A base di polietilene ad alta densità per elevata resistenza chimica alle sostanze acide e basiche, idrocarburi, detersivi, infiammabili ed acqua;
- Colori: rosso per condutture elettriche, verde per condutture telefoniche, blu per condutture di telecomunicazioni, verde per dati, giallo per condutture elettriche in luoghi con pericolo di corti accidentali;
- Interno liscio, esterno corrugato;
- Pozzetti di ispezione in corrispondenza di curve e derivazioni;
- Rivestimento tubazioni con massetto in cemento.

### **6.2.13 VERNICIATURA SUPERFICI ZINCATE ESTERNE**

- Lavaggio sgrassante con solvente privo di residui secchi (trielina o similare)
- Applicazione di una ripresa di fondo a base di resine epossipoliamiche e pigmenti al fosfato di zinco spessore del film essiccato non inferiore a 35 micron
- Applicazione strato intermedio a base di resina epossipoliamiche, in colore da concordare con la D.L., spessore del film essiccato non inferiore a 50 micron
- Applicazione strato di finitura a base di resine poliuretaniche alifatiche non ingiallenti, in colore da concordare con la D.L., spessore del film essiccato non inferiore a 35 micro
- Verniciatura effettuata esclusivamente con l'uso di pennelli senza grumi o sgocciolature

### **6.2.14 MANUTENZIONE DELLE OPERE FINO AL COLLAUDO**

Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo, la manutenzione

verrà eseguita a cura e spese dell'Appaltatore.

Questi, anche in presenza di traffico sulla strada già in esercizio, eseguirà la manutenzione arrecando il minimo turbamento possibile al traffico medesimo, provvedendo a tutte le segnalazioni provvisorie necessarie alla sicurezza del traffico ed osservando sia le disposizioni di legge sia quelle prescrizioni che dovesse dare la Direzione Lavori, il concessionario o proprietario dell'opera, a tutela della circolazione o dell'incolumità pubblica.

Per gli oneri eventualmente derivanti l'Appaltatore non avrà alcun diritto a risarcimento o rimborso e sarà altresì responsabile, in sede civile e penale, dell'osservanza di tutto quanto specificato nel presente articolo.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione ed il collaudo, e salve le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 del C.C., l'Appaltatore sarà garante delle opere e delle forniture eseguite; resteranno a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante questo periodo l'Appaltatore curerà la manutenzione tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie, senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari inviti da parte della Direzione dei Lavori. Quest'ultima, eventualmente, a suo insindacabile parere, potrà richiedere che la prestazione venga svolta con lavoro notturno.

Ove l'Appaltatore non dovesse provvedere nei termini prescritti dalla Direzione dei Lavori, si procederà d'ufficio, e la spesa gli verrà addebitata.

Per tutte le opere e gli impianti oggetto del presente Appalto la garanzia, e la manutenzione stessa nel periodo di garanzia, avrà la durata prevista in contratto. Durante questo periodo restano a carico dell'Ente Appaltante solo le forniture di quei materiali che, normalmente, e comunque ad insindacabile giudizio dell'Ente Appaltante medesimo, hanno vita media, o garanzia di origine, inferiore al periodo di manutenzione previsto. Restano altresì a carico dell'Ente Appaltante i materiali di consumo ordinario ( combustibili, oli ecc. ).

La manutenzione dovrà essere eseguita dall'Appaltatore sulla base di un "programma preventivo di manutenzione" da sottoporre all'approvazione della D.L. Esso dovrà tenere apposite "schede di manutenzione" dei singoli gruppi di impianti sulle quali verranno registrati tutti gli interventi effettuati. Tali schede, unitamente al programma, verranno verificate periodicamente dalla D.L.

Tale verifica, a garanzia della buona esecuzione di quanto previsto, verrà eseguita in due fasi:

- la prima (prima verifica), nell'ultimo trimestre del primo anno decorrente dalla data del certificato di ultimazione dei lavori ;
- la seconda (verifica definitiva) nell'ultimo trimestre dell'ultimo anno di garanzia/manutenzione prevista, sempre decorrente dalla data del certificato di ultimazione dei lavori.

Sia nella prima che nella seconda verifica si dovrà accertare che i lavori eseguiti, i materiali impiegati e le funzionalità degli impianti siano in tutto conformi a quanto precisato nel contratto, nei suoi allegati e nel Capitolato.

In particolare in entrambe le citate fasi si dovranno ripetere i controlli prescritti per il collaudo tecnico di verifica provvisoria e si dovrà verificare che:

- siano state osservate le norme tecniche generali CEI - UNEL e le norme antiinfortunistiche vigenti e/o eventualmnte emanande prima della emissione del certificato di ultimazione lavori;
- gli impianti e i lavori siano rispondenti in tutto alle richieste e prescrizioni richiamate dagli articoli di Capitolato ed a tutte le norme alle quali in esso si fa riferimento;
- i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano conformi ai campioni a suo tempo presentati per l'approvazione;

Per tutte le prove e le verifiche da effettuarsi in corso d'opera, in garanzia/manutenzione dopo l'ultimazione dei lavori e nei collaudi previsti, l'Appaltatore è obbligato a mettere a disposizione apparecchiature e strumenti adatti per tutte le misurazioni necessarie, su richiesta del personale addetto ai controlli, a sua completa cura e spese.

Per tutto il periodo intercorso tra la data di ultimazione lavori e quella della seconda fase della verifica tecnica, l'Appaltatore dovrà garantire il buon funzionamento degli impianti e di tutte le apparecchiature da lui fornite ed installate.

Tale garanzia comprende l'obbligo da parte dell'Appaltatore di riparare tempestivamente tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestassero negli impianti e nelle apparecchiature per qualsiasi motivo.

Per tutte le manutenzioni poste a suo carico, qualora l'Appaltatore medesimo non provveda ai relativi adempimenti, l'Ente Appaltante si riserva, comunque ed in ogni caso, di procedere alla diretta esecuzione d'ufficio, in danno dell'appaltatore, ai sensi dell'art. 341 della legge n. 2248/1865 all. F e degli artt. 27 e 28 del Regolamento n. 350/1895, qualora ritenga, a suo insindacabile giudizio, che la mancata

manutenzione potesse provocare pregiudizio alle opere.

Qualora, inoltre, nel periodo compreso tra l'ultimazione dei lavori ed il collaudo, si verificassero delle anomalie agli impianti, per fatto estraneo alla buona esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ha l'obbligo di notificarle tempestivamente, e comunque entro cinque giorni dal loro verificarsi, all'Amministrazione ed alla Direzione dei Lavori affinché questi possano procedere alle necessarie contestazioni.

L'Appaltatore sarà tenuto comunque a riparare tempestivamente anche questi eventuali guasti, ed i relativi lavori verranno contabilizzati applicando, ove previsti, i prezzi di Elenco. In casi di particolare urgenza l'Amministrazione e/o la Direzione dei Lavori si riservano la facoltà di ordinare che detti lavori vengano effettuati anche di notte.

### **6.2.15 ULTERIORI ONERI E FORNITURE A CARICO DELL'APPALTATORE**

Oltre quanto sopra specificato dovranno essere forniti in opera tutti quegli accessori, e qualunque onere, pur non esplicitamente elencato o non risultante nei dettagli di montaggio o costruzione, necessari per consegnare gli impianti finiti, a perfetta regola d'arte, funzionanti e comunque conformi alle normative vigenti.

In particolare saranno a carico dell'Appaltatore i calcoli statici dei basamenti e la verifica delle strutture di sostegno dei corpi illuminanti. Per le lampade inoltre, qualora queste venissero utilizzate in corso d'opera per l'illuminazione dei cantieri sia nell'esecuzione degli impianti che in quella delle opere civili, dovrà essere predisposto un sistema di rilievo del tempo di funzionamento. All'atto della consegna provvisoria e, quindi, dopo il collaudo tecnico provvisorio dell'intero impianto o di parte di esso, l'Appaltatore sarà tenuto, a sue spese, alla sostituzione delle lampade che avessero raggiunto o superato le 5.000 ore di funzionamento.

## **6.3 NORMATIVA SPECIFICA DI RIFERIMENTO**

Le opere e forniture dovranno rispondere alle:

- Prescrizioni di legge in materia (italiane o CEE):
  - D.P.R. 27/4/1955, n. 547 e successive integrazioni;
  - Legge n. 46 del 5 marzo 1990 – Norme per la sicurezza degli impianti;
  - D.P.R. 6/12/1991, n. 447 – Regolamento di attuazione della Legge 46 in materia di sicurezza degli impianti;
  - D.M. 22/01/08 n. 37 - Installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Prescrizioni degli enti preposti al controllo degli impianti nella zona in cui si effettuerà il lavoro ed in particolare: Vigili del Fuoco, ENEL, USL;
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) e progetti di Norme CEI in fase di inchiesta pubblica, in vigore alla data di aggiudicazione ed anche prima dell'ultimazione dei lavori, qualora prescritte inderogabilmente.

In particolare:

- Norma CEI 11.1 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Norme generali;
- Norma CEI 11.8 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Impianti di terra;
- Norma CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

- Norma CEI 13-4 - Complessi di misura dell'energia elettrica;
- Norme CEI 13-6 e 13-10 - Strumenti di misura elettrici ad azione diretta e relativi accessori;
- Norma CEI 13-11 - Strumenti di misura elettrici registratori ad azione diretta e relativi accessori;
- Norme CEI 16-1, 16-2, 16-3, 16-4 - Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni;
- Norma CEI 17-3 - Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000V in c.a.
- Norma CEI 17-5 - Interruttori per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000V;
- Norme CEI 17-12 e 17-14 - Apparecchi ausiliari per tensioni non superiori a 1000V;
- Norma CEI 17-13 - Apparecchiature costruite in fabbrica ACF (Quadri Elettrici) per tensioni non superiori a 1000V in corrente alternata (compresa variante - fascicolo S/605);
- Norma CEI 64.8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e a 1500V c.c.;
- Norma CEI 64.8 variante 2- Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e a 1500V c.c.;
- Norma CEI 81-10- Protezione delle strutture contro i fulmini Valutazione del rischio dovuto al fulmine.
- Norma CEI del CT 20 (cavi di terra e per energia): tutti i fascicoli applicabili;
- tutte le altre norme richiamate di volta in volta nel testo;
- Decreti Ministero dell'Interno sulle norme di sicurezza antincendio per le esistenti attività.
- Norma UNI 10380 (1994) - Illuminazione di interni con luce artificiale.
- Normativa specifica sulle apparecchiature utilizzate.

## **6.4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE**

### **6.4.1 NOTAZIONI TECNICHE GENERALI**

I componenti da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia ed a quanto prescritto nel seguito; in mancanza di particolari prescrizioni, dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i componenti, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

Quando la Direzione Lavori abbia riscontrato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

Malgrado l'accettazione dei manufatti da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai componenti stessi.

Tutti i manufatti oggetto del presente appalto dovranno essere preventivamente campionati.

La campionatura dovrà essere effettuata salvo diversa indicazione con la presentazione dei prodotti di almeno tre diverse case costruttrici.

Solo dopo benestare del Direttore dei Lavori, che potrà richiedere a suo insindacabile giudizio ulteriori campioni, sarà possibile effettuare ordinazione e montaggio dei componenti.

Le campionature dovranno essere effettuate in funzione del programma lavori e dovranno essere tra loro coordinate in modo da garantire una visione completa e non settoriale dell'opera.

Durante l'esecuzione dei lavori ed al termine dei medesimi dovranno essere effettuate tutte le necessarie verifiche e prove funzionali.

La modalità di esecuzione delle prove e delle verifiche anche in sede di collaudo dovrà essere conforme alle norme ASSISTAL e UNI/CEI vigenti oltre ad eventuali altre norme specifiche per il caso in esame.

Inoltre il Direttore dei Lavori potrà richiedere l'esecuzione di tutte le prove e verifiche che riterrà necessarie o solo opportune.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei componenti impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne le autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso Laboratori Ufficiali o comunque graditi alla Direzione Lavori ed alla stazione appaltante.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Tutte le apparecchiature soggette a vibrazioni dovranno essere isolate dalle reti tramite opportuni giunti antivibranti.

Tutti gli attraversamenti di strutture resistenti al fuoco dovranno essere dotati di sistemi di sigillatura aventi resistenza REI pari a quella della struttura attraversata.

Tutti i manufatti con componenti elettrici oltre a rispondere alle norme CEI dovranno essere dotati di marchio IMQ o di equivalente marchio europeo o di Keymark nei casi in cui sia provata la mancanza di materiali di pari caratteristiche con marchio italiano. Dovranno inoltre essere marcati CE se previsto dalle relative direttive.

Tutti i componenti impiantistici dovranno essere costruiti da fornitori dotati di marchio di qualità secondo UNI EN ISO 9002/94. I costruttori dovranno rilasciare dichiarazione di conformità ai sensi della norma EN 45014.

La posizione indicata sui disegni dei terminali e delle altre apparecchiature è puramente indicativa. Le precise localizzazioni saranno definite nel corso dei lavori e non potranno dare adito a richieste di maggiori oneri.

I disegni allegati al presente capitolato hanno valore dal solo punto di vista impiantistico. Per quanto riguarda gli aspetti edili e strutturali occorre fare riferimento alle tavole di progetto relative.

Tutte le apparecchiature elettroniche di telegestione dovranno essere della stessa marca di quelle previste per gli impianti fluidici.

Nessun componente degli impianti in oggetto dovrà essere staffato o vincolato a componenti degli impianti fluidici.

Dovrà essere garantita la continuità elettrica di tutte le masse facenti parte degli impianti elettrici qualunque sia la tensione di funzionamento e di tutte le masse estranee.

Dovrà essere garantito l'intervento del solo apparecchio di protezione posto a monte del guasto (selettività) ed il coordinamento delle caratteristiche costruttive degli interruttori con le sezioni dei conduttori (le sezioni indicate sulle tavole di progetto si devono intendere come valori minimi).

#### **6.4.2 SCAVI**

Gli scavi devono essere eseguiti a mano o con idonee attrezzature, su qualunque tipo di terreno o pavimentazione e, per quanto possibile a pareti verticali, devono corrispondere alle dimensioni commissionate. L'Appaltatore deve porre particolare cura al fine di evitare franamenti e danni, provvedendo, ove occorra, alla messa in opera di idonee cassetture.

Nessun maggior compenso verrà riconosciuto all'impresa per presenza di puddinga o di macigno, né per l'esistenza palese o celata nel terreno di vecchie mura, fondazioni, canali, fognature, ecc.

Prima di procedere agli scavi l'Appaltatore deve eseguire, a propria cura e spese, e previo accordo con l'Amministrazione, i sondaggi necessari per rilevare l'eventuale presenza nel sottosuolo di manufatti, condutture, cavi o altri servizi che possano ostacolare i lavori.

In caso di danni riscontrati o provocati a condutture o servizi, questi dovranno essere segnalati immediatamente agli Enti interessati, per gli interventi del caso; di tali segnalazioni deve essere data in pari tempo notizia alla Direzione dei Lavori.

In caso di scavi in galleria, negli attraversamenti di muri, passi pedonali e carrai, ecc. e quando gli scavi corrano parallelamente ed a breve distanza da muri o fondazioni, l'Appaltatore deve prendere tutti i provvedimenti atti a garantire la stabilità delle opere preesistenti.

L'Appaltatore deve collocare regolarmente lungo la trincea il materiale scavato, lasciando una banchina praticabile almeno da un lato.

E' a carico dell'Appaltatore lo spostamento provvisorio o la rimozione di manufatti, ostacoli e relitti che non richiedano l'intervento diretto dei proprietari, previa autorizzazione degli stessi.

La prima parte del rinterro, per uno spessore minimo di 20 cm deve essere eseguita con terreno omogeneo e privo di pietre. La successiva parte deve essere di norma effettuata in più strati, dello spessore massimo di 30 cm, ciascuno con il materiale proveniente dallo scavo, o, quando ciò sia espressamente richiesto, con materiale inerte. Questi materiali devono essere fortemente compressi, ed eventualmente invasati, in modo da evitare cedimenti.

#### **6.4.3 RIFACIMENTO DI PAVIMENTAZIONI STRADALI**

Il rifacimento delle pavimentazioni deve essere effettuato secondo quanto stabilito dagli Enti proprietari, ai quali spetta il collaudo quantitativo dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto a rimettere in sito i cippi, i segnali ed i cartelli indicatori rimossi nel corso dei lavori; è tenuto altresì, salvo disposizioni contrarie, al ripristino della segnaletica orizzontale.

L'Appaltatore effettuerà con tempestività, a sue cure e spese per un periodo di dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori, gli interventi resi necessari per eventuali cedimenti o rotture delle pavimentazioni rifatte.

#### **6.4.4 SOSTEGNI E STAFFE**

La posa in opera dei sostegni deve essere eseguita curando che, ove richiesto, essi risultino allineati e comunque perfettamente verticali; la responsabilità di tale allineamento è in ogni caso dell'Appaltatore.

L'introduzione dei sostegni nei blocchi di fondazione precostituiti deve avvenire dopo che il calcestruzzo abbia raggiunto un sufficiente grado di indurimento. L'interstizio fra palo e blocco va riempito di norma con sabbia molto fine ed umida, costipandola il più possibile. Superiormente, per un'altezza di cm 10 circa, deve essere effettuata la sigillatura con malta di cemento, previa rimozione dei cunei in legno impiegati per la verticalità dei pali.

Le parti metalliche dei sostegni, eventualmente a contatto con il terreno, devono essere protette mediante collari di calcestruzzo, nastratura anticorrosiva od altri metodi equivalenti fino a 30 cm sopra il piano di campagna.

Le staffe a muro devono essere fissate mediante tasselli ad espansione o dispositivi equivalenti, approvati dalla Direzione Lavori.

#### **6.4.5 POSA IN OPERA DI CONDUTTORI IN CAVO**

I cavi interrati dovranno correre ad una profondità minima di 60 cm sotto il piano stradale, entro idonei cavidotti di protezione. Durante la posa dei cavi l'Appaltatore dovrà evitare brusche piegature, schiacciamenti, raschiature, rigature e stiramenti della guaina.

E' vietato annegare direttamente i cavi nelle murature, anche per brevi tratti. Gli attraversamenti di strutture murarie vanno esclusivamente effettuati previa posa di idonee tubazioni di protezione. La trazione del cavo va di regola eseguita a mano distribuendo opportunamente il tiro. E' concesso l'uso di mezzi meccanici solo previo benestare della Direzione dei Lavori.

I parallelismi e gli incroci con cavi e condutture sotterranee devono essere effettuati osservando le distanze minime e gli accorgimenti indicati dalla Direzione dei Lavori. Ove richiesto dovrà essere eseguito un manufatto composto da sottofondo, formato da una platea dello spessore di cm 10 che deve essere convenientemente armato nei punti in cui il fondo dello scavo non dia sufficienti garanzie di stabilità. Lo spessore del calcestruzzo, lateralmente e superiormente al fascio di tubi, deve essere di almeno 5 cm; la parte superiore del manufatto va modellato spiovente.

I cavi sospesi devono essere agganciati a fune di acciaio, del diametro non inferiore a mm. 5 ed i collegamenti tra detta fune e gli occhioli fissi, nei muri, devono essere fatti, con interposte apposite redance, con morsetti a vite o con altro sistema sulla cui adozione dovrà esprimersi insindacabilmente la Direzione dei Lavori.

La sospensione dei cavi alla fune di acciaio verrà eseguita mediante apposite fascette in lamiera, con interdistanze di 20-25 cm.

L'eventuale ancoraggio degli occhioli su pareti esistenti deve essere eseguito a mezzo di adatti ganci in ferro da inserire nella muratura con cemento a rapida presa. Il lavoro di ripristino della muratura dell'intonaco e della tinta sarà a carico dell'Appaltatore ed è compreso forfettariamente nei prezzi unitari dei singoli lavori.

Le morsettiere da montare all'interno dei pali dovranno essere del tipo "Omicron" o similare con portino di ispezione in metallo e basetta portamorsetti in porcellana o stearite con porta fusibili.

Ad opere ultimate l'Appaltatore deve provvedere, con mezzi e personale proprio,

all'ispezione ed alla pulizia delle tubazioni.

#### **6.4.6 TRASPORTO MATERIALE DI RISULTA ALLE PUBBLICHE DISCARICHE**

Per quanto riguarda il trattamento dei rifiuti solidi urbani e di quelli ad essi assimilabili provenienti dai cantieri oggetto dell'appalto, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a conferirli, per lo smaltimento, presso una discarica autorizzata.

### **6.5 QUALITÀ E PROVENIENZA DI MATERIALI E APPARECCHIATURE**

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito da leggi e regolamenti ufficiali in materia; in mancanza di particolari prescrizioni, tali materiali dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 21 del Capitolato Generale delle Opere Pubbliche.

I materiali provverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondenti ai requisiti di cui sopra.

Ciascun materiale od apparecchiatura dovrà essere corredato da una scheda riportante marca, tipo e caratteristiche anche dei singoli componenti, loro rispondenza alle relative Norme Vigenti e numero di catalogo, per permettere la loro immediata individuazione ed acquisto in caso di avaria. In particolare tutte le apparecchiature dovranno riportare dati di targa ed eventuali istruzioni d'uso secondo la simbologia CEI ed in lingua italiana.

La Stazione Appaltante si riserva di effettuare in qualsiasi momento controlli e collaudi sia sulle apparecchiature che sui materiali, all'atto della fornitura o in corso d'opera, a verifica della corrispondenza sostanziale tra requisiti e materiali utilizzando o utilizzati.

Nel caso in cui alcuni materiali venissero forniti direttamente dall'Ente appaltante, l'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire controlli sulla loro idoneità all'impiego, restando egli stesso il solo responsabile circa la loro qualità.

In ogni caso la scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o la scelta fra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta dall'Ente appaltante e dalla Direzione Lavori i quali si assicureranno che i materiali provengano da produttori di provata capacità e serietà.

Gli strumenti necessari per eseguire prove e collaudi, nonché le relative spese, saranno a totale carico dell'impresa.

Il tipo di tali strumenti dovrà essere comunicato preventivamente alla Stazione Appaltante che concorderà con l'impresa le modalità di controllo.

In ogni caso, prima della posa in opera, i materiali dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale, in particolare per le apparecchiature elettriche, potrà richiedere il collaudo presso uno dei laboratori autorizzati in conformità alle norme CEI, UNEL, ENPI, ISPEL e VV.FF.

Devono inoltre risultare adatti all'ambiente in cui verranno installati e presentare caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o derivanti dall'umidità alla quale possono essere esposte durante l'esercizio.

L'accettazione della fornitura è, naturalmente, subordinata all'esito positivo dei controlli e dei collaudi; in caso contrario, e qualora possibile, l'impresa avrà l'obbligo

di eseguire, nel periodo messo a disposizione dalla D.L., le modifiche necessarie. La Stazione Appaltante si riserva il diritto di chiedere la sostituzione delle apparecchiature concedendo un ragionevole termine; trascorso inutilmente tale periodo, o se nuove prove dovessero dare esito negativo, la fornitura potrà essere definitivamente rifiutata.

In tal caso, l'Impresa dovrà sostituirla con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche richieste ed i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali e dalle apparecchiature stesse.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno inoltre corrispondere ai requisiti minimi qui di seguito fissati.

### **6.5.1 CONDIZIONI GENERALI SU CAVI E CONDUTTORI**

I cavi posati in uno stesso cavidotto (tubazione o canalina) devono essere adatti a tensioni nominali identiche. Qualora, per esigenze di installazione, si fosse obbligati a posare dei cavi con caratteristiche di tensione nominale inferiori in un cavidotto ove sono presenti cavi con caratteristiche di tensione nominale maggiore, occorre uniformare detto cavo alla tensione superiore.

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle di unificazione vigenti (CEI-UNEL 00722-74 e 00712). In particolare i conduttori di neutro e protezione verso terra devono essere contraddistinti inderogabilmente con i colore blu chiaro e giallo-verde. I conduttori di fase devono essere contraddistinti, in modo univoco per tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone. Non è ammessa nastratura.

Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti, devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovrà mai essere superata, in esercizio, il valore delle potenze ammesse.

Le cadute di tensione lungo linea saranno comunque tali da garantire il perfetto funzionamento di tutte le parti dell'impianto in qualsiasi combinazione di carico senza possibilità di danneggiamento di alcun componente.

La sezione del conduttore di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori di fase superiori a 16 mm<sup>2</sup> di sezione è ammesso un conduttore di neutro di sezione ridotta, pari alla metà della sezione dei conduttori di fase, ma con un minimo inderogabile di 16 mm<sup>2</sup>. Conformità alle norme CEI 64.8/5, art. 543.1.

### **6.5.2 CAVI ELETTRICI PER CIRCUITI DI ENERGIA**

#### **6.5.3 Conduttori di terra (se previsti)**

I conduttori con funzione di dispersore longitudinale all'interno degli scavi dovranno essere costituiti da treccia o corda con conduttori di rame stagnato, se posato in ambiente zincato, non stagnato, se posato in letti naturali o tubi in PVC. La sezione dei conduttori dovrà essere conforme a quanto indicato nei disegni allegati e comunque non inferiore a quanto previsto dalle vigenti normative.

I conduttori di terra dovranno essere costituiti da corda flessibile a semplice isolamento. Il conduttore, in rame, sarà rivestito con guaina termoplastica avente

caratteristiche tali da assicurare, in caso di incendio: ridottissimo sviluppo di fumi opachi, totale assenza di acido cloridrico, ridottissimo sviluppo di gas o sostanze tossiche e/o corrosive.

Rispondenza alle norme CEI 20–22 II (CEI 20: tutti i fascicoli in quanto applicabili)

#### 6.5.3.1 Cavi isolati (per impieghi generali)

Dovranno essere del tipo a doppio isolamento: isolati in gomma etilpropilenica di qualità G7 sotto guaina di PVC e adatti per tensione fino a 1000 V. Grado di isolamento 4 kV.

Costituiti da conduttori di rame stagnato e rivestiti internamente con guaina in PVC, risponderanno alle Norme C.E.I. 20-13 e varianti ed alle Tabelle UNEL 35355.

A garanzia di ciò, dovranno avere impresso, per tutta la loro lunghezza, il contrassegno del I.M.Q.(MIQ) con l'indicazione della loro conformità alle norme C.E.I.

#### 6.5.3.2 Prove di collaudo e test di accettazione

Tutti i cavi saranno soggetti ad una serie finale di test e prove di collaudo, in fabbrica, definiti come “Test finali di spedizione”. Dovranno essere eseguite le seguenti prove:

- Prove di percussione: L'energia d'urto che il cavo deve assorbire senza che si producano variazioni permanenti di attenuazione deve essere di almeno 30J; per valori di energia 50J non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif. Racc. CCITT G652).
- Prova di schiacciamento: Deve essere possibile sottoporre il cavo ad un carico di almeno 1200 daN/100 mm senza che si verifichino variazioni permanenti di attenuazione; per valori di carico di 2300 daN non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif. IEC 794 - 1): 1 campione per lotto.
- Prova di tiro: il cavo, mediante i suoi elementi di trazione centrale e periferico, deve essere sottoposto a trazione con un carico di 50 daN. Non si dovranno riscontrare allungamenti elastici delle fibre ottiche superiori allo 0,05% e allungamenti elastici del cavo superiori allo 0,25%: 1 campione per lotto.
- Raggio di curvatura: deve essere possibile curvare il cavo, senza riscontrare variazioni permanenti di attenuazione, con un raggio di curvatura massimo pari a venti volte il diametro esterno del cavo: 1 campione per lotto.

### 6.5.4 CAVIDOTTI

#### 6.5.4.1 Tubazioni in materiale termoplastico

Per posa a vista: dovranno essere di tipo isolante, rigidi ed a bassissima emissione di alogeni. Dovranno essere costruiti con materiale termoplastico autoestinguente, colore RAL 7035, secondo le Norme CEI 23-8.

Per posa interrata: dovranno essere del tipo ad elevata resistenza di isolamento, con pareti interne perfettamente lisce, bicchierati da un lato. Dovranno essere costruiti in polietilene ad alta densità per elevata resistenza chimica alle sostanze acide e basiche, idrocarburi, detersivi, infiammabili ed acqua. Saranno di colore rosso, a doppia parete (interno liscio ed esterno corrugato) e corredati di pozzetti d'ispezione in corrispondenza di curve e derivazioni. Le tubazioni dovranno inoltre

essere rivestite con massetto in cemento.

#### 6.5.4.2 Tubazioni in acciaio

Dovranno essere di tipo “conduit” in acciaio (zincato a caldo secondo le Norme CEI 7-6), con le pareti interne completamente lisce e prive di qualsiasi asperità, per facilitare l’infilaggio dei cavi elettrici evitandone possibili abrasioni. Saranno di tipo filettato, o filettabili, e fornite complete di manicotto.

### 6.5.5 MATERIALI PER DERIVAZIONI

#### 6.5.5.1 Cassette di derivazione stagne

Dovranno essere costruite in resina poliestere termoindurente autoestinguente rinforzate con fibra di vetro e dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche:

- grado di protezione IP 65
- autoestinguenza secondo le Norme IEC 695-2-1, CEI 50-11
- elevata termostabilità ed elevata resistenza al calore normale
- isolamento contro i contatti accidentali
- elevate caratteristiche dielettriche
- elevata resistenza meccanica
- elevata resistenza agli agenti chimici e atmosferici Complete di morsettiera di derivazione in nylon.

#### 6.5.5.2 Cabine (Cassette) di alloggiamento ed armadi di derivazione

Saranno costruite in materiali a base di leghe di AL o in materiale termoplastico rinforzato con fibra di vetro e dovranno possedere una elevata resistenza meccanica, anche ad urti, ed un’ottima resistenza ad agenti chimici, atmosferici e calore. Corredate di supporto costituito da stanti ricavati da profilati metallici lavorati, in acciaio (zincati a caldo, qualora non adoperati in galleria) dovranno essere dotate di colonnina autoportante con intelaiatura di ancoraggio al basamento.

Tutte le cassette di alloggiamento per apparecchiature elettriche dovranno essere in esecuzione stagna con grado di protezione non inferiore ad IP54.

Corredate internamente di piastra di base, per l’alloggiamento delle apparecchiature e/o delle strumentazioni, dovranno essere predisposte per il raccordo a mezzo passacavo di tenuta e con morsettiere in nylon autoestinguente.

Le dimensioni dovranno essere tali da garantire un buono spazio interno sia per una migliore operatività sulle apparecchiature sia per consentire un corretto smaltimento termico delle sovratemperature generate dagli autoconsumi delle apparecchiature in funzionamento.

### 6.5.6 LAMPADE ED ACCESSORI ELETTRICI

Corpo apparecchi in alluminio pressofuso, grado di protezione IP66, sorgenti a led protette da vetro piano extra chiaro (facilità operazioni di pulizia), resistenza agli urti IK08 dello schermo, cablaggio in classe I di isolamento.

Gruppo sorgente dotato di 40 led per una potenza di 63 W

Apparecchi, dotati di ottica asimmetrica destra, 32 led, potenza 51 W e altezza di installazione 6 m fuori terra

### **6.5.7 APPARECCHIATURE ELETTRONICHE**

Tutte le apparecchiature elettroniche (regolatore variatore di tensione, etc.) dovranno essere funzionalmente conformi a quanto stabilito nel progetto.

Saranno muniti di marcature CE secondo quanto disposto dalla normativa contro i disturbi elettromagnetici indotti da apparecchiature.

## **6.6 PROVE DEI MATERIALI**

### **6.6.1 CERTIFICATO DI QUALITÀ (QUALIFICAZIONE)**

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, prima dell'impiego, una scheda di dati tecnici garantiti per ciascuna apparecchiatura principale.

Dovrà inoltre presentare:

- un certificato di qualità rilasciato dal CESI o da altro laboratorio ufficiale accettato dalla

D.L. (allo scopo sarà sufficiente un certificato delle prove di "tipo" eseguite da non più di due anni);

- i dati relativi alla provenienza ed all'individuazione dei singoli materiali o di una loro composizione;
- indicazioni relative agli impianti o ai luoghi di produzione;
- i dati atti ad accertare i valori caratteristici richiesti dal progetto e la conformità alla normativa vigente.

Qualora i prodotti proposti fossero sprovvisti del certificato di qualità, ovvero lo stesso fosse di epoca non recente o rilasciato da un laboratorio non riconosciuto, si dovrà procedere alla verifica delle caratteristiche generali del prodotto in conformità alle prescrizioni e norme di riferimento stabilite nel presente capitolato.

Questa verifica dovrà essere condotta su prodotti inviati in cantiere dall'Appaltatore, unitamente ad una dichiarazione sia di rispondenza alle norme, sia di invariabilità dei prodotti che verranno installati.

Per tale verifica, che l'Ente Appaltante provvederà a fare effettuare da Istituto autorizzato, dovrà essere fornita la quantità di prodotto necessaria per l'esecuzione di tutte le prove previste dalla normativa vigente. Si intende che tali certificazioni saranno richieste esclusivamente per le apparecchiature per le quali sono normalmente effettuate le prove di tipo.

La verifica potrà essere evitata a fronte di una prova già effettuata, di cui si produca idonea documentazione.

### **6.6.2 ACCERTAMENTI PRELIMINARI (ACCETTAZIONE)**

Il Direttore dei Lavori, prima dell'inizio dei lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Appaltatore, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, sulla base delle indicazioni dei relativi certificati di qualità, rapportate alle prescrizioni del presente Capitolato; egli potrà inoltre disporre, ove ritenuto necessario, ed a suo insindacabile giudizio, ulteriori prove di controllo a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali prove fossero difforni rispetto a quanto riportato nei certificati, si darà luogo alla necessaria sostituzione dei materiali, previa presentazione di nuove campionature e previa esibizione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi, nell'inizio dei lavori, derivanti dalle difformità sopra accennate, che comportino il protrarsi del tempo utile contrattuale, sarà applicata la penale prevista e, nel caso in cui le difformità stesse fossero imputabili a negligenza o malafede dell'Impresa, il Direttore dei Lavori ne riferirà all'Ente Appaltante.

### **6.6.3 PROVE SISTEMATICHE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA E CAMPIONATURA DEI MATERIALI**

In relazione a quanto precisato al precedente capo circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata:

- a presentarsi alle prove o esami dei materiali impiegati e da impiegare;
- ad accollarsi tutte le spese per il prelevamento e per l'invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante, nonché le spese per le prove stesse;
- ad effettuare verifiche in sito sulle rispondenze funzionali di ogni prodotto dopo la sua installazione.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione nel tempo, nei locali indicati dalla D.L.

Detti campioni serviranno da riferimento, per confronto, nel corso dei lavori ed al momento della consegna delle opere.

In caso di contestazione, i risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente Capitolato.

Quei materiali già qualificati, sulla base dell'esibizione della certificazione di prove e prove di tipo eseguite da non più di due anni, potranno ancora essere sottoposti alle prove di collaudo in fabbrica o in cantiere previste dalle norme.

## **6.7 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI**

Come regola generale, nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte ed alle prescrizioni che qui vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori, e quindi anche per quelle relativamente alle quali non siano prescritte speciali norme nel presente Capitolato ed annesso Elenco dei prezzi, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica, attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutti i lavori in genere, principali ed accessori, previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alle specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

Avranno le forme, le dimensioni ed il grado di lavorazione stabiliti e soddisferanno le condizioni generali e speciali indicate nel presente Capitolato.

### **6.7.1 PRESCRIZIONI GENERALI**

I cavi saranno normalmente infilati entro tubi in PVC "underground" (o simili) a forte spessore, normalmente interrati.

Sui cavalcavia, lungo i manufatti, i cavi potranno essere infilati in tubi di acciaio

zincato a caldo e scatole chiuse da coperchio, per la protezione meccanica dei cavi stessi.

In alcuni casi potrà essere richiesta la posa su tesata con fune metallica.

Il tipo di posa potrà essere stabilito anche con sopralluogo congiunto, all'atto della consegna dei lavori, a giudizio esclusivo della Direzione Lavori.

La distribuzione dei cavi nei cavidotti seguirà il criterio che ogni cavidotto dovrà contenere solo cavi dello stesso grado di isolamento.

I tubi dovranno essere di tipo pesante, resistenza allo schiacciamento 200N/cm, con diametro esterno minimo 110mm, e dovranno essere interrati alla profondità di circa 60cm dal livello del suolo.

Ogni 34m circa di percorso saranno interposti appositi pozzetti rompitratta di dimensioni non inferiori a 40x40x90cm, con coperchio di chiusura carrabile in ghisa 90kg.

### **6.7.2 CAVI ELETTRICI**

I cavi di energia dovranno essere a doppio tipo di isolamento:

- isolamento in gomma etilenpropilenica di qualità G7, sotto guaina in PVC;
- conduttori singoli di rame rivestiti esternamente con guaina in PVC.

### **6.7.3 STESURA DEI CAVI ELETTRICI**

I cavi dovranno essere posti in opera a regola d'arte, evitando curvature con raggio troppo piccolo in rapporto al diametro del cavo stesso, sia in fase di stesura sia a sistemazione avvenuta.

In linea di principio, il raggio di curvatura non dovrà mai essere inferiore a 10 volte il diametro esterno del cavo e le curve dovranno essere disposte con accortezza in modo da non far risentire ai cavi eventuali piccoli spostamenti, nel tempo, dovuti alla sistemazione dei cavidotti.

A stesura avvenuta, i cavi dovranno essere lasciati con le estremità accuratamente fasciate da nastri adesivi in gomma e polivinilici, sino ad avvenute giunzioni e terminazioni, in cassetta o armadi, conformemente alle disposizioni di impianto.

I cavi dovranno essere posti in opera entro tubazioni con diametro interno netto non inferiore a 63mm e comunque il rapporto fra il diametro interno netto della tubazione e quello di una circonferenza ideale circoscrivente il fascio di cavi elettrici passante al suo interno non dovrà mai essere inferiore a 1,4.

I tubi saranno debitamente giuntati tra loro con sovrapposizione a bicchiere, evitando di costituire apprezzabili gradini nel passaggio cavi ottenuto, al fine di non provocare abrasioni sui cavi stessi al momento del loro infilaggio.

Nel caso si dovessero usare tubi di acciaio per protezione di "salite cavi", nei cambiamenti di direzione si dovranno avere curve, con raccordi avvitati, privi di sbavature interne.

Il diametro interno dei tubi passacavo potrà essere ridotto fino a portare a 1,3 il rapporto di cui sopra, solo inserendo cassette metalliche complete di raccordi, al fine di facilitare l'infilaggio dei cavi.

Tutte le staffe e i supporti di sostegno per i tubi di acciaio e qualsiasi forma speciale di raccordo dovranno essere preventivamente zincati a caldo.

## **6.8 MATERIALI DI RISERVA**

Per assicurare il funzionamento continuo dell'impianto (sostituzione delle parti

principali in caso di avaria o manutenzione programmata) sarà indicato, con ragionevole criterio di prudenza, l'elenco dei pezzi di ricambio necessari per ogni apparecchiatura fornita. Tale elenco, compilato dall'Impresa, dovrà essere confermato dal Costruttore delle apparecchiature.

## **6.9 DOCUMENTAZIONE FINALE**

Prima dell'inizio del collaudo e, comunque non oltre la messa in servizio e la consegna degli impianti, l'Appaltatore dovrà consegnare all'Ente Appaltante la seguente documentazione in triplice copia su carta più una in formato riproducibile:

- disegni di installazione del materiale; schemi elettrici (unifilari, funzionali e sinottici);
- disegno degli armadi (prospetto equipaggiamento);
- nomenclature dettagliate dei materiali;
- diagrammi di distribuzione;
- diagrammi di funzionamento;
- programmi.

Lo schema dei circuiti (corredato da: sigle, valori dei componenti previsti e caratteristiche particolari dei dispositivi e di eventuali strumenti di misura) dovrà permettere una facile comprensione di tutti i dettagli di funzionamento dell'impianto.

Tutti i morsetti collegati fra loro da un conduttore, ed il conduttore stesso, devono essere indicati con il medesimo contrassegno. Tale contrassegno verrà riportato sul disegno delle morsettiere e su un elenco denominato: "Elenco Cavi".

Per i circuiti elettronici si dovrà fornire altresì:

- lo schema funzionale a blocchi destinato a far comprendere il principio di funzionamento degli apparati e le dipendenze funzionali;
- lo schema logico atto a rappresentare gli elementi di entrata, di elaborazione e di uscita di un dispositivo di comando.

Su tutti gli schemi dovranno essere riportati opportuni riferimenti che indichino i corretti legami tra schemi e circuiti; si dovranno indicare l'interconnessione fra i vari fogli e le funzioni logiche dei segnali.

Allo scopo di facilitare le riparazioni delle schede elettroniche, si dovranno indicare i punti di test e le caratteristiche elettriche che si devono ivi rilevare. Qualora necessario si dovranno dare informazioni riguardanti la scelta degli apparecchi di test da utilizzare.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di rifiutare la presa in consegna di tutta o di parte dell'installazione eseguita prima dell'approvazione dei corrispondenti disegni.

### **6.9.1 MANUALE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE**

L'Appaltatore dovrà fornire, al termine dei lavori, sempre in triplice copia cartacea più una riproducibile, un manuale operativo ed un manuale di manutenzione.

Tali manuali saranno redatti secondo i criteri seguenti e dovranno soddisfare completamente la Direzione Lavori.

#### **6.9.1.1 Manuale operativo**

Il manuale operativo ha lo scopo di consentire l'esercizio dell'impianto dopo l'avviamento, e la gestione dell'avviamento stesso, attraverso due fasi successive:

- pre-avviamento: fase durante la quale ciascun impianto subisce:
  - controllo a vista del completamento meccanico secondo il contratto;

- verifica dei collegamenti e del funzionamento dei blocchi e delle apparecchiature di sicurezza;
  - taratura degli strumenti e dei relè con certificazione di ogni singola operazione;
  - prova di funzionamento, in bianco e sotto carico, di ogni unità funzionale e congruità della documentazione relativa;
  - verifica della completezza della documentazione e della rispondenza nell'identificazione dei componenti, dei morsetti e dei collegamenti;
  - correzione, per ogni fase, delle anomalie riscontrate ed aggiornamento della documentazione;
  - compilazione delle procedure e delle istruzioni per l'avviamento.
- avviamento: messa in servizio secondo le procedure e le istruzioni redatte per ciascun impianto e rilievo documentato delle prestazioni di ciascuno di essi.

Detto manuale sarà suddiviso in tanti capitoli, costituente ciascuno un insieme omogeneo autonomo e completo, quanti sono i tipi di impianti interessati dall'esecuzione del progetto.

Per ciascun capitolo sarà riportato il catalogo meccanico e la documentazione operativa. Il catalogo meccanico sarà costituito da:

- elenco componenti individuati con sigle reperibili su disegni;
- documentazione componenti costituita da: cataloghi costruttore e certificazioni di laboratorio;
- schede dei dati tecnici garantiti;
- informazioni dimensionali.

La documentazione operativa dovrà essere costituita da:

- elenco disegni di montaggio e disegni di montaggio;
- elenco unità funzionali;
- schemi funzionali ed esauriente descrizione operativa di ciascuna unità funzionale;
- certificazione prove di accettazione in corso d'opera;
- documentazione di pre - avviamento;
- procedure ed istruzioni di avviamento;
- descrizioni dei funzionamenti.

#### 6.9.1.2 Manuale di manutenzione

Il manuale d'uso e manutenzione deve indicare:

- le istruzioni per l'avviamento e l'uso delle apparecchiature;
- le operazioni di manutenzione preventiva;
- le istruzioni per le operazioni di manutenzione compresi gli eventuali accorgimenti per la riparazione e/o la sostituzione di apparecchi o loro parti;
- le istruzioni per le messe a punto;
- la periodicità dei controlli;
- le istruzioni per diagnosticare le principali disfunzioni che si possono verificare.

Allo scopo di facilitare le riparazioni, le istruzioni devono permettere una veloce localizzazione delle parti difettose, eventualmente mediante il controllo di determinati punti di test.

Le istruzioni per la manutenzione delle apparecchiature elettroniche devono

contenere tutte le informazioni:

- per l'installazione, la taratura e la messa a punto di tutti i dispositivi;
- sui relativi strumenti necessari.

Se durante le riparazioni si potranno correre dei rischi, non sempre evidenti, questi dovranno essere evidenziati nelle corrispondenti istruzioni.

### **6.9.2 ELENCO DEI COMPONENTI**

L'elenco dovrà comprendere tutti i componenti delle apparecchiature e dovrà essere completo di tutti i dati per l'eventuale ordinazione del componente stesso al fabbricante. I componenti commerciali adattati dal fabbricante dovranno essere evidenziati. L'elenco dei componenti dovrà riportare le caratteristiche tecniche ed il riferimento, per l'identificazione del componente stesso, usato sugli schemi.

### **6.9.3 MODIFICHE ALL'ATTO DEL MONTAGGIO**

Qualora fosse sorta la necessità di apportare delle modifiche all'impianto all'atto dell'esecuzione, l'Appaltatore dovrà sostituire le copie della documentazione inviata, con altre aggiornate, entro 10 giorni dal termine del montaggio stesso.

## **6.10 ISTRUZIONE DEL PERSONALE**

Rientra negli oneri dell'Appaltatore l'istruzione del personale secondo quanto sarà ritenuto necessario dalla stazione appaltante.

Generalmente dovranno essere tenuti dei corsi di formazione, per il personale che gestirà l'impianto, da tecnici specialisti dell'argomento trattato. Tali corsi dovranno essere propedeutici alla parte sperimentale da farsi presso impianti già in esercizio.

Detta istruzione verrà completata nel periodo di montaggio e nel periodo di esercizio provvisorio dell'impianto, tra l'ultimazione dei lavori e la presa in consegna degli stessi. Durante queste fasi il personale che dovrà gestire gli impianti si affiancherà ai tecnici dell'Appaltatore incaricati della loro esecuzione.

## **6.11 COLLAUDI**

### **6.11.1 COLLAUDO IN CORSO D'OPERA**

Durante i lavori, la D.L. si riserva il diritto di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti, o parti di impianti, al fine di poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni previste dal contratto.

Le verifiche potranno consistere

- nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli previsti;
- nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute;
- in collaudi, prove di tipo e di accettazione delle singole apparecchiature facenti parte dell'impianto, secondo le norme CEI e/o gli allegati tecnici del contratto.

Dette prove potranno effettuarsi alla presenza di funzionari delegati e della D.L., tanto nelle officine dell'impresa quanto presso i fornitori.

Dei risultati delle verifiche e collaudi di cui sopra, si dovrà redigere un regolare verbale controfirmato da entrambe le parti.

### **6.11.2 VERIFICHE SUCCESSIVE**

Poiché gli impianti oggetto del presente appalto richiedono un periodo di esercizio per poter essere giudicati conformi al contratto, si eseguirà il collaudo in due fasi:

- verifica provvisoria;
- collaudo definitivo.

### **6.11.3 VERIFICA PROVVISORIA**

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare

normalmente e che siano rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

Si dovrà controllare in particolare:

- 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 di massimo carico previsto;
- l'efficienza delle reti di terra.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, la messa in servizio degli impianti.

Ad ultimazione della verifica provvisoria, la Stazione Appaltante prenderà in consegna gli impianti con un regolare verbale firmato da entrambe le parti, secondo le modalità amministrative ed i tempi previsti dal contratto.

### **6.11.4 COLLAUDO DEFINITIVO**

Il collaudo definitivo verrà effettuato secondo le modalità previste dal contratto. Esso dovrà accertare, sia per quel che riguarda l'efficienza delle singole parti costruttive sia per quel che riguarda la correttezza dell'installazione eseguita a regola d'arte, la rispondenza completa degli impianti alle disposizioni di legge, alle norme CEI ed a tutto quanto espresso nel contratto, tenuto conto anche di eventuali modifiche concordate in corso d'opera.

In particolare, durante il collaudo definitivo, dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:

- verifica del percorso dei cavi e dei tubi portacavi per quanto riguarda l'allineamento tra loro e con le strutture adiacenti;
- prova dell'inaccessibilità delle parti sotto tensione e delle loro protezioni, secondo le norme CEI;
- prove di sfilabilità dei conduttori dalle tubazioni;
- verifica di tutte le raccorderie e cassette montate, che non dovranno risultare danneggiate o prive di coperchi, guarnizioni, viti e bulloni di serraggio;
- verifica della dislocazione dei corpi illuminanti e di tutte le apparecchiature in genere; verifica dei loro collegamenti, compresi quelli di messa a terra;
- verifica della corretta esecuzione dei giunti e delle derivazioni, dei terminali dei conduttori elettrici e delle connessioni alle apparecchiature in genere;
- controllo dell'isolamento elettrico (che non dovrà risultare inferiore a 1) dei quadri, dei cavi di alimentazione, dei circuiti derivati e di tutte le apparecchiature in genere;
- misura della resistenza dell'impianto di messa a terra ed eventuali misure delle tensioni di passo e di contatto;
- verifica delle sezioni dei conduttori di terra;
- prove di tensione sull'impianto intero o su sezioni dello stesso, intese a verificare

- che non si provochino scariche tra le parti in tensione o fra queste e la massa;
- verifica della ripartizione dei carichi monofasi sui quadri di distribuzione e manovra, in bassa tensione;
  - verifica del funzionamento di tutti gli organi elettrici e meccanici dei quadri di distribuzione;
  - verifica delle regolazioni dei relè degli interruttori e dei teleruttori;
  - verifica del funzionamento di tutti gli apparecchi di segnalazione, controllo ed allarme dislocati sui quadri e sull'impianto;
  - verifica dei comandi e delle protezioni nelle condizioni, se possibile, del massimo carico previsto;
  - verifica della caduta massima di tensione all'estremità di ciascuna linea di distribuzione, con controllo delle sezioni, sottoponendo, per quanto possibile, l'impianto a carichi corrispondenti a quelli nominali;
  - verifica del valore di rifasamento degli impianti;
  - verifica in genere della corrispondenza degli impianti elettrici al contratto, alle Norme CEI e alle Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

La Stazione Appaltante, comunque, si riserva di fare qualsiasi altra verifica o prova che, a suo insindacabile giudizio, ritenesse necessaria per il collaudo definitivo.

Al termine del collaudo verrà redatto un regolare verbale controfirmato da entrambe le parti.

## **7 CARPENTERIA METALLICA – OPERE IN ACCIAIO**

### **7.1 MATERIALI**

#### **7.1.1 PRODOTTI LAMINATI A CALDO D'USO GENERALE**

Si impiegheranno gli acciai nelle qualità S235J0, S275JR e S355JR delle tabelle UNI-EN 10025, secondo quanto indicato nei disegni e nelle descrizioni delle strutture di questo Capitolato delle strutture.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati ai sensi dell'art. 11 del D.M. 14.01.2008, e dovranno essere raccolti e conservati i relativi certificati di collaudo e dichiarazioni di cui al punto 11.3.1.5 del sopraccitato D.M.

Per i prodotti laminati destinati ad essere saldati si dovranno eseguire, oltre alle prove relative al controllo delle caratteristiche meccaniche di cui al punto 7.4 della UNI-EN 10025, anche tutti i controlli di cui al punto 2.4 delle Istruzioni CNR 10011.

Il Direttore dei lavori procederà inoltre al controllo dei materiali in cantiere secondo quanto previsto all'art. 11.3.3.5.4 del

D.M. 14.01.2008, l'onere delle prove di laboratorio resta a carico dell'Appaltatore.

All'atto dell'approvvigionamento dei materiali l'Appaltatore dovrà tenere conto delle maggiori lunghezze di ordinazione necessarie al prelievo dei saggi da sottoporre a prova.

Le lamiere sulle quali si intestano i principali giunti saldati a T o giunti a croce dovranno essere controllate con ultrasuoni

per accertare la assenza, nelle zone interessate dai giunti, di segregazioni o discontinuità sullo spessore che possano essere origine di strappi lamellari.

### **7.1.2 BULLONI E PERNI**

I bulloni saranno del tipo ad alta resistenza delle classi 10.9, secondo UNI 3740, come rappresentato sui disegni di progetto ed avranno caratteristiche dimensionali conformi alla UNI 5712 per le viti ed UNI 5713 per i dadi.

La associazione di viti e dadi e la qualità delle rosette dovranno essere conformi alle norme vigenti.

Non è ammesso l'impiego di bulloni che non portino su viti e dadi il contrassegno col marchio del produttore e la classe.

## **7.2 PRESCRIZIONI GENERALI**

### **7.2.1 CONTROLLI E RESPONSABILITÀ**

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare. Per le centine della facciata dovranno altresì essere valutate in fase di taglio e assemblaggio in officina delle lamiere, tutte le "monte costruttive" e "precarichi" da assegnare ai vari elementi per recuperare tutte le deformazioni dovute ai pesi propri che si avranno durante le fasi di montaggio, al fine di garantire la perfetta complanarità delle lame a montaggio completato.
- b) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare. Per le centine della facciata dovranno altresì essere valutate in fase di taglio e assemblaggio in officina delle lamiere, tutte le "monte costruttive" e "precarichi" da assegnare ai vari elementi per recuperare tutte le deformazioni dovute ai pesi propri che si avranno durante le fasi di montaggio, al fine di garantire la perfetta complanarità delle lame a montaggio completato.
- c) per quanto concerne la struttura delle facciate, data la complessità geometrica dovrà essere altresì fornito e sottoposto ad approvazione della DL il piano di montaggio delle strutture e degli elementi di finitura (lame, vetrate e pannelli). A questo proposito si ricorda all'Appaltatore che la particolare forma di alcune centine (es 6 - 7 ecc.) rende più deformabili alcune zone della facciata rispetto ad altre, per cui la variazione dell'entità dei carichi durante le fasi di montaggio dettata dalla scelta della sequenza di montaggio degli elementi di finitura, potrà richiedere più volte la registrazione degli stessi per garantirne la perfetta complanarità a montaggio completato,
- d) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione. I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono

dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Appaltatore darà comunicazione alla Direzione dei lavori specificando la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è "qualificato" secondo le norme vigenti.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la Direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuarne e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori.

Alla Direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei lavori, la quale darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare si dovrà controllare che la controfrecce e il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopraccitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometria, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione dei

lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

## **7.2.2 MONTAGGIO IN CANTIERE**

Nel montaggio in cantiere delle strutture metalliche dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni.

Prima di iniziare i montaggi ispezionare le predisposizioni nelle opere in cemento armato e nei piani di appoggio per controllare allineamenti e livelli.

Confermare l'accettazione delle opere alla D.L. strutturale.

Non distorcere la struttura in acciaio e non superare i limiti di sollecitazione stabiliti nel D.M.LL.PP. 09/01/1996.

Fornire tutte le controventature di montaggio necessarie a garantire una completa stabilità dell'opera durante la costruzione.

Riempire le cassette di ancoraggio e sigillare lo spazio sotto le piastre di appoggio con malte e betoncini antiritiro di tipo approvato.

Eseguire i montaggi nel rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione della prima colonna eretta:  $\pm 5$  mm;
- dimensioni lineari: fino a 15 m:  $\pm 10$  mm;  
da 15 a 30 m:  $\pm 15$  mm;  
oltre 30 m:  $\pm 20$  mm;
- piombo delle colonne: 1 per mille;
- livello piastra di base della prima colonna eretta:  $\pm 5$  mm;
- livello trave al collegamento con la colonna:  $\pm 10$  mm;

## **8 OPERE SPECIALI - MICROPALI**

### **8.1 MICROPALI**

#### **8.1.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI**

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più idonee in relazione alla natura del terreno attraversato. In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Di norma le perforazioni saranno quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno consistere in:

- acqua
- fanghi bentonitici
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavori.

Previa comunicazione alla Direzione lavori potrà essere adottata la perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco", senza rivestimento non è di norma ammessa; potrà essere adottata, previa comunicazione alla Direzione Lavori, solo in terreni uniformemente

argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata  $c_u$  che alla generica profondità di scavo H soddisfino la seguente condizione:

$$c_u \geq Y H/3$$

dove:

Y = peso di volume totale.

La perforazione “a secco” è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro.

La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovraconsolidati.

Nel caso della roto-percussione, sia mediante martello a fondo foro che mediante dispositivi di battuta applicati alla testa di rotazione (tipo Sistema KLEMM), l'Appaltatore dovrà assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parti I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni.

In caso contrario per modalità di impiego della roto-percussione ed i necessari provvedimenti dovranno essere comunicati alla Direzione Lavori.

La Direzione lavori, a sua discrezione, potrà richiedere all'Appaltatore di eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese a carico del medesimo Appaltatore.

### 8.1.2 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

La tipologia delle attrezzature ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Appaltatore alla Direzione lavori.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

### 8.1.3 TOLLERANZE

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- |   |         |
|---|---------|
| • coordinate planimetriche del centro del micropalo : | ± 2 cm  |
| • scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico :   | ± 2 %   |
| • lunghezza :   | ± 15 cm |
| • diametro finito :                                   | ± 5 %   |
| • quota testa micropalo :                             | ± 5 cm  |

### 8.1.4 MATERIALI

a) Armature con tondi di acciaio

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni delle normative di riferimento per le costruzioni in cemento armato ed essere conformi al progetto.

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei micropali saranno costituite da staffe o da una spirale in tondino, esterne ai ferri longitudinali.

I micropali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in “gabbie”; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro e/o morsetti.

Le gabbie di armatura, all’atto della messa in opera, dovranno essere perfettamente pulite ed esenti di ruggine.

Le armature saranno dotate di opportuni distanziatori atti a garantirne la centratura nel foro con un copriferro netto minimo di 4 cm rispetto al diametro nominale del foro.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà con la miscela cementizia, è necessario che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

#### b) Tubi di acciaio

E’ prescritto l’impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell’acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, e di norma, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all’80% carico ammissibile a compressione.

Le valvole di iniezione, ove previste, saranno del tipo a “manchette”, ovvero costituite da una guarnizione in gomma, tenuta in sede da due anelli metallici saldati esternamente al tubo, sul quale, in corrispondenza di ciascuna valvola, sono praticati almeno 2 fori a . 8 mm.

#### c) Profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno esser conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l’impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standards commerciali (12 ÷ 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle norme citate al punto 1.3.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere che il saldatore abbia la qualifica a norma UNI 4634.

#### d) Malte a miscela cementizie di iniezione

##### d.1) Cementi

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l’aggressività dell’ambiente esterno.

##### d.2) Inerti

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri colanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

#### d.3) Acqua di impasto

Si utilizzerà acqua chiara di cantiere, dolce, le cui caratteristiche chimicofisiche dovranno soddisfare i requisiti di cui al punto 2.2.1.

#### d.4) Additivi

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti, L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'appaltatore si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

#### d.5) Preparazione delle malte e delle miscele cementizie

##### - Caratteristiche di resistenza e dosaggi

Di norma la resistenza cubica da ottenere per le malte e per le miscele cementizie di iniezione deve essere:

$$R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0,5$$

##### - Composizione delle miscele cementizie

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua :	600 Kg
cemento :	1200 Kg
additivi :	10 ÷ 20 Kg

con un peso specifico pari a circa:

$$Y = 1,8 \text{ Kg/dm}^3$$

##### - Composizione delle malte cementizie

Nella definizione della formula delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

acqua :	300 Kg
cemento :	600 Kg
additivi :	5 ÷ 10 Kg
inerti :	1100 ÷ 1300 Kg

##### - Impianti di preparazione

Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semi-automatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- bilance elettroniche per componenti solidi

- vasca volumetrica per acqua
- mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min.)
- vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici, per le miscele cementizie
- mixer, per le malte.

- Controlli su miscele e malte cementizie

La tipologia e la frequenza dei controlli da eseguire dello stesso tipo di quella prevista per i calcestruzzi al punto 10.

### **8.1.5 MODALITA' ESECUTIVE**

#### **8.1.5.1 Micropali a iniezioni multiple selettive**

##### **a) Perforazione**

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata  $\geq 10$  m<sup>3</sup>/min
- pressione 8 bar

##### **b) Allestimento del micropalo**

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

##### **c) Iniezione**

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 9.4.4.d)5.

##### **c1) Formazione della guaina**

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si

provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

#### c2) Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar, in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezioni si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo di armatura.

#### c3) Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione :  $\approx$  100 bar
- portata max :  $\approx$  2 m<sup>3</sup>/ora
- n. max pistonate/minuto :  $\approx$  60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

#### d) Controlli e documentazione

per ogni micropalo eseguito l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti
- caratteristiche dell'armatura
- volume dell'iniezione di guaina

- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase: data, pressioni di apertura, volumi di assorbimento, pressioni raggiunte
- caratteristiche della miscela utilizzata: composizione, peso specifico, viscosità Marsh, rendimento volumetrico o decantazione, dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

#### 8.1.5.2 Micropali a semplice cementazione

##### a) Perforazione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 8.1.5.1.a).

##### b) Allestimento del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto 8.1.5.1.b), si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

##### c) Cementazione

###### c1) Riempimento a gravità

Il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno  $\geq 80$  mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se il diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

###### c2) Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente, Successivamente si applicherà al rivestimento un'idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5 ÷ 0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'ara agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fatturazione idraulica

degli strati superficiali.

d) Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito l'Appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti
- caratteristiche dell'armatura
- volume della miscela o della malta
- caratteristiche della miscela o della malta.

## 8.2 PRESCRIZIONE ED ONERI GENERALI

a) Prima di dare inizio ai lavori l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una planimetria riportante la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun palo.

b) Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alle indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, ecc.) che possono interferire con i pali (micropali) da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere effettuate prima dell'inizio delle operazioni di infissione o perforazione.

c) Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà eseguire il tracciamento dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo (micropalo).

d) L'appaltatore dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti, Sarà altresì cura dell'Appaltatore selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei pali (micropali).

e) Nel caso in cui durante il corso dei lavori l'Appaltatore ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate, sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie.

f) Sarà cura dell'Appaltatore apporre adeguati contrassegni, opportunamente spazati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi, ecc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare la profondità d'infissione, il livello d'estrazione ed il rifiuto.

g) Sarà cura dell'Appaltatore adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo. Sarà altresì cura dell'Appaltatore evitare che l'installazione dei pali arrechi

danno, per effetto di vibrazioni e/o spostamenti di materie, ai pali adiacenti così come ad opere e manufatti preesistenti.

h) Sarà cura dell'Appaltatore provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti materiali di risulta provenienti dalle perforazioni e dalle lavorazioni comunque connesse con la realizzazione dei pali.

i) Sarà cura dell'Appaltatore far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi richiesti dalla D.L. qualora si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche previste dal progetto.

j) Sarà cura dell'appaltatore provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali (micropali), fino alla quota di progetto (piano d'imposta della fondazione sovrastante), provvedendo altresì alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura. nel caso in cui, per effetto delle lavorazioni subite, la parte superiore del palo non avesse le caratteristiche richieste, l'Appaltatore dovrà provvedere alla estensione della scapitozzatura (per eliminare tale parte) ed alla ricostruzione, fino al piano d'imposta della fondazione.

k) Saranno a totale carico dell'Appaltatore tutti gli oneri derivanti dalla realizzazione dei Controlli di Qualità così come previsti al punto 9.7, dalle prove di carico e/o collaudo come definite al punto 9.8.1. e di altre prove che ad insindacabile giudizio della Direzione lavori si rendessero necessarie al fine di verificare le caratteristiche dei pali (micropali).

### **8.3 CONTROLLI DI QUALITA'**

a) Le modalità e la incidenza dei controlli di qualità da eseguire su pali e micropali saranno definite negli elaborati progettuali e comunque in accordo con la Direzione Lavori e il Collaudatore.

b) Per quanto concerne i controlli, da eseguire sui pali di medio e grande diametro, basati su prove soniche, considerata la necessità di predisporre all'interno del palo dei tubi di misura (1 o più tubi metallici aventi diametro interno non inferiore a 1 ½"), l'Appaltatore prima dell'inizio delle attività dovrà individuare, in accordo con la Direzione lavori, i pali da sottoporre a tale tipologia di controllo (carotaggio sonico, prove cross-hole).

c) I pali di medio e grande diametro sottoposti a prove di carico assiale, potranno essere sottoposti a discrezione della Direzione Lavori ad una prova di ammettenza meccanica.

### **8.4 PROVE DI CARICO**

#### **8.4.1 GENERALITA'**

Nei paragrafi che seguono vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

#### a) Definizione

si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (Pmax) è in generale pari a 1,5 volte il carico di esercizio (Pes);
- prove di carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (Pmax) è in generale pari a 2,5 ÷ 3 volte il carico di esercizio (Pes);

#### b) Normative e specifiche di riferimento

Valgono le Norme già richiamate al punto 9.3. ed inoltre: ASTM D1143-81: "Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load".

#### c) Numero e ubicazione dei pali di prova

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della Direzione Lavori, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

#### d) Caratteristiche dei pali di prova

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

#### e) Scelta dei pali (micropali) da sottoporre a collaudo

I pali (micropali) da sottoporre a prove di collaudo (vedi punto 9.8.1.a) saranno scelti dalla Direzione Lavori fra quelli costituenti l'intera palificata.

### 8.4.2 PROVE SU PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

#### 8.4.2.1 Prove di carico assiale

a) Definizione dei carichi di prova

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di Pprova sarà

$P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$  per  $D \leq 100$  cm e  $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$  per  $D \geq 100$  cm

•  $P_{prova} = P_{lm}$

ove con  $P_{lm}$  si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno

b) Attrezzatura e dispositivi di prova

b.1) Dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa  $\geq 200$  mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente ( $\approx 3$  mesi)

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico si unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa  $M$  dovrà essere non inferiore a 1,2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1,2 \cdot P_{prova}/g = 0,12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o il bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 5 diametri).

L'Appaltatore, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali; qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richieste, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore

al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante ( $\pm 20$  kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

#### b.2) Dispositivi per la misura dei cedimenti

Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, dispositivi a  $\approx 120^\circ$  intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenza di 2 ore circa.

#### c) Preparazione della prova

##### c.1.) Preparazione dei pali da sottoporre a prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n. 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per la successiva apposizione di micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

##### c.2) Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ( $h_{\min} = 1,5$  m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

#### d) Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

##### 1° CICLO

a) Applicazione di “n” ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

t= 0 (applicazione del carico)

t= 2'

t= 4'

t= 8'

t= 15'

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore. Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive (t= 15'):

$$\delta s \leq 0,025 \text{ mm}$$

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

t= 0

t= 5'

t= 10'

t= 15'

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

t= 30'

t= 45'

t= 60'

##### 2° CICLO

a) Applicazione di “m” ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico Pprova (o Plm).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto “b” del 1° Ciclo.

c) Il carico Pprova, quanto è minore di Plm., sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità  $3 \delta P$ ) con misure a:

t= 0

t= 5'

t= 10'

t= 15'

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino t = 60'; una lettura finale sarà effettuata

12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lm}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento ( $P_{lm}$ )  $\geq 2$  cedimento ( $P_{lm} - \delta P$ )
- cedimento ( $P_{lm}$ )  $\geq 0,10$  diametri.

#### e) Documentazione delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatore e la loro media aritmetica;
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- il numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, ecc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione;
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

#### 8.4.2.2 Prove di carico su pali strumentati

##### a) Generalità

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 11.8.2.1.b).

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di

realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

## b) Attrezzature e dispositivi di prova

### b.1) Strumentazione lungo il fusto del palo

Il numero e l'ubicazione delle sezioni strumentate sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori, in ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro. Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro. Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo. Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

### b.2) Strumentazione alla base del palo

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scale di circa  $20 \div 30$  mm e precisione del 0,2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

#### c) Metodologie d'installazione degli estensimetri elettrici

gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto..

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori

#### d) Preparazione ed esecuzione della prova

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto 8.4.2.1.

#### 8.4.2.3 Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nell'esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 9.7.2.1.), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro . 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di

tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tuboguida.

Se richiesto dalla Direzione lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

## **8.5 PROVE SU MICROPALI**

### **8.5.1 PROVE DI CARICO ASSIALE**

#### a) Scelta dei carichi di prova

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà

- $P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$
- $P_{prova} = P_{lm}$

ove con  $P_{lm}$  si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

#### b) Attrezzatura e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto 9.7.2.1.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significati a norma di quanto definito nel punto 9.7.3.1.a).

#### c) Preparazione della prova

##### c.1.) Preparazione dei micropali da sottoporre a prova

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di  $\approx 20$  cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, ecc.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n. 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto ed a trasferire il carico sul micropalo.

### c.2) Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

### d) Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

#### 1° CICLO

a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

t= 0 (applicazione del carico)

t= 2'

t= 4'

t= 8'

t= 15'

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore. Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $\delta t = 15'$ ):

$s \leq 0,025$  mm.

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

t= 0

t= 5'

t= 10'

t= 15'

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

t= 30'

t= 45'

t= 60'

## 2° CICLO

- a) Applicazione rapida di un carico di entità 1/3 Pes
- b) Lettura dei cedimenti a  $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
- c) Scarico rapido e letture a  $t = 0$  e  $5'$
- d) Applicazione rapida di un carico di entità 2/3 Pes
- e) Lettura dei cedimenti come in “b”
- f) Scarico come in “c”
- g) Applicazione rapida di un carico di entità par a P
- h) Lettura dei cedimenti come in “b”
- i) Scarico con letture a  $t = 0, 5', 10', 15'$  e  $30'$ .

## 3° CICLO

- a) Applicazione di “m” ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\Delta P$ , fino a raggiungere il carico Pprova (o Plm).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto “b”.
- c) Il carico Pprova, quanto è  $< Plm$  sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a  $t = 0, t = 5'$  e  $t = 10'$  e  $t = 15'$ . A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ .

Si considererà raggiunto il carico limite Plm, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s (Plm) \geq 2 \cdot s (Plm - \delta P)$
- $s (Plm) \geq 0,2 d + sel.$

Ove:

d = diametro del micropalo

sel = cedimento elastico del micropalo

- e) Documentazione delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto 8.8.2.1.e).

## 8.6 CRITERI DI MISURAZIONE

### 8.6.1 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

La profondità raggiunta da ciascun palo dovrà essere verificata in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore.

I pali verranno misurati in base all'effettivo sviluppo, esclusa la porzione soggetta a scapitozzatura, a partire dal fondo dello scavo sino all'intradosso della fondazione o trave di collegamento.

Nel caso si richiedesse espressamente da parte della Direzione Lavori o dagli elaborati progettuali, una perforazione a vuoto, questa verrà contabilizzata a parte.

### 8.6.2 MICROPALI

I micropali verranno misurati a partire dall'effettiva profondità raggiunta sino

all'estradosso della fondazione.

La perforazione a vuoto sarà valutata a parte. Di norma l'armatura metallica (tondi, barre, tubi, profilati, ecc.) sarà contabilizzata con opportuno prezzo.

## **9 IMPALCATI**

### **9.1 GENERALITÀ**

L'oggetto della presente sezione riguarda le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei ponti, dei viadotti e dei sottovia, e l'insieme degli elementi costruttivi che li compongono.

Sarà cura dell'Impresa procedere, in fase di progetto, allo studio del piano di sollevamento/varo delle strutture costituenti ponti e viadotti.

Qualora il cantiere ricada nell'ambito di applicazione del D.Lgs 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni, il piano dovrà essere parte (piano particolareggiato) del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

#### **9.1.1 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI**

Il calcolo delle strutture dovrà tener conto anche delle sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio.

Lo studio di sollevamento/varo, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere preventivamente trasmesso alla Direzione Lavori.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D. Lgs 81/2008 e s.m.i., ecc.)

In particolare per i cantieri ricadenti nell'ambito di applicazione del D. Lgs 81/2008 e s.m.i. e successive modifiche ed integrazioni, tutte le operazioni di realizzazione dell'infrastruttura dovranno essere eseguite in conformità a quanto indicato nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e sotto la supervisione del Coordinatore per l'Esecuzione.

Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Sarà cura dell'Impresa eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così

come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standard qualitativi prefissati.

Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste.

Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 N° 1086 dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Impresa provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

I materiali costituenti le opere in ferro dovranno avere caratteristiche non inferiori a quelle previste dalle Specifiche di Approvvigionamento e dovranno essere sottoposti ai controlli di qualità previsti dalle Specifiche.

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

## **9.2 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI**

### **9.2.1 PONTI E VIADOTTI IN FERRO**

#### **9.2.1.1 Strutture portanti in acciaio**

Il funzionamento statico o le sollecitazioni agenti sulle singole strutture in dipendenza delle modalità e delle diverse fasi di montaggio dovranno essere state considerate dall'Impresa all'atto della progettazione dell'opera.

Nella relazione di calcolo dovranno quindi essere indicate le modalità di montaggio ed il funzionamento statico nelle diverse condizioni.

#### **9.2.1.2 Approvvigionamento materiali**

I materiali impiegati per la costruzione delle strutture dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nella sezione "Acciaio" del presente Capitolato.

In ogni caso i materiali dovranno, come minimo, corrispondere ed essere qualificati

e/o controllati in conformità alle disposizioni di cui alle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 09/01/996).

#### 9.2.1.3 Saldature, bullonature, chiodature

Per quanto concerne le differenti tipologie di giunzioni, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

##### Saldatura

Le specifiche dei procedimenti di saldatura dovranno essere preparate dall'Impresa sottoposte all'approvazione e qualifica da parte di un Istituto specializzato (Istituto Italiano della Saldatura, R.I.NA. (Registro Italiano Navale).

Congiuntamente alla Specifica sarà sottoposta all'approvazione del predetto Istituto il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

Ovviamente le modalità di saldatura e l'estensione dei controlli dovranno comunque soddisfare le prescrizioni della normativa vigente.

##### Bullonatura

L'accoppiamento foro-bullone dovrà essere di precisione.

Il massimo gioco complessivo tra foro e diametro del bullone sarà pari a 0,3 mm, per bulloni aventi diametro massimo 20 mm, e pari a 0,5 mm, per bulloni aventi diametro maggiore di 20 mm.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati nel prospetto 4-IV della norma CNR 10011/05.

La forza di trazione (Ns) nel gambo della vite dovrà essere pari a:  $N_s = 0.8 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$  (per bulloni non soggetti a taglio)

$N_s = 0.7 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$  (i bulloni soggetti a taglio) dove  $A_{res}$  è l'area della sezione resistente

della vite ed  $f_{kn}$  la tensione di snervamento su provetta.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano o chiavi, pneumatiche, ambedue i dispositivi dovranno possedere un meccanismo limitatore della coppia applicata.

Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del  $\pm 5\%$ .

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.

#### **Chiodatura**

Dovrà essere realizzata in conformità alle prescrizioni del D.M. 09/01/1996.

#### **9.2.1.4 Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo e nel piano di montaggio che, ferma restando la totale ed esclusiva responsabilità dell'Impresa, con congruo anticipo sull'inizio dei montaggi, dovrà essere trasmesso alla Direzione Lavori.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contrefreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni, ove necessario, si potrà procedere alla alesatura (assolutamente vietato l'uso della fiamma) di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco (delle superfici di contatto) non più di due ore prima dell'unione.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi e sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

#### 9.2.1.5 Verniciature e/o impermeabilizzazione

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui alla Sezione "9 ACCIAIO Paragrafo 9.19 Verniciature" del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di acciaio autopassivante per la costruzione di cassoni di impalcato, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione.

Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nel punto precedentemente richiamato.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche l'Impresa dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

Per la impermeabilizzazione vale quanto riportato nel punto successivo.

### **9.2.2 IMPERMEABILIZZAZIONE**

#### 9.2.2.1 Mastice di asfalto sintetico

##### **Materiali**

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

##### **Legante**

Dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15% - 19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% - 16% in, peso sulla miscela finale), compreso il bitume

contenuto nel filler asfaltico.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra  $-0,1 < IP < +0,1$  calcolato secondo la formula:

$v = \log 800 - \log \text{penetrazione a } 298 \text{ K};$

$u = \text{temperatura di P. e A. in K detratti } 298 \text{ K};$

#### 15.2.3.1.3 Filler

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

#### Sabbia

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;

#### Miscela finale

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ( $V_b - V = 5 - 7$  in cui  $V_b$  è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELMI (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato

processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

#### **Modalità di applicazione**

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori da emulsione bituminosa al 50+55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358+363 K), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,6-0,7 Kg/m<sup>2</sup> nel primo caso e di 0,35-0,50 Kg/m<sup>2</sup> nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K ( $\pm 10$  K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della Direzione Lavori le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 281° K.

Il mastice asfaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer

di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al successivo punto 15.2.3.1.7, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>.

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si scioglia con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413° K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

#### **Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico**

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

Procedura I:

- a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 483°~503° K;
- b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso preventivamente portato alla temperatura di 423°-433° K;
- c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 min;
- d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;

e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473°-483° K onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

Procedura 2:

a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e miscelazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 min, fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;

b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473-483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

#### 9.2.2.2 Guaine bituminose preformate armate

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

##### **Modalità di posa in opera**

Per le modalità di preparazione delle solette e per le sistemazioni in corrispondenza dei coronamenti valgono le prescrizioni dei precedenti punti.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

Metodo di posa n° I:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 283°K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m<sup>2</sup>, verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta;

Metodo di posa n° 2:

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300 g/m<sup>2</sup> verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m<sup>2</sup> di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeametro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

#### **Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione**

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

#### **Primer di adesione al supporto**

Il primer di adesione alle superfici in conglomerato cementizio sarà costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 358'-363 K); sarà additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350-500 g/m<sup>2</sup>.

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0,2 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 293K (± 5 K).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" FORD 4 a 298K, dovrà essere compresa tra 20 e 25 s (primer con 50% di residuo secco).

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

**Massa bituminosa della guaina**

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente Polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A.:  $\geq 423$  K;
- punto di rottura Frass: 258 K;
- penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299 K): 20 - 30 dmm. La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

**Armatura delle guaine**

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche riportate nel capitolo della sezione “Movimenti terra” del presente Capitolato.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114)  $> 300$  q/m<sup>2</sup>
- resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)  $\geq 18$  kN/m
- allungamento (UNI 8939)  $> 60\%$
- lacerazione (UNI 8279/9)  $\geq 0,5$  kN
- punzonamento (UNI 8279/14)  $\geq 3$  bar
- inalterabilità all'azione anche prolungato di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi

- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa

**Guaina preformata**

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0, 5 mm dalla superficie superiore a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):
- guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg
- guaina di spessore non minore di 4 mm ≥ 4,500 kg
- resistenza a trazione (UNI 8202/8):
- longitudinale ≥ 18 kN/m
- trasversale > 16 kN/m
- resistenza alla lacerazione (LTNI 8202/9):
- longitudinale 0,16 kN
- trasversale 0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):

classe di resistenza/carico sopportato su sfera Ø 10 mm

- su supporto rigido Ps4 > 25 kg
- su supporto non rigido Ps4/ > 25 kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la

partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

### **9.2.3 APPARECCHI D'APPOGGIO**

#### **9.2.3.1 Generalità**

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di “cerniera” e di “carrello – cerniera” e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 “Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale, precompresso e per le strutture metalliche” ed ali apparecchi d'appoggio per le costruzioni - Istruzioni per l'impiego CNR 10018/99.

Inoltre dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali” e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n° 34233 del 25/2/1991.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio corrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il progetto esecutivo dovrà contenere:

- a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, delle deformazioni viscosi ed al ritiro del calcestruzzo;
- b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- d) l'indicazione della preregolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la

determinazione della pressione di contatto;

f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;

g) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile alle norme UNI;

h) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto.

In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere prerogolato sempre secondo le prescrizioni di progetto.

Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

#### 9.2.3.2 Materiali

In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

a) Acciaio laminato: Sarà della classe Fe37, Fe43 o Fe52 - grado D delle norme UNI 7070-72

b) Acciaio fuso a getti: Sarà della classe FeG520 delle norme UNI 3158-1977.

c) Acciaio inossidabile.

Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-1971.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a 60°C ± 2, senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.

La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra 0,1 µ (UNI

3963).

d) Elastomeri

Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.  
Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione,  $\geq 10\text{N/mm}^2$  [ $100\text{ Kg/cm}^2$ ] (UNI 6065-67);
- allungamento a rottura,  $\geq 300\%$  (UNI 6065-67);
- deformazione permanente a compressione (UNI4913), (50%;24h;70°C)  $\leq 20\%$ ;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

e) Politetrafluoroetilene (PTFE). Per le superfici di scorrimento.

Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.

Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-1966, saranno le seguenti:

- densità:  $2,13 \div 2,23\text{ g/cm}^3$ ;
- resistenza a trazione (23°C),  $\geq 24\text{ N/mm}^2$  [ $240\text{ Kg/cm}^2$ ];
- allungamento a rottura (23°C)  $\geq 300\%$ ;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35°C.

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato,  $240 \div 295\text{ dmm}$  (Din 51804);
- punto di congelamento,  $\leq -50^\circ\text{C}$  (DIN 51556);
- essudazione (Bleeding) 24h a  $150^\circ\text{C}$ ,  $\leq 3\%$  (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).

#### g) Altri materiali

L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, da quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:

- documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
- proposte da parte dell'Impresa di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori;
- in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

#### 9.2.3.3 Prove sui materiali

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa secondo le norme di accettazione riportate.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla Direzione Lavori.

#### 9.2.3.4 Assemblaggio

##### **Collegamenti provvisori**

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

##### **Pre-regolazione**

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Impresa al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

##### **Contrasegni**

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

#### **Riferimenti**

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento.

In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale.

Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

#### 9.2.3.5 Posa in opera

##### **Verifica delle sedi predisposte**

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e sovrastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio.

Tale ripristino sarà a carico dell'Impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%;

oltre tale tolleranza per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

##### **Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità**

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e sovrastanti con zanche d'appoggio.

È a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti.

In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia neoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori saranno compensate con appositi prezzi da indicare nell'offerta.

Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

#### **9.2.4 GIUNTI DI DILATAZIONE**

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta.

L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto.

Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n 34233 del 25-2-1991.

Sulla base di tali dati l'Ente si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

Sono a carico dell'Impresa, oltre alla fornitura e posa in opera, anche gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;

tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:

- l'adattamento dei casseri;
- le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
- la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;
- qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

#### **9.2.5 DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE**

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n° 34233 del 25/2/1991.

#### **9.2.6 SOTTOVIA**

I sottovia da realizzare al di sotto del tracciato stradale in progetto dovranno essere realizzati in c.a. e come tali rispondere ai requisiti già esposti nella Sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

## **9.3 SPECIFICA DI CONTROLLO**

### **9.3.1 DISPOSIZIONI GENERALI**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

Le opere in oggetto sono costituite da:

- manufatti realizzati in conglomerato cementizio, posti in opera in particolari condizioni e con accorgimenti peculiari;
- opere finite accessorie (pali, pozzi di fondazione; etc.);
- manufatti realizzati in strutture metalliche particolare e/o specifici di questo tipo di realizzazioni.

Per i controlli di alcune classi di lavoro, si farà riferimento alle corrispondenti sezioni del presente Capitolato, per le lavorazioni, i materiali, le parti d'impianto, la posa in opera, non compresi nelle specifiche di cui sopra si farà riferimento ad integrazione delle citate specifiche, alle prescrizioni contenute nei successivi paragrafi.

### **9.3.2 SPALLE, PILE, IMPALCATI**

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "Calcestruzzi" del presente Capitolato. Per le finiture è previsto l'utilizzo di vernici anti-graffiti.

### **9.3.3 IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO**

Questa tipologia di opere comprende sia le strutture portanti che i bulloni e i chiodi necessari per l'accoppiamento delle varie parti.

#### **9.3.3.1 Caratteristiche dei materiali**

Per le opere in oggetto si utilizzeranno tutti i materiali Indicati nelle specifiche di progetto e nel Capitolato di Costruzione.

Questi materiali debbono soddisfare i requisiti richiesti nella Normativa Tecnica "per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche", di cui al D.M. 09/01/96, nonché quanto indicato nei corrispondenti punti della presente sezione.

L'Impresa deve quindi provvedere all'approvvigionamento dei suddetti materiali presso fornitori qualificati ed in grado di fornire gli stessi in accordo alle norme e specifiche sopra citate.

I materiali forniti debbono essere corredati dalla apposita certificazione richiesta nelle norme citate, o da certificati di prove di laboratorio sui lotti di materiale fornito, in alternativa ai precedenti, come di seguito dettagliato.

#### 9.3.3.2 Controlli sui materiali

Il controllo della rispondenza dei materiali alle prescrizioni del contratto è demandato al fornitore.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. 09/01/96 ed alle norme UNI qui di seguito citate:

a) profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati, ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle prove meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:

- UNI 7070/82 per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;
- UNI 7937 per il coefficiente di strizione;
- UNI 5329 per il controllo ultrasonoro.

b) materiali vari per elementi non saldati: lamiere strigliate; grigliati.

La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alle Norme UNI 7070/82.

c) bulloneria: ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:

- UNI 3740 e UNI 7845, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
- UNI 3740 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.

Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo.

Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1% del lotto. La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

- prodotti qualificati secondo D.M. 09/01/96, 3 serie di prove ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;
- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi oltre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione di 3 serie per ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla DL.

#### 9.3.3.3 Controlli in costruzione per impalcati

##### **Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni**

L'Impresa deve, sulla base del progetto e delle prescrizioni tecniche sulla lavorazione ed il montaggio:

- redigere un piano di lavorazione sulla base del progetto esecutivo e del Capitolato di Costruzione;
- definire, per le travate a maglie triangolari, le modalità di assemblaggio del cassone;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione. Dopo le suddette positive verifiche la D.L. darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

##### **Controlli in fase di costruzione**

I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti.

- Controlli dimensionali e di posizionamento

Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiere e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.

- Controlli sulle saldature

Le saldature dovranno essere effettuate con le modalità prescritte nella presente sezione del Capitolato.

La loro esecuzione deve essere comunque progettata, programmata ed effettuata in

accordo alla seguente normativa:

Norme generali del D.M. 26/02/1936 e s.m.i.; Norme tecniche del D.M. 09/01/1996 e s.m.i.; Legge 1086 del 5/11/1971 e s.m.i.

Il piano di controllo delle saldature dovrà rispettare le specifiche del presente Capitolato e del progettista, e potrà seguire le seguenti indicazioni:

- piena e travi principali di altezza ridotta, le saldature di testa dovranno essere radiografate al 100 %;
- longitudinali di testa nella lamiera di fondo del cassone;
- trasversali di testa nella lamiera di fondo del cassone e nelle relative nervature longitudinali, se realizzate in corrispondenza delle travi trasversali sottostanti;
- conci terminali di travi a parete piena a via inferiore, qualora sia prevista una riduzione di altezza delle stesse in prossimità degli appoggi.

Essi non potranno comunque essere inferiori ad un controllo radiografico sul 20% delle saldature ed ad ultrasuoni sul restante 80%.

- Controllo sul serraggio dei bulloni

Il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con le modalità operative come indicato nelle NTC2008.

Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:

- si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
- si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;
- si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria.

Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10% dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

- Controlli sulle chiodature

Si effettueranno i controlli prescritti dalla normativa vigente, con la stessa frequenza e modalità indicate per il serraggio dei bulloni.

- Controllo delle frecce d'inflessione e corretta posa in opera dei manufatti

Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con controfrecce di montaggio.

Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.

- Controllo sui rivestimenti e verniciature

Il controllore dovrà verificare visivamente lo stato generale delle verniciature e prendere di conseguenza le opportune azioni per il ripristino delle stesse.

#### 9.3.3.4 Controlli in fase di assemblaggio e posa in opera

##### Impalcato in c.a.p.

L'Impresa deve preparare il "Piano di sollevamento/varo" dell'impalcato, con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare.

Questo Piano operativo sarà presentato alla D.L. per approvazione.

Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio dell'impalcato, l'Impresa dovrà dare comunicazione alla D.L. della data di inizio dei lavori.

##### Pile per viadotti

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

#### **9.3.4 APPARECCHI DI APPOGGIO**

Premesso che gli apparecchi di appoggio ed i coprigiunti dovranno essere del tipo omologato ed approvato dalla committente, la presente procedura di controllo fa' riferimento alla documentazione di tipo contrattuale nonché a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.

##### 9.3.4.1 Controlli sulle forniture e sui materiali

##### Controlli degli apparecchi d'appoggio

Si controllare, in sede di posa in opera, che ogni apparecchio fornito sia dotato della documentazione di verifica e controllo del produttore.

##### Controlli della posa in opera degli apparecchi d'appoggio

La posa in opera avverrà secondo le indicazioni riportate nella presente Sezione.

Le verifiche di posa in opera, sdraino effettuate dall'Impresa, in contraddittorio con la DL, per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte.

I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:

- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera;
- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa;
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali;
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili;
- verifica della pre-regolazione della corsa.

## **10 PAVIMENTAZIONI**

### **10.1 Pavimentazione in compound HDPE/legno, in listelli "millerighe"**

Pavimento galleggiante realizzato con profili in legno composito, con sezione con femmina da 200x21 mm aventi un peso pari a circa 4,80 kg/metro lineare.

Doghe realizzate mediante estrusione con compound composito a base HDPE (highdensity polyethylene) miscelato con farina di legno, opportunamente additivato con sostanze anti-UV , anti-fungo ed anti-alga nonché di lubrificanti e stabilizzanti di processo. Peso specifico 1,23 gr/cm<sup>3</sup>. Materiale con durezza Brinell HB media di 7 Kg/mm<sup>2</sup>, modulo di elasticità a flessione medio di 3.700 MPa, percentuale di assorbimento d'acqua inferiore a 1% dopo 24 ore di immersione. Valori certificati attraverso idonea prova realizzata da laboratorio CATAS o equivalente accreditato. Materiale conforme a quanto previsto dal D.M. 203/2003 inerente gli acquisti di materiale riciclato da parte delle pubbliche amministrazioni. Sistema completo di magatelli di appoggio in alluminio anodizzato realizzati con apposita sezione da 58x27 mm idonea per l'inserimento di clips di acciaio inox per il fissaggio senza viti a vista delle tavole stesse con fughe di larghezza a scelta di 2 o 6 mm. Colore a scelta della DL tra quelli disponibili a catalogo. Disegno di superficie con rigature longitudinali, bordi laterali e fascia centrale lisci; retro tavola con finitura "centorighe". Finitura superficiale antiscivolo (R10/R11) realizzata mediante spazzolatura eseguita con denti metallici.