

**PARCO EOLICO BORGO MEZZANONE S.r.l.**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO NEL TERRITORIO COMUNALE DI FOGGIA E MANFREDONIA**

**PROGETTO DEFINITIVO**  
2019

**PROGETTAZIONE**



via Volga c/o Fiera del Levante Pad.129 - BARI (BA)

ing. Sebanino GIOTTA  
ing. Fabio PACCAPELO  
ing. Francesca SACCAROLA



via Beatrice Acquaviva D'Aragona n.5 - CAVALLINO (LE)

ing. Daniele CALO' - ing. Paolo MELETI

**ARCHITETTURA E PAESAGGIO**

arch. Vincenzo RUSSO  
via Puglie n.8 - Cerignola (FG)

**GEOLOGIA**

geol. Giuseppe CALO'

**ACUSTICA**

ing. Sabrina SCARAMUZZI

**ARCHEOLOGIA**

Nostoi S.r.l.

**ASPETTI NATURALISTICI, FAUNISTICI E PEDOLOGIA**

dott. Giuseppe MARZANO - dott. Leonardo BECCARISI - dott.ssa Chiara VACCA

**COMUNICAZIONE**

Flame Soc. Coop. a.r.l.

**PD.R. ELABORATI DESCRITTIVI**

**R.7 DISCIPLINARE DESCRITTIVO PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI**



<b>1. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI</b>	<b>5</b>
1.1 CANTIERI, MEZZI D'OPERA, DEPOSITI DI MATERIALI	5
1.1.1 Norme generali di esecuzione	5
1.1.2 Cantiere	5
1.1.3 Vie d'accesso	5
1.1.4 Ponteggi e opere provvisorie	6
1.1.5 Macchinari e mezzi d'opera	6
1.1.6 Custodia	6
1.1.7 Sgombero	6
1.2 TRACCIAMENTI	6
1.3 SCAVI E SBANCAMENTI	7
1.3.1 Norme generali di esecuzione	7
1.3.2 Tipologie di scavo	8
1.3.3 Presenza di trovanti	9
1.3.4 Presenza d'acqua	9
1.4 RIPORTI, RIEMPIMENTI E DRENAGGI	10
1.4.1 Norme generali di esecuzione	10
1.4.2 Formazione di rilevati	10
1.5 CALCESTRUZZI	12
1.5.1 Norme generali di esecuzione	12
1.5.2 Componenti normali dei calcestruzzi	12
1.5.3 Additivi e componenti particolari dei calcestruzzi	13
1.5.4 Approvvigionamento e trasporto dei calcestruzzi	13
1.5.5 Getti	14
1.5.6 Stagionatura	20
1.6 CASSEFORME	22
1.7 ARMATURE PER CALCESTRUZZI	22
1.8 FONDAZIONI	23
1.8.1 FONDAZIONI SU PALI	24
1.8.2 Pali	25
1.8.3 Micropali	25
1.9 SOLAI	26
1.10 IMPERMEABILIZZAZIONI	26
1.11 MURATURE	27
1.12 VESPAI	27
1.13 SOTTOFONDI	27
1.14 PAVIMENTAZIONI	27
1.14.1 Generalità	27

1.14.2 Pavimento "flottante"	28
1.14.3 Pavimento "industriale"	29
1.14.4 Pavimento in piastrelle di gres	30
1.15 RIVESTIMENTI, ZOCCOLI, BATTISCOPIA	30
1.16 OPERE IN PIETRA	31
1.17 INTONACI	32
1.18 MANUFATTI IN FERRO E METALLICI	33
1.19 SERRAMENTI ED ACCESSORI	34
1.19.1 Infissi esterni	34
1.19.2 Infissi interni	36
1.20 TINTEGGIATURE E VERNICIATURE	36
1.20.1 Verniciatura di superfici metalliche	36
1.20.2 Verniciatura di manufatti in legno	37
1.20.3 Verniciatura con smalto sintetico	37
1.20.4 Applicazione di vernice trasparente	37
1.20.5 Tinteggiatura di opere murarie	38
1.21 STRUTTURE PREFABBRICATE IN CALCESTRUZZO	39
1.22 IMPIANTI AUSILIARI	39
1.22.1 RETE E IMPIANTO DI MESSA A TERRA	39
1.22.2 CANALIZZAZIONI DI SERVIZIO PER CAVI ELETTRICI	42
1.22.3 IMPIANTI ELETTRICI CIVILI	45
1.22.4 IMPIANTI SPECIALI	46
1.22.5 IMPIANTI DI ADDUZIONE E SMISTAMENTO ACQUA	48
1.22.6 IMPIANTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE PIOVANE, REFLUE E DI SCARICO	49
1.23 STRADE, MARCIAPIEDI E PIAZZALI	52
1.23.1 Pavimentazioni in asfalto	53
1.23.2 Pavimentazioni in altri materiali	54
1.24 REALIZZAZIONE OPERE ELETTROMECCANICHE	54
1.24.1 MONTAGGIO CARPENTERIE METALLICHE	54
1.24.2 MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT	56
1.24.3 MONTAGGIO APPARECCHIATURE MT	59
1.24.4 SEZIONE PROTEZIONE E CONTROLLO	62
1.25 COLLEGAMENTI ELETTRICI	64
1.25.1 CONNESSIONI AT	64
1.25.2 CONNESSIONI MT	66
1.25.3 CONNESSIONI BT	69
1.25.4 CONNESSIONE DI APPARECCHIATURE E STRUTTURE METALLICHE AI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA	72

1.26 AEROGENERATORI	74
1.26.1 ROTORE E PALE	75
1.26.2 HUB	75
1.26.3 ALBERO PRINCIPALE	76
1.26.4 GEARBOX (RIDUTTORE)	76
1.26.5 ACCOPPIAMENTO DELL'ALBERO VELOCE	76
1.26.6 SISTEMA DI IMBARDATA	76
1.26.7 TORRE TUBOLARE	76
1.26.8 NAVICELLA	76
1.26.9 GENERATORE	77
1.26.10 CONVERTITORE	77
1.26.11 TRASFORMATORE	78
1.26.12 SEGNALAZIONE NOTTURNA E DIURNA	78
<b>2. MATERIALI</b>	<b>81</b>
2.1 MATERIALI PER LE OPERECIVILI	81
2.1.1 Norme generali di accettazione	81
2.1.2 RINFORZI PER TERRENI	82
2.1.3 CALCESTRUZZI	83
2.1.4 CASSEFORME	96
2.1.5 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	97
2.1.6 INTONACI	107
2.1.7 IMPERMEABILIZZAZIONI	108
2.2 MATERIALI PER LE OPERE ELETTROMECCANICHE	108
2.2.1 Generalità	108
2.2.2 Controllo ed accettazione	109
2.2.3 Linea in cavo 150 kV	109
2.2.4 Apparecchiature AT	109
2.2.1 Apparecchiature MT	111
2.2.2 Sistema misure fiscali	113
2.2.3 Materiali accessori	113
2.2.4 Imballaggio	114
2.2.5 Movimentazione dei materiali	114
2.2.6 Disimballaggi	114
2.2.7 Custodia dei materiali prima dell'impiego	114
<b>3. ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE</b>	<b>115</b>
3.1 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	115
3.1.1 Norme generali di esecuzione	115
3.1.2 Norme generali di valutazione	115

3.2 CONTROLLI FINALI	115
3.2.1 Norme generali di esecuzione	115
3.2.2 Norme generali di valutazione	116
3.3 CONSEGNA DELLE OPERE	116
3.3.1 Generalità	116
3.3.2 Verifiche da parte dell'Appaltatore	116
3.3.3 Arredamento di locali	118
3.3.4 Pulizia finale	118
3.3.5 Norme generali di valutazione	119
3.4 COLLAUDI	119
3.4.1 Generalità	119
3.4.2 Collaudi in corso d'opera delle opere civili	119
3.4.3 Collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere civili	119
3.4.4 Prove in corso d'opera su impianti elettrici AT, MT, BT e impianti ausiliari	120
3.4.5 Collaudi finali	120
3.4.6 Norme generali di valutazione	120

## **1. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **1.1 CANTIERI, MEZZI D'OPERA, DEPOSITI DI MATERIALI**

#### **1.1.1 Norme generali di esecuzione**

I cantieri, i depositi dei materiali da utilizzare e i mezzi d'opera da impiegare devono rispondere alle normative vigenti in materia, soprattutto in merito alla sicurezza, e finalizzati esclusivamente all'esecuzione delle opere appaltate.

#### **1.1.2 Cantiere**

L'Appaltatore provvede all'installazione del cantiere. Su richiesta del Committente, l'Appaltatore deve consegnare al Committente stesso prima dell'allestimento le planimetrie con evidenziate le strade d'accesso, l'ubicazione delle baracche, dei prefabbricati e della loro destinazione, l'ubicazione dei mezzi e dei macchinari fissi e mobili, delle aree di deposito dei materiali da egli stesso approvvigionati, delle gru e di quant'altro necessario. Il Committente può dare in merito le proprie indicazioni a cui l'Appaltatore deve attenersi. Nelle planimetrie devono essere indicati eventuali impianti elettrici in tensione, nonché l'attraversamento di altri servizi (elettricità, acquedotti, telecomunicazioni ecc.). L'Appaltatore deve tenere a disposizione del Committente un locale per uso ufficio in una baracca o in un prefabbricato. L'Appaltatore deve allestire il cantiere nel rispetto delle norme vigenti e garantendo il minimo disturbo alle aree limitrofe. L'Appaltatore deve curare la tenuta del cantiere con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati devono essere accuratamente ordinati; i macchinari tenuti in efficienza ed in sicurezza, le baracche ben individuabili per destinazione d'uso. Deve essere tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere per tutta la durata dei lavori. L'Appaltatore non deve in alcun caso introdurre, depositare o accantonare materiali, attrezzature e quant'altro di estraneo nei cantieri.

#### **1.1.3 Vie d'accesso**

Se per l'accesso al cantiere si renda necessario la realizzazione di vie d'accesso, l'Appaltatore deve eseguirle a norma di legge, richiedendo le necessarie autorizzazioni alle competenti autorità e previo accordi scritti con i proprietari dei terreni interessati. Al termine dei lavori i terreni interessati dalle vie d'accesso devono essere di norma riportati allo stato precedente dell'opera, salvo diversa autorizzazione rilasciata dalle competenti autorità, dalla quale risulti che il Committente sia sollevato da qualsiasi responsabilità e da ogni onere di manutenzione, e con l'accordo scritto dei proprietari dei terreni interessati.

#### **1.1.4 Ponteggi e opere provvisionali**

Qualora si renda necessario utilizzare ponteggi e/o opere provvisionali, l'Appaltatore deve eseguirle a norma di legge, eseguendo o facendo eseguire (nei casi in cui ciò sia prescritto dalle Leggi vigenti) la preventiva progettazione a professionisti abilitati iscritti ad albo professionale, curando la loro installazione e lo smontaggio a fine lavori. Gli elementi costituenti i ponteggi devono essere accatastati in cantiere in modo ordinato e in sicurezza.

#### **1.1.5 Macchinari e mezzi d'opera**

Tutti i macchinari ed i mezzi d'opera necessari all'esecuzione dei lavori devono essere tenuti in piena efficienza ed utilizzati dall'Appaltatore a norma di Legge. L'Appaltatore deve impiegare i mezzi per la movimentazione ed il trasporto di materiali e/o del personale a pie' d'opera con la dovuta diligenza e cautela, in relazione all'ubicazione ed all'accessibilità delle aree in cui deve eseguire i lavori.

#### **1.1.6 Custodia**

La custodia del cantiere e di quanto in esso contenuto, nonché di tutti i materiali e dei mezzi d'opera, è affidata all'Appaltatore.

#### **1.1.7 Sgombero**

Lo sgombero dei cantieri deve essere curato dall'Appaltatore con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati devono essere accuratamente rimossi e trasportati in sicurezza, le baracche smontate con ordine e cura. Deve essere tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere dopo lo sgombero. Le aree esterne eventualmente modificate per l'inserimento dei cantieri devono di norma essere riportate allo stato precedente l'opera.

### **1.2 TRACCIAMENTI**

L'Appaltatore è integralmente responsabile dei tracciamenti che deve eseguire sul terreno per l'esecuzione delle opere appaltate. I tracciamenti devono rispettare dimensioni, proporzioni, allineamenti, quote, orientamenti planimetrici e spaziali di quanto contenuto nel Progetto. L'Appaltatore è altresì responsabile della tenuta e dell'identificazione dei tracciamenti nonché della loro completa cancellazione al termine di ciascuna lavorazione.

## 1.3 SCAVI E SBANCAMENTI

### 1.3.1 Norme generali di esecuzione

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 14/01/2008, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori. Il Progetto contiene i dettagli relativi agli scavi (misure utili, posizione, tipologia, natura del terreno, presenza d'acqua ecc.) in base alle previsioni del Committente. Qualora in corso d'opera si manifestino situazioni non previste in Progetto, l'Appaltatore deve darne tempestiva comunicazione al Committente, che si riserva di rilevarne l'entità in contraddittorio con l'Appaltatore.

La profilatura delle sezioni di scavo deve avvenire su terreno originario, quindi per asportazione e non per riporto di materiale. Gli scavi devono essere di norma eseguiti con mezzi meccanici; solo in casi esplicitamente prescritti e/o autorizzati dal Committente, possono essere eseguiti a mano (per esempio in prossimità di impianti, apparati o cavi anche fuori servizio che potrebbero essere facilmente danneggiati). L'eventuale esecuzione manuale degli scavi, necessaria ove è impossibile l'accesso di mezzi meccanici per impedimenti di natura fisica dei luoghi, per imprevisti, per rischi di elettrocuzione ecc., deve essere preventivamente autorizzata dal Committente.

L'Appaltatore deve predisporre ogni accorgimento ed impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza. In particolare deve eseguire, con propri criteri e nell'osservanza delle norme vigenti e/o specificatamente impartite dalle Autorità competenti, le opere necessarie a mantenere stabili ed all'asciutto gli scavi, le puntellature, sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare in sicurezza le spinte dei terreni e delle acque di falda, onde garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti. Ove possibile e previa autorizzazione del Committente, ovvero quando ciò sia necessario in relazione alla natura del lavoro, può essere consentito all'Appaltatore di sostituire le suddette opere di sostegno con la maggiore inclinazione delle pareti purché l'Appaltatore stesso fornisca al Committente idonea relazione di Geotecnico abilitato ed iscritto ad Albo Professionale.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi. L'Appaltatore deve adottare ogni cautela atta a prevenire smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie smottate ed al ripristino delle sezioni di scavo prescritte dal Committente. L'Appaltatore può essere tenuto ad effettuare, senza variazioni delle condizioni contrattuali, l'esecuzione di tutti gli scavi per successivi ripiani anziché per fronti a tutt'altezza. Nel caso in cui le condizioni del lavoro lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare le operazioni di scavo e quelle murarie. Il fondo dello scavo deve, di norma, essere



adeguatamente compattato.

Qualora sia necessario variare forma e/o dimensioni degli scavi previsti nel Progetto, l'Appaltatore deve preventivamente informarne il Committente e ottenerne la specifica autorizzazione. L'Appaltatore deve trasportare a discarica i materiali provenienti dagli scavi che ha eseguito; può eventualmente riutilizzarli, a compensazione, per rinterrati e riporti secondo quanto previsto dal "*PIANO DI UTILIZZO DI TERRE E ROCCE DA SCAVO*". In nessun caso può accantonare (nemmeno temporaneamente) i materiali provenienti da scavi ingombrando in modo totale o parziale fossati, corsi d'acqua di qualsiasi specie, transiti ed accessi ecc.

### **1.3.2 Tipologie di scavo.**

#### ***Scavo di sbancamento***

Si definisce scavo di sbancamento quello da eseguire per avere ampie aree al di sotto del piano di campagna originario, accessibili almeno da un lato con automezzo, con formazione di eventuale rampa d'accesso.

#### ***Scavo a sezione obbligata***

Si definisce scavo a sezione obbligata quello da eseguire per dar luogo a muri, pilastri, vasche, plinti per supporti apparecchiature, fosse e cunette, destinato alla posa di cavi elettrici, tubazioni o condutture ed ubicato al di sotto del piano di campagna o del fondo di uno scavo di sbancamento. L'Appaltatore deve provvedere, a sua cura e spese, a contenere le pareti dello scavo mediante adeguate opere di sostegno e sbadacchiature.

#### ***Trivellazione Orizzontale Guidata (Horizontal Directional Drilling)***

È una tecnologia che consente la posa di tubazioni in polietilene o acciaio, destinate alla posa dei cavi elettrici. La posa avviene mediante una trivellazione, guidata elettronicamente dal punto di ingresso a quello di arrivo, e che permette di evitare scavi a cielo aperto. La posa potrà essere effettuata a secco oppure ad umido (con avanzamento coadiuvato da getto fluido costituito da acqua e bentonite), con le seguenti fasi di lavorazione:

- realizzazione di un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; tali aste sono guidate alla quota e nella direzione voluta;

- allargamento del diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti, mediante utilizzo di un opportuno alesatore montato sulla testa di perforazione;
- ripristino finale dei punti di ingresso e di uscita. Il Directional Drilling è dotato di un sistema di guida e manovra al fondo foro per il controllo ed il direzionamento della perforazione nel sottosuolo, secondo qualsiasi traiettoria.

### **1.3.3 Presenza di trovanti**

Si definiscono "trovanti" elementi lapidei incontrati nel corso di qualsivoglia scavo di dimensioni e pesi tali da non consentire la prosecuzione dello scavo con la benna dell'escavatore. Essi possono essere naturali (massi, scogli, frammenti rocciosi ecc.) o artificiali (fondazioni in cls o muratura interrata, tratti asfaltati e eventuali altre strutture ecc.). Per la prosecuzione dello scavo, i trovanti devono essere ridotti in macroframmenti di dimensioni trasportabili. Qualora l'Appaltatore rilevi una presenza di trovanti non prevista in Progetto, deve darne tempestiva comunicazione al Committente per effettuare la misurazione in contraddittorio.

### **1.3.4 Presenza d'acqua**

L'Appaltatore deve provvedere all'esecuzione di tutte le opere necessarie per l'aggottamento e l'allontanamento delle acque, di qualsiasi provenienza e di qualunque portata, allo scopo di mantenere asciutti gli scavi sia durante il periodo di esecuzione di essi che durante la costruzione delle opere previste entro di essi. Qualora l'Appaltatore rilevi una presenza d'acqua non prevista in Progetto e non dovuta a drenaggio di acque superficiali o meteoriche ma causata dalla natura permeabile dei terreni e dalla presenza di falda, deve darne tempestiva comunicazione al Committente per effettuare la verifica in contraddittorio. Verificata l'imprevista presenza d'acqua, il Committente può disporre, anche su proposta dell'Appaltatore, modifiche al Progetto. L'adozione di onerosi sistemi di aggottamento eventualmente conseguente all'imprevista presenza d'acqua è convenzionalmente classificata come segue:

- attrezzature speciali tipo "Wellpoint" o similari per deprimere la falda al di sotto della quota di fondo dello scavo per l'intera durata dei lavori all'interno dello scavo;
- pompe in funzionamento continuo per mantenere lo scavo asciutto per l'intera durata dei lavori all'interno dello scavo.

## 1.4 RIPORTI, RIEMPIMENTI E DRENAGGI

### 1.4.1 Norme generali di esecuzione

Tutti i materiali da riporto e riempimento devono essere adatti allo scopo cui sono destinati e devono rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla parte "*MATERIALI*". L'Appaltatore può utilizzare anche materiali reperiti tra quelli provenienti da scavi o demolizioni, compatibilmente con il "*PIANO DI UTILIZZO DI TERRE E ROCCE DA SCAVO*".

La stesa dei materiali deve essere eseguita in strati di spessore proporzionato alla natura del materiale, alla funzione del riporto ed al mezzo costipante usato. Gli strati devono avere in ogni caso spessore soffice non superiore a 50 cm, e la pendenza necessaria per permettere un rapido smaltimento delle acque piovane (2% ÷ 5%). Se necessario la superficie degli strati finiti è opportunamente corrugata prima della posa di quelli successivi. Il contenuto d'acqua del materiale impiegato per ogni strato deve essere controllato e limitato sia mediante inumidimento, sia mediante essiccamento all'aria con rimescolamento dei materiali dello strato stesso. Il rinterro deve essere effettuato per strati orizzontali di conveniente spessore, costipando il materiale secondo le disposizioni del Committente. Il costipamento deve avvenire con mezzi adatti alle caratteristiche del terreno, anche a mano dove necessario, fino al raggiungimento della compattezza prescritta dal Committente, il quale stabilisce di volta in volta lo spessore più opportuno degli strati da costipare in relazione ai mezzi impiegati. Devono essere posati i maggiori volumi necessari per compensare gli assestamenti dei riporti e del terreno di imposta. Le scarpate sono opportunamente profilate con le pendenze indicate in progetto. Quando non specificato le pendenze non devono superare il 100% per dislivelli inferiori a 1,5 m, fino ad arrivare a pendenze massime del 33% per dislivelli superiori a 3 m.

### 1.4.2 Formazione di rilevati

I rilevati sono realizzati di norma su piano costipato mediante rullatura fino ad ottenere un valore del modulo di deformazione su piastra non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> come prescritto dalle Norme UNI in merito. La compattazione degli strati, deve avvenire compatibilmente con le opere già presenti con rullo da 12 tonnellate fino al raggiungimento della percentuale di costipamento migliore (esempio: rapporto tra la densità secca in situ, come definita dalle specifiche del CNR, e la densità massima ottenibile dalla prova di costipamento AASTHO modificata risulta non inferiore al 90%). Ove specificata la tipologia del materiale secondo la classificazione UNI, devono essere consegnate le certificazioni del materiale prodotto dalle cave. Ove previsto dal Progetto dovrà essere previsto sul piano di posa l'impiego di geocomposito e, negli strati intermedi sistema di rinforzo con geogriglia bi-orientata a giunzione integrale. Le caratteristiche di tali componenti sono dettagliate nella parte

“*MATERIALI*” del presente Capitolato Speciale.

### ***Prove sui rilevati***

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a sue cure e spese prove sui rilevati per il raggiungimento delle densità previste. Per i rilevati espressamente indicati dal Committente nei documenti contrattuali devono essere documentate le seguenti prove:

- 1 prova Proctor modificata (AASHTO) sul corpo del rilevato;
- almeno 5 prove di densità secca in situ (CNR 22).

Il Committente si riserva il diritto di scegliere l'ubicazione delle prove e partecipare all'esecuzione di esse.

### ***Posa di tubazioni***

Il riempimento di scavi per la posa di tubazioni deve avvenire con tutte le cautele necessarie per non danneggiare i tubi. I riempimenti, cioè i riporti di materiali atti a colmare fosse o scavi delimitati da terreno o da strutture, devono, di norma, essere effettuati con le medesime modalità soprariportate. Il riempimento degli scavi (in genere a sezione obbligata) nei quali siano stati posizionati cavi elettrici, in particolare AT o MT, e tubazioni deve avvenire secondo le modalità prescritte dalla Normativa Tecnica in materia.

L'esecuzione deve avvenire con i materiali e con gli accorgimenti in essi prescritti. Gli spessori degli strati devono essere tali da garantire il perfetto isolamento e la protezione dei cavi. L'Appaltatore deve avere ogni cura per eseguire il riempimento degli scavi con tutte le cautele necessarie per non danneggiare i cavi e/o i tubi. Il riempimento deve essere proseguito anche dopo la posa in opera delle protezioni meccaniche dei cavi o della maturazione dei rin fianchi in cls ove previsti.

### ***Riempimenti***

I riempimenti da addossarsi alle murature di contenimento devono essere eseguiti per strati orizzontali di uniforme altezza; i materiali non devono essere scaricati direttamente contro le murature e devono venire addossati alle stesse solo quando queste abbiano raggiunto un sufficiente grado di maturazione, costipandoli adeguatamente.

## 1.5 CALCESTRUZZI

### 1.5.1 Norme generali di esecuzione

Tutti i calcestruzzi prodotti e/o comunque impiegati dall'Appaltatore devono:

- corrispondere alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche" nel testo legislativo in vigore;
- possedere tutti i requisiti prescritti nei documenti contrattuali e/o comunque necessari per essere idonei a realizzare le opere oggetto dell'appalto;
- essere gettati in opera con ogni accortezza, in modo omogeneo, ben dosato e ben vibrato, per rendere l'opera idonea allo scopo a cui è destinata;

Con l'esecuzione di essi, l'Appaltatore deve eseguire i provini ("cubetti") per le prove di compressione da tenersi presso Laboratori Ufficiali atte a stabilire la qualità dei getti come stabilito dalle Norme di Legge e dalle prescrizioni UNI in merito. Inoltre, su richiesta del Committente, l'Appaltatore è tenuto, con proprio personale ed a proprie spese, a prelevare i campioni di calcestruzzo nel corso del getto, nei momenti indicati dal Committente, e a provvedere alla confezione dei provini. Per i prelievi del calcestruzzo, la preparazione e la conservazione dei provini l'Appaltatore è tenuto a osservare anche le norme UNI in merito. Oltre i controlli di cui sopra, il Committente si riserva il diritto di effettuare prove non distruttive. Qualora le resistenze caratteristiche ottenute con i procedimenti sopra indicati non corrispondessero a quelle richieste, l'Appaltatore può proporre al Committente l'esecuzione, a propria cura e spese, di controlli teorici e/o sperimentali della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non avente le caratteristiche richieste, sulla base della resistenza del conglomerato ovvero con prelievo di provini di calcestruzzo maturato ("carotaggi"). Il Committente si riserva il diritto di chiedere all'Appaltatore un'indagine statistica su tutte le opere interessate, con prelievo di campioni ed altri mezzi ritenuti idonei, al fine di controllare la riuscita dei manufatti. Se queste indagini dovessero dare risultati sfavorevoli, l'Appaltatore deve provvedere al rifacimento di tutte le opere contestate.

### 1.5.2 Componenti normali dei calcestruzzi

Tutti i componenti che concorrono alla formazione dei calcestruzzi (acqua, leganti, inerti, eventuali additivi ecc.) devono rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla parte "*Materiali*".

I componenti devono essere conservati e maneggiati correttamente in modo da trovarsi, al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione; devono inoltre essere dosati in modo da rispondere al criterio del migliore rapporto acqua/cemento al fine di ottenere calcestruzzi che:

- all'atto della posa siano lavorabili in ogni punto (specialmente attorno alle armature), e

- compattabili, con i previsti mezzi, in una massa omogenea ed isotropa;
- forniscano alle scadenze prescritte un materiale impermeabile e compatto, le cui serie di provini raggiungano le resistenze caratteristiche richieste.

### **1.5.3 Additivi e componenti particolari dei calcestruzzi**

Sostanze aeranti o fluidificanti o acceleranti della presa non possono essere in nessun caso impiegate senza la preventiva approvazione del Committente. Qualora l'aggiunta degli additivi, richiesta dall'Appaltatore, venga approvata dal Committente, questi vengono forniti dall'Appaltatore a propria cura e spese. A meno che per particolari esigenze del Committente i documenti contrattuali del presente appalto non ne indichino specificatamente l'utilizzo, l'Appaltatore può proporre l'utilizzo di componenti e/o dosaggi speciali o particolari differenti da quelli di normale utilizzo. In tali casi l'Appaltatore deve accompagnare le proprie proposte con certificati di prova rilasciati da Istituti Ufficiali attestanti che, con gli inerti e le composizioni proposte, i calcestruzzi rispondano alle qualità necessarie per la realizzazione delle opere appaltate. In ogni caso l'approvazione da parte del Committente non solleva in alcun modo l'Appaltatore dalla responsabilità integrale dell'ottenimento delle prescritte qualità del calcestruzzo; in qualunque momento una di esse cessi dall'essere ottenuta, il Committente può ritirare la propria approvazione e prescrivere che l'Appaltatore apporti, a tutte sue spese, le necessarie correzioni, ivi compreso l'aumento del dosaggio in cemento.

### **1.5.4 Approvvigionamento e trasporto dei calcestruzzi**

L'Appaltatore si può approvvigionare di calcestruzzo già confezionato presso impianti di produzione

industriale purché la confezione e il trasporto avvengano rispettando le norme in materia e le prescrizioni UNI in merito, senza dar luogo a segregazione degli elementi o ad inizio della presa prima della posa in opera. Sono a totale carico dell'Appaltatore tutti i provvedimenti atti ad assicurare che la temperatura del calcestruzzo all'uscita delle betoniere e all'atto della posa in opera si mantenga fra 7° C e 30° C. Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa. Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

### 1.5.5 Getti

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico; -ore di inizio e fine scarico; -dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato. Il Direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattualistica e classe di consistenza.

#### ***Programma dei getti***

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;

- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

### ***Modalità di esecuzione***

Prima dell'esecuzione del getto, saranno disposte le casseforme e le armature di progetto, secondo le modalità disposte dagli articoli ad esse relativi. In fase di montaggio delle armature e dei casseri vengono predisposti i distanziali, appositi elementi che allontanano le armature dalle pareti delle casseforme tenendole in posizione durante il getto e garantendo la corretta esecuzione del copriferro. L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto. I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc. Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm.

Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad  $\frac{1}{3}$  del diametro interno del tubo della pompa. Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a  $\frac{1}{3}$  del diametro interno del tubo di distribuzione. Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento. La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate. L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi. Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori. Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione. È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente



dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm. Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratorii, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera. Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace. Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche anti dilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

Se si adopera calcestruzzo autocompattante, esso deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo. Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque anche dalla densità delle armature.

### ***Getti in climi freddi***

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;

- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $\geq +5$  °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $\leq 0$  °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione. L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie. Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura. Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile. Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo. Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo. Nella tabella seguente sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Dimensione minima della sezione (mm <sup>2</sup> )			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate. Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con

l'ambiente.

### ***Getti in climi caldi***

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio

in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori. I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa. I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti. Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto. Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

### ***Interruzioni del getto***

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo. Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie. In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più

efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza). Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore. Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del Direttore dei lavori.

### ***Compattazione***

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Sarà effettuata pertanto la compattazione mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento. Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto. La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

### **1.5.6 Stagionatura**

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
  - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
  - la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0$  °C, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
  
- durante la messa in opera:
  - erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
  - erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
  - proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
  - ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.

- dopo la messa in opera:
  - minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
  - la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70 °C;
  - la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20 °C;
  - la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15 °C.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali. Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento alla norma UNI EN 206. L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista. Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di

protezione e maturazione.

## 1.6 CASSEFORME

Le casseforme devono avere le esatte forme e dimensioni previste dai disegni esecutivi e conformi al tipo eventualmente specificato nel progetto. Le casseforme ed i relativi sostegni devono avere dimensioni e rigidità sufficienti per resistere, senza deformazioni apprezzabili, al peso che devono sopportare ed alle azioni dinamiche prodotte dal costipamento e dalla vibrazione del calcestruzzo. Nell'ancoraggio delle casseforme si deve tenere conto della spinta esercitata dal calcestruzzo fresco, in modo che i paramenti non presentino deformazioni e rigonfiamenti dovuti a cedimenti delle casseforme stesse. Se i casseri sono fissati con dispositivi annegati all'interno del calcestruzzo, tali dispositivi devono essere tali da non lasciare elementi di fissaggio all'esterno del getto ed i relativi fori devono essere colmati al disarmo con una pastiglia di malta avente la medesima tinta del calcestruzzo circostante. E' vietato l'uso dei fili di ferro attorcigliati o raggruppati attraversanti il calcestruzzo destinato a restare a contatto con acqua. La superficie dei casseri deve essere ad ogni impiego accuratamente ripulita e, se del caso, trattata per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e liscia. Sono da curare in modo particolare i giunti fra i singoli elementi, per evitare la fuoriuscita della malta. Il Committente ha facoltà di ordinare casseri per paramenti a vista atti a fornire una superficie del getto perfettamente liscia, tale da non presentare una scabrezza superiore a quella di un normale intonaco civile e priva di tracce di liquidi disarmanti o simili. Il disarmo dei getti deve essere eseguito nel rispetto delle norme di legge e delle prescrizioni del Committente. Dopo il disarmo l'Appaltatore deve curare l'asportazione di tutte le sbavature; i rappezzi sono tollerati solo in casi eccezionali e sono eseguiti secondo le prescrizioni fornite a tale scopo dal Committente. Ove fosse previsto l'uso dell'intonaco, la superficie dei getti deve essere rattivata subito dopo il disarmo e l'applicazione dell'intonaco deve seguire al più presto.

## 1.7 ARMATURE PER CALCESTRUZZI

Si premette che le seguenti norme di esecuzione riguardano tutte le armature per calcestruzzi impiegate nelle opere oggetto dell'appalto, compresi i diaframmi ed i pali gettati in opera. I tondi d'acciaio delle armature per i calcestruzzi devono rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla parte "*Materiali*" del presente documento. Devono essere utilizzate esclusivamente barre nervate, non essendo ammesso l'uso di barre lisce. I tondi d'acciaio devono essere puliti e senza traccia alcuna di ruggine non bene aderente, di pittura, di grasso, di cemento o di terra. Il calcestruzzo deve essere gettato in modo da avvolgerne tutta la superficie con adeguato spessore. Le armature devono corrispondere ai disegni costruttivi per forma, dimensioni e qualità dell'acciaio. Le piegature devono

essere effettuate a freddo, a meno di specifica autorizzazione del Committente che sancisca le modalità di piegature a caldo.

## **1.8 FONDAZIONI**

Il Progetto definisce tipo, posizione ed orientamento delle fondazioni previste; eventuali varianti possono essere prescritte dal Committente e/o autorizzate dal Committente su motivata proposta dell'Appaltatore qualora ciò sia necessario, in relazione alla natura del terreno effettivamente riscontrato in sito. Le pareti laterali delle fondazioni, anche nei punti più bassi, devono essere casserate in modo che nessuna di esse, durante il getto, venga a trovarsi a diretto contatto con il terreno laterale. Fanno eccezione a questa norma le fondazioni parzialmente o totalmente in roccia costruite su progetto apposito, nelle quali il getto deve essere eseguito, parzialmente o totalmente contro roccia. In casi particolari può essere necessario eseguire sottofondi, normalmente costituiti da sabbia, ghiaione o conglomerato magro. Tali sottofondi devono essere sempre preventivamente autorizzati, caso per caso, dal Committente. Le fondazioni devono essere realizzate in scavi il cui fondo risulti essere composto da terreno compatto, completamente drenato e ripulito dalla melma. Qualunque imperfezione del piano deve essere corretta con getto di calcestruzzo magro su eventuale massiccata di costipamento la cui esecuzione è a cura e spese dell'Appaltatore. Qualora le imperfezioni del fondo non possano essere altrimenti eliminate, il Committente può autorizzare un getto di sottofondazione purché risulti inalterata la quota di imposta della fondazione. Non è consentito, salvo casi eccezionali autorizzati dal Committente, eseguire getti di fondazione prima che sia stata completamente eliminata l'eventuale acqua presente nello scavo. L'Appaltatore deve usare mezzi idonei a mantenere drenato lo scavo per tutta la durata delle operazioni di getto, ivi comprese le eventuali interruzioni e le successive operazioni di ripresa, e per almeno 8 (otto) ore dal completamento di ciascuna fondazione.

I getti devono essere fatti a regola d'arte ed è obbligatorio vibrare il calcestruzzo. In ogni caso le membrature metalliche emergenti dalle fondazioni devono essere perfettamente pulite da ogni incrostazione.

### **1.8.1 Fondazione su pali**

Di norma le fondazioni su pali sono realizzate con pali perforati o trivellati in calcestruzzo armato (pali prefabbricati battuti e/o infissi possono essere prescritti solo in casi particolari) del diametro fissato nel Progetto. Essi possono essere costruiti sia in verticale che inclinati mediante scavo a mezzo di attrezzi mordenti (sonda di perforazione o trivella) differenti soprattutto per le modalità di estrazione del materiale rimosso e di contenimento delle pareti dello scavo.

Nel primo caso si effettua la perforazione attraverso la rotazione e l'avanzamento della sonda e la contemporanea infissione di un "tubo-forma" metallico ("incamiciatura del palo") allo scopo di evitare franamenti delle pareti e la decompressione del terreno. Durante lo scavo di pali incamiciati la sonda



non deve mai precedere di oltre 50 cm la quota di affondamento del “tubo-forma”.

Nel secondo caso si procede allo scavo per mezzo di una trivella che, avanzando, compatta lateralmente il terreno e ne porta in superficie quanto rimosso. Per sostenere le pareti dello scavo vengono immessi in pressione attraverso la trivella fanghi bentonitici o “polimeri” (impiegati in densità strettamente necessaria allo scopo). La perforazione può essere eseguita anche attraverso strutture esistenti da sotto fondare o vecchie fondazioni palificate in legno o trovanti. Per consentire il posizionamento delle macchine perforanti, l'Appaltatore deve provvedere a proprie cure e spese alla realizzazione e successiva rimozione di ogni opera necessaria;

Nella realizzazione di ciascun palo, di norma le tolleranze ammissibili dell'asse reale rispetto all'asse di Progetto sono di cm 10 per la posizione e del 3% per l'inclinazione. Se richiesto dal Committente a titolo protettivo, l'Appaltatore deve provvedere al rivestimento della parte

superiore dei pali mediante lamierino metallico opportunamente irrigidito per conservarne la forma stabilita in progetto.

Dopo l'uso, l'Appaltatore deve raccogliere e smaltire a norma di Legge gli eventuali fanghi bentonitici o polimeri usati. Le prove di carico sui pali sono effettuate in base alle norme vigenti in merito.

### **1.8.2 Pali**

Il diametro utile dei pali è di norma maggiore di 30 cm. Essi possono essere realizzati in vario modo a seconda del terreno e del carico sopportato. In genere i pali trivellati vengono armati a trivellazione ultimata, quando viene introdotta la gabbia d'armatura in ferro, realizzata in un solo elemento. Qualora la sua lunghezza fosse tale da impedirlo, sono consentiti solo giunti rispondenti alle modalità stabilite dalle norme vigenti per i cementi armati. Per la posa delle gabbie devono essere previsti opportuni elementi distanziatori, destinati a mantenere la coassialità con l'asse del palo e garantire il dovuto ricoprimento di calcestruzzo. Le armature longitudinali devono essere lasciate sporgere superiormente per il collegamento con il dado di sommità. Il getto del calcestruzzo deve avvenire attraverso un tubo metallico “convogliatore” di diametro adeguato, che raggiunga il fondo dello scavo. Durante il getto, che deve essere il più possibile continuo, l'estremità inferiore del tubo “convogliatore” deve restare sempre immersa nel calcestruzzo (di norma almeno per un metro), evitando eventuali interruzione di continuità.

Qualora nel foro sia disposto un “tubo-forma” provvisorio per la stabilizzazione delle pareti, durante il getto si devono sollevare gradualmente sia il “tubo-forma” che il tubo “convogliatore” prima che inizi la presa del calcestruzzo. Allo scopo di evitare che il calcestruzzo alla sommità del palo presenti inclusioni di fanghi bentonitici o altro, il getto deve essere convenientemente proseguito oltre la superficie prevista per l'imposta del dado di sommità. Questo viene realizzato previa demolizione del calcestruzzo eccedente ed accertamento, da parte del Committente, che la parte rimasta in opera non presenti le suddette inclusioni o altri difetti (detriti o fanghi bentonitici, interruzioni della continuità

del calcestruzzo, ecc.).

### 1.8.3 Micropali

Di norma le fondazioni su micropali sono realizzate con pali perforati o trivellati in calcestruzzo armato di diametro utile minore di 30 cm. Essi possono essere costruiti sia in verticale che inclinati con perforazione a rotazione o rotopercolazione mediante attrezzature adeguate al terreno da attraversare. In caso di terreni particolarmente incoerenti le perforazioni possono essere eseguite con apparecchiature turbosoffianti.

Possono essere realizzati con varie tecnologie, o inserendo nel foro l'armatura costituita da una o più barre ad aderenza migliorata ed eseguendo poi il getto in pressione con malta cementizia dosata a 600 kg/m<sup>3</sup> di cemento tipo 425, oppure inserendo nel foro l'armatura costituita da un tubo di acciaio valvolato ed iniettando, attraverso le valvole, una miscela cementizia costituita, di norma, da cemento tipo 425, acqua e fluidificante. Possono essere usate anche malte speciali espansive le cui caratteristiche e modalità di esecuzione sono riportate nei disegni dimensionali specifici della fondazione su micropali

Su di essi o su appositi "micropali di prova" possono essere effettuate delle prove di carico o di strappamento per verificarne il dimensionamento e la portata. I micropali possono essere utilizzati in terreni di qualsiasi natura e consistenza anche completamente roccioso e in presenza di acqua nonché per l'attraversamento di murature, calcestruzzo, trovanti e roccia compatta.

## 1.9 SOLAI

Le norme di esecuzione contenute nel presente paragrafo si riferiscono sia ai solai orizzontali per la formazione dei piani, sia ai solai inclinati per la formazione di coperture o altre strutture. Il Progetto definisce le caratteristiche dei solai, che di norma sono del tipo a struttura mista di laterizio e calcestruzzo armato con travetti prefabbricati in laterizio armato o in calcestruzzo armato precompresso. Per i solai sia orizzontali che inclinati che venissero realizzati completamente in calcestruzzo armato, valgono le norme di esecuzione di cui al Capitolo *Calcestruzzi* del presente documento. I travetti prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso ed i blocchi forati in laterizio, devono rispondere alle caratteristiche richiamate al Capitolo *Strutture prefabbricate in calcestruzzo* del presente documento. Per il calcestruzzo e le armature di completamento valgono le norme di esecuzione di cui a di cui al Capitolo *Calcestruzzi* del presente documento. In particolare il calcestruzzo deve essere confezionato di norma con cemento Portland R 325 limitando la pezzatura degli inerti in funzione delle dimensioni minime delle nervature e della cappa, e deve avere resistenza caratteristica non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>. Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo di completamento i laterizi devono essere bagnati sino a saturazione. Il getto di completamento

comprende anche la formazione della cappa, e deve essere eseguito in modo da ottenere la migliore aderenza tra il calcestruzzo e le superfici dei travetti, dei laterizi e dei tondi d'armatura. I travetti devono essere opportunamente puntellati con rompitratta di interasse e sezione proporzionati al carico da sorreggere durante il getto del solaio.

## 1.10 IMPERMEABILIZZAZIONI

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi tipo devono essere eseguite da personale specializzato, ponendo particolare cura ai contorni ed in vicinanza di tubazioni o canne passanti. La superficie di posa deve essere convenientemente preparata in relazione alla natura dell'impermeabilizzazione e si devono adottare tutti gli accorgimenti necessari per ottenere la perfetta adesione dell'impermeabilizzazione alle superfici di supporto. L'esecuzione deve garantire l'impermeabilizzazione efficace e duratura delle superfici ricoperte con particolare attenzione in corrispondenza dei giunti, delle superfici verticali, delle superfici inclinate e pendenti e nei raccordi tra diverse pendenze, nonché in corrispondenza di punti singolari. Per impermeabilizzazioni di tipo speciale o particolare, prescritti dal Committente o autorizzati dal Committente su proposta dell'Appaltatore, l'Appaltatore si deve attenere scrupolosamente ai criteri di realizzazione descritti nella documentazione tecnica del fornitore.

## 1.11 MURATURE

I materiali laterizi impiegati nelle murature devono rispondere alle caratteristiche di accettazione di cui alla parte *Materiali*. Essi, prima del loro impiego, devono essere bagnati a saturazione per immersione. Devono essere posti in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna sopra un abbondante strato di malta contro il quale devono essere premuti in modo che la malta stessa rifluisca all'intorno e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure deve essere compresa fra i 5 e i 10 mm. Le murature di spessore minore o uguale a 13 cm devono essere eseguite con laterizi scelti, escludendo quelli incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo. Le pareti devono essere eseguite a corsi orizzontali e le due facce devono risultare perfettamente regolari, verticali e ben serrate contro le strutture superiori. L'Appaltatore deve provvedere alla formazione di opportune piattabande in corrispondenza delle aperture, anche quando vengono preventivamente collocati i controtelai dei serramenti. Gli spigoli e gli angoli di tutte le murature in laterizio devono essere a piombo con una tolleranza massima di 5 mm in rientranza o in sporgenza. Tutte le murature devono essere convenientemente ammortate e serrate contro le

strutture adiacenti. La malta da impiegarsi nella formazione di tutte le murature, deve essere composta di norma con 500 kg di cemento Portland R 325 per m<sup>3</sup> di sabbia. La malta deve essere passata al setaccio per evitare che le connessioni tra i mattoni risultino superiori ai limiti fissati. Il Committente si riserva la facoltà di prescrivere, nel caso particolare di murature che possano venire a contatto con le acque di falda o di canale, l'uso di malta di cemento ferrico-pozzolánico e ciò senza aumento dei prezzi contrattuali delle murature. Le opere in corso di esecuzione devono essere protette dagli effetti nocivi del gelo, delle intemperie e della troppo rapida essiccazione.

## **1.12 VESPAI**

I vespai devono essere formati con pietrame di qualità idonea alla corretta esecuzione del Progetto e di pezzatura superiore a 150 ÷ 200 mm.

L'Appaltatore deve utilizzare preferenzialmente ciottolame di forma tondeggiante, oppure quello proveniente da impianti di frantumazione avendo cura di lavarne bene le superfici. Il pietrame viene posto in opera a mano sia per la formazione di opere in piano, che per la formazione di drenaggi a tergo delle murature in elevazione o di sostegno. Nel caso di vespai in piano, per evitare qualsiasi cedimento, il terreno d'appoggio deve essere spianato e ben costipato con mezzi meccanici e, se prescritto nel Progetto, su di esso deve essere steso uno strato di sabbia di 10 cm di spessore, considerato a tutti gli effetti facente parte del vespaio. I vespai a tergo di muri in elevazione o di sostegno devono essere dotati di idonei drenaggi.

## **1.13 SOTTOFONDI**

I sottofondi costituiti da materiali provenienti da cava devono essere posti in opera a strati successivi di spessore proporzionato alla natura del materiale ed ai mezzi di costipamento usati. Sottofondi isolanti speciali devono essere posti in opera secondo le indicazioni delle ditte fornitrici dei materiali e con l'impiego di manodopera specializzata. I piani destinati alla posa di pavimenti devono essere spianati mediante sottofondi di malta di cemento in modo che la superficie di posa risulti perfettamente piana e parallela a quella del pavimento da eseguire.

## **1.14 PAVIMENTAZIONI**

### **1.14.1 Generalità**

Il Progetto descrive le composizioni delle pavimentazioni, le dimensioni, gli spessori, i carichi che

devono sopportare e quant'altro necessario ad individuare la tipologia di esse. Per pavimentazioni di tipo speciale o particolare, prescritti dal Committente o autorizzati dal Committente su proposta dell'Appaltatore, l'Appaltatore si deve attenere scrupolosamente ai criteri di realizzazione descritti nella documentazione tecnica del fornitore. Di massima possono essere impiegati i seguenti tipi di pavimenti, nelle dimensioni e nelle tipologie atte a sopportare un carico accidentale di 500 kg/mq (se non diversamente specificato nel Progetto):

- battuto di cemento semplice;
- battuto di cemento a "superficie seminata";
- pavimento industriale;
- pavimento flottante;
- piastrelle di gres;
- lastre di marmo o pietra naturale;
- linoleum o resine sintetiche;
- quadroni di calcestruzzo o graniglie;
- elementi prefabbricati in cemento.

La posa in opera di pavimenti di qualsiasi tipo o genere deve essere perfetta in modo da ottenere piani esatti in orizzontale e/o in pendenza dove è necessario lo smaltimento di liquidi o di acque meteoriche. I singoli elementi devono combaciare esattamente tra di loro e risultare perfettamente fissati al sottofondo. I pavimenti devono essere consegnati finiti, lavati e puliti senza macchie ed imbrattature di sorta. Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni tipi di pavimenti.

#### **1.14.2 Pavimento "flottante"**

Si definisce pavimento "flottante" una pavimentazione, generalmente per interni, il cui piano di calpestio in piastrelle prefabbricate è sopraelevato rispetto all'estradosso del solaio sottostante sul quale è appoggiato tramite una struttura di sostegno di acciaio zincato. Di norma, il pavimento "flottante" da utilizzare per le sale quadri deve essere classificato come minimo alla classe 2 (kN 3) nella norma UNI 10466 (carico concentrato 3 kN) o superiore classi 3 o 4 ove previste in progetto. Prima della posa della struttura, il massetto del piano di appoggio deve essere trattato con vernice epossidica bicomponente in funzione antipolvere. Il pavimento deve essere realizzato in modo da garantire nel tempo l'estrazione e la ricollocazione di singoli pannelli senza bloccaggi. L'Appaltatore deve fornire al Committente almeno 2 "ventose" per il sollevamento dei pannelli. Eventuali elementi accessori (per esempio: gradini e chiusure laterali) devono essere realizzati in modo compatibile con il

pavimento ed i suoi elementi.

### ***Struttura di sostegno***

La struttura di sostegno deve essere realizzata in acciaio zincato, formata da intelaiatura continua ortogonale e da colonnine di supporto con base nervata complete di dispositivo di regolazione (di norma  $\pm 2,5$  cm intorno al valore di sopraelevazione previsto dal Progetto). I vari componenti sono collegati tra loro con serraggi a bullone atti a garantire le caratteristiche meccaniche e la continuità elettrica di tutta la struttura in ogni punto (la resistenza elettrica misurata tra punti opposti del perimetro del supporto deve essere inferiore a 0,02 ohm). In corrispondenza delle posizioni di appoggio degli apparati di comando e controllo o di pareti divisorie prefabbricate sono disposti longheroni trasversali continui (di norma di lunghezza non inferiore a 1,8 m). Le colonne di altezza superiore ai 50 cm devono essere convenientemente fissate al pavimento.

### ***1.14.3 Pavimento "industriale"***

Il pavimento "industriale" deve essere realizzato mediante trattamento superficiale del calcestruzzo fresco del massello con prodotto a base di indurenti ed aggregati non metallici di notevole durezza, con granulometria assortita, in modo da garantire la realizzazione di una superficie compatta, resistente all'abrasione ed all'attrito radente e con caratteristiche antiscivolo e antipolvere. Deve essere posta particolare cura nelle lavorazioni eseguite in vicinanze dei telai metallici di base di apparecchiature elettriche (per esempio: scomparti MT). La pavimentazione e il sottostante massello sono suddivisi in aree di dimensioni non superiori a 16 mq, da giunti di dilatazione perimetrale, trasversali e longitudinali, da sigillare con materiali di cui sia garantita la conservazione delle caratteristiche elastiche. La pavimentazione suddetta è estesa alle zone esterne in corrispondenza degli accessi e ai relativi gradini di carico, e deve avere la pendenza verso l'esterno per il deflusso di acque meteoriche. Sulle eventuali rampe devono essere realizzate zone antisdrucchiolevoli mediante la formazione di solchi sullo strato superficiale secondo il disegno a spina di pesce. La finitura superficiale antipolvere e consolidante del cemento deve essere realizzata con applicazione di due mani di vernice, epossidica o epossi-poliuretana. Una prima mano su tutto il pavimento ben asciutto, mentre la seconda a montaggio eseguito delle apparecchiature elettriche. L'applicazione di tutti i componenti del rivestimento deve essere eseguita solo con temperatura ambiente superiore a + 5° C.

#### **1.14.4 Pavimento in piastrelle di gres**

Le piastrelle di gres devono essere poste in opera su un sottofondo già predisposto il cui piano di posa deve essere ben bagnato prima dell'applicazione dello strato di malta per il fissaggio del pavimento. La malta di fissaggio (di norma formata da 400 kg di cemento R 325 per m<sup>3</sup> di sabbia, preparata con il procedere della posa e nella sola quantità che possa occorrere per due ore di lavoro), è disposta in uno strato di posa di spessore non inferiore a cm 2; su tale strato si deve disporre uno strato di cemento in polvere (bianco o di colore adeguato alle piastrelle) non inferiore a mm 3. La posa delle piastrelle deve essere tale che gli interstizi tra le file non siano maggiori di mm 1. La sigillatura delle connessioni deve essere eseguita non prima di 12 ore né dopo 24 ore dalla posa degli elementi impiegando una malta composta con lo stesso tipo di cemento impiegato per la spolveratura sulla malta di fissaggio delle piastrelle. Eseguita la sigillatura, il pavimento deve essere pulito con spugne di gomma.

### **1.15 RIVESTIMENTI, ZOCCOLI, BATTISCOPIA**

I rivestimenti, zoccoli e battiscopa devono essere eseguiti con materiali di prima scelta. Il Progetto descrive le composizioni dei rivestimenti e degli zoccolini, le dimensioni, gli spessori e quant'altro necessario ad individuare la tipologia di essi. Per rivestimenti e zoccolini di tipo speciale o particolare, prescritti dal Committente o autorizzati dal Committente su proposta dell'Appaltatore, l'Appaltatore si deve attenere scrupolosamente ai criteri di realizzazione descritti nella documentazione tecnica del fornitore. L'Appaltatore deve adottare a propria cura e spese tutti gli accorgimenti necessari ad assicurare la perfetta aderenza dei rivestimenti, zoccoli, battiscopa, alla parete retrostante, provvedendo a sua cura e spese ad eventuali rifacimenti per distacchi od altri difetti. Gli elementi dei rivestimenti, zoccoli e battiscopa devono combaciare perfettamente tra di loro, e le linee dei giunti, possibilmente stuccati con cemento bianco, o colorato se trattasi di materiali colorati, devono risultare, a lavori ultimati, perfettamente allineati orizzontalmente e verticalmente. Gli eventuali tagli degli elementi di rivestimento devono essere eseguiti con appositi utensili, in modo che i bordi più in vista risultino rettilinei ed esenti da scheggiature. A lavori ultimati i rivestimenti, zoccoli e battiscopa, devono essere convenientemente puliti. Nelle sale batterie i giunti tra le piastrelle di tipo antiacido devono essere stuccati con malte epossidiche resistenti agli acidi.

## 1.16 OPERE IN PIETRA

Tutti gli elementi lapidei devono avere le caratteristiche di aspetto esterno, grana, colore e venatura peculiari della specie prescelta e rispondente ai requisiti di accettazione di cui alla parte *Materiali*. Tutte le opere in pietra naturale e marmi devono rispondere per forma, dimensioni, specie del materiale e lavorazione, alle prescrizioni del Progetto. Le pietre naturali da taglio devono essere di norma lavorate a bocciarda grossa od a bocciarda fine, a seconda dei casi. Le facce in vista di ciascun concio devono avere spigoli vivi, ben profilati e squadrate in modo che le connessioni tra concio e concio non abbiano larghezza maggiore di 5 o 3 mm, rispettivamente nel caso di lavorazione a bocciarda grossa o fine. Qualunque sia la lavorazione delle facce in vista, le facce di combaciamento, qualora non corrispondano al piano di sega, devono essere ridotte a perfetto piano e lavorate a bocciarda fine. I marmi e le pietre naturali per elementi architettonici devono corrispondere alle forme e dimensioni dei disegni costruttivi. Le superfici in vista possono essere lavorate a pelle liscia, a bocciarda fine con cordellinatura o lucidate a piombo. Le connessioni tra i vari elementi non devono avere larghezza maggiore di 1 mm e le superfici in vista devono presentarsi continue e senza risalti. Le stuccature dei giunti vengono eseguite solo con cemento bianco, dopo che tutti gli elementi di una singola opera sono stati collocati in opera. La messa in opera di tutti i marmi e delle pietre naturali deve essere preceduta dall'accertamento, da parte dell'Appaltatore, della congruenza tra le loro dimensioni e quelle del rustico delle strutture ove queste devono essere collocate. Nel caso che detta congruenza non sia realizzata per difetto di esecuzione dei rustici e/o dei marmi e pietre naturali, il Committente prescrive i provvedimenti da adottare, i cui oneri sono a totale carico dell'Appaltatore. Tutte le pietre naturali e marmi vengono, di norma, poste in opera su un letto dello spessore di 1 ÷ 2 cm di malta di cemento Portland R 325 dosato a 500 kg per m<sup>3</sup> di sabbia. E' vietato l'uso di gesso, cemento a rapida presa o materie simili. Prima della posa in opere le superfici sottostanti devono essere rese idonee mediante scalpellatura e tagli. Il fissaggio delle pietre naturali e marmi alle strutture portanti non può, di norma, essere affidato unicamente all'adesione delle malte; ogni elemento deve pertanto essere ancorato alle strutture mediante graffe, perni o staffe di rame in numero e con disposizione appropriata, in relazione al peso, alle dimensioni ed alla collocazione dell'elemento stesso; a seconda dei casi i suddetti elementi di ancoraggio vengono fissati con le malte prescritte per il letto di posa o con piombo fuso. La norma suddetta vale in particolare per i rivestimenti, i cornicioni, gli architravi e gli stipiti di porte e finestre. In casi particolari, il Committente ha la facoltà di prescrivere che i marmi e le pietre naturali siano collocate in opera prima della formazione delle strutture, ed incorporate con idonei mezzi nelle murature o nei getti di calcestruzzo.



## 1.17 INTONACI

L'intonaco è uno strato di rivestimento protettivo con funzioni estetiche, steso sui muri, pareti e soffitti grezzi e composto da diluente, legante, inerti e additivi. Gli intonaci, sia interni che esterni, non devono essere eseguiti prima che la muratura, o qualsiasi altra superficie su cui si esegue, sia convenientemente asciutta; la superficie da intonacare deve essere ripulita da eventuali residui sporgenti, fino a renderla sufficientemente liscia ed essere bagnata affinché si verifichi la perfetta adesione tra la stessa e l'intonaco da applicare. In corrispondenza di giunti di elementi diversi (ad esempio muratura e calcestruzzo) si deve realizzare un minor spessore al fine di consentire l'applicazione di una rete elastica, per evitare le fessurazioni; intervento da computarsi a parte. Per rispettare la piombatura delle pareti si devono predisporre paraspigoli o stagge negli angoli e guide verticali nella pareti. Gli intonaci non devono mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, nei piani e nei piombi, distacchi dalle pareti, sfioriture, screpolature, ecc.; è cura dell'Impresa proteggere gli intonaci dalle azioni deterioranti degli agenti atmosferici (raggi solari, pioggia, gelo, ecc.). Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno. Per gli intonaci a base di legante cementizio o idraulico, la stesura dell'intonaco dovrà essere eseguita per specchiature di superfici predeterminate mediante la creazione di punti fissi (poste); l'intonaco potrà essere eseguito a mano o mediante mezzi meccanici. La malta del rinzaffo sarà gettata con forza in modo che penetri in tutti gli interstizi e li riempia; si provvederà poi alla regolarizzazione con il regolo; quando questo primo strato avrà ottenuto una leggera presa si applicherà lo strato della corrispondente malta fina (arriccatura) che si conguaglierà con la cazzuola ed il fratazzo. Su questo strato di intonaco grezzo, non appena abbia preso consistenza, verrà steso lo strato di stabilitura detto anche intonaco civile, formato con la corrispondente colla di malta fine (40 mm). La superficie intonacata, risulterà piana, priva di impurità e regolare. Planarità e verticalità dovranno presentare rispettivamente scarto sotto regolo di 2 ml minore o uguale a 8 mm e scarto per piano minore o uguale a 5 mm. Alla fine sarà applicato uno strato di rasante che permette di rendere liscia la superficie.

### ***Normativa riferimento***

UNI EN 13914-1 Progettazione, preparazione e applicazione di intonaci esterni e interni -Parte 1: Intonaci Esterni; UNI EN 13914-2 Progettazione, preparazione e applicazione di intonaci esterni e interni -Parte 2: Considerazioni sulla progettazione e principi essenziali per intonaci interni.

## 1.18 MANUFATTI IN FERRO E METALLICI

Se richiesto dal Committente, i manufatti in ferro e metallici devono essere sottoposti dall'Appaltatore all'accettazione provvisoria del Committente in officina; in particolare, i manufatti in ferro devono essere sottoposti all'accettazione provvisoria in officina prima della loro verniciatura con antiruggine, zincatura a caldo o elettrolitica. I manufatti in ferro e/o altri metalli devono essere eseguiti secondo i disegni e le prescrizioni fornite in sede costruttiva dal Committente e devono essere lavorati con regolarità di forme e precisione delle dimensioni. In particolare:

- le barre devono essere ben diritte e spianate;
- i fori devono essere eseguiti completamente al trapano;
- le saldature devono essere accuratamente ripulite e spianate con la mola, se in vista;
- i tagli delle connessioni devono essere eseguiti con precisione ed esattezza in modo che queste non presentino discontinuità;
- i tagli in vista devono essere rifiniti con la mola;
- le inferriate con elementi intrecciati ad occhio non devono presentare, nei fori formati a caldo, nessuna fessura che si prolunghi oltre il foro necessario;
- prima di riunire definitivamente tra loro elementi di strutture le superfici combacianti devono essere ripulite e spalmate abbondantemente con antiruggine.

I manufatti in ferro devono essere forniti verniciati con una mano di antiruggine di tipo approvato dal Committente, applicata in officina oppure, quando sia specificato nei documenti contrattuali, zincati a fuoco secondo le Norme CEI in merito. L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare il fabbisogno dei vari manufatti rilevandone in posto le misure ed il tipo e numero esatto di pezzi occorrenti. Prima di iniziare la messa in opera l'Appaltatore deve inoltre verificare la congruenza delle dimensioni dei manufatti con quelle delle strutture destinate a riceverli. Nel caso che detta congruenza non sia realizzata per difetto di esecuzione delle strutture e/o dei manufatti, il Committente prescrive i provvedimenti da adottare, i cui oneri sono a totale carico dell'Appaltatore.

### ***Lamiere in ferro zincato***

Le opere in lamiera di ferro zincata, in lastra di rame, di zinco, leghe speciali, canali di gronda, pluviali ed in genere tutti i lavori da lattoniere devono corrispondere per forma, dimensioni e caratteristiche dei materiali al Progetto. La fornitura e la posa in opera deve comprendere tutti gli accessori e pezzi speciali necessari al loro corretto utilizzo. Ciascun elemento deve essere fissato alle strutture portanti a mezzo di ancoraggi adeguati alle dimensioni, al peso ed alla collocazione dell'elemento stesso. Tutti i manufatti sono di norma collocati in opera mediante fissaggio alle strutture

di sostegno, a mezzo di graffe, zanche, bandelle ecc., poste in appositi fori o incassi di forma, dimensioni e numero proporzionato al peso, alle dimensioni ed alla funzione del manufatto. Le graffe o zanche di norma sono sigillate con malta di cemento Portland R 325 dosato a 900 kg per m<sup>3</sup> di sabbia se cadenti entro murature di mattoni o calcestruzzo, mentre devono essere fissate con piombo fuso e battuto a mazzuolo se cadenti su pietra naturale. In corrispondenza di spigoli di pareti da proteggere in modo particolare, può essere prescritta la posa di profilati angolari o speciali di alluminio la cui posa in opera, da effettuarsi mediante zanche metalliche, deve essere fatta contemporaneamente all'esecuzione dell'intonaco in modo che la superficie del profilo sia perfettamente a filo con la superficie della parete finita.

## **1.19 SERRAMENTI ED ACCESSORI**

L'Appaltatore deve fornire e posare in opera tutti i serramenti completi di tutti gli accessori, secondo i disegni

di dettaglio, le descrizioni dei documenti contrattuali, i campioni o le indicazioni che vengono prescritte dal Committente (oppure che vengono autorizzate dal Committente su proposta dell'Appaltatore). Il Committente si riserva il diritto di approvazione preliminare dei serramenti e pertanto può richiedere all'Appaltatore una parte significativa di ciascun serramento-tipo prima della loro produzione. Il Committente può, prima che l'Appaltatore inizi la posa dei serramenti, rigettare la fornitura di essi e chiedere all'Appaltatore di approvvigionarsi diversamente. L'Appaltatore, fino all'accettazione definitiva dei lavori, deve provvedere a sostituire a propria cura e spese qualsivoglia serramento che si sia deformato, incurvato, dissestato o comunque reso inadatto allo scopo cui è preposto. I serramenti di alluminio anodizzato e/o preverniciato (di colore prescritto dal Committente o autorizzato dal Committente su proposta dell'Appaltatore) devono essere fissati su appositi telai in ferro, forniti con adeguato trattamento antiruggine e antiossidante e fissati alle murature mediante zanche. Ciascun telaio deve essere coperto da controtelai di materiale identico ai serramenti. Lo spessore minimo delle parti mobili deve essere almeno di 45 mm. L'impermeabilità dei serramenti deve essere garantita dagli incastri e dai gocciolatoi, pure di alluminio; l'applicazione dei mastici è consentita solo per la sigillatura dei serramenti verso i contorni di marmo o murature, ecc.. Le lastre di vetro sono di norma chiare e, se fissate con stucco, questo deve essere dello stesso colore della verniciatura del serramento.

### **1.19.1 Infissi esterni**

La tipologia degli infissi esterni è definita nei disegni di progetto, ove sono indicati le porte, ad una e due ante ed il loro senso di apertura, e le finestre distinte nei tipi con telaio fisso od apribile a

vasistas. Detti infissi sono realizzati di norma in alluminio verniciato con le tonalità indicate dal Committente. Per tutte le parti aventi funzione resistente e di irrigidimento, si devono impiegare profilati estrusi in lega primaria, di larghezza non inferiore a 50 mm, scelti dal Committente su campionatura proposta dall'Appaltatore. Le cerniere sono in alluminio con perni di acciaio inox girevoli su boccole di materiale plastico autolubrificante. La porzione di cerniera applicata alla parte fissa del serramento deve essere smontabile senza rimuovere il telaio fisso dal vano. I dispositivi di manovra e di bloccaggio sono realizzati e dimensionati in relazione alle sollecitazioni da sopportare e in modo da consentire un'agevole manovrabilità.

Tutte le porte esterne devono essere dotate di dispositivi di fermo a porte aperte del tipo a chiavistello in ottone e sono provviste di chiusura con serratura "ENEL" (o, se prescritto dal Committente, tipo "Yale" a triplice espansione e/o similari). L'Appaltatore deve fornire e posare in opera, dove previsto, porte con maniglioni antipanico a barra orizzontale (con o senza serratura esterna), apribili verso la via di fuga prefissata, di tipo approvato, azionabili dall'interno in qualsiasi circostanza, con caratteristiche di resistenza al fuoco della classe REI relativa all'impiego. Di tali porte l'Appaltatore deve fornire al Committente le certificazioni del costruttore e quelle di corretta posa in opera come previsto dalle norme vigenti. Gli accessori in vista sono di lega di alluminio come i profilati della struttura. Per gli accessori non esposti, l'impiego di materiali metallici diversi dalle leghe di alluminio è subordinato all'adozione di particolari accorgimenti idonei ad evitare corrosioni elettrolitiche per contatto con la struttura in lega di alluminio. Gli infissi devono essere progettati e costruiti in modo da garantire i requisiti di resistenza e di tenuta previsti nel Progetto, o, in assenza di indicazioni, devono essere tali da essere classificati rispettivamente nella:

- classe V3 per quanto riguarda la resistenza al vento;
- classe A3 per la permeabilità all'aria;
- classe E4 per la tenuta all'acqua.

Sono posti in opera completi di ogni accessorio richiesto per il loro montaggio e funzionamento. Le finestre sono previste con telai fissi ed apribili; quest'ultimi sono corredati di organi di chiusura con comando riportato ad altezza d'uomo.

La scelta dello spessore delle lastre di vetro, le caratteristiche di questo e le modalità di posa devono rispettare le norme dell'Unificazione Italiana in materia. Se richiesto dal Committente, le finestre sono dotate di zanzariere.

### **1.19.2 Infissi interni**

Le porte interne devono essere realizzate secondo le indicazioni del Progetto; di norma possono essere ad unica anta ed a due ante, cieche e/o vetrate. Possono anche essere previste pareti vetrate, sopra-luce e quant'altro. Le porte sono fissate ad un controtelaio in lamiera zincata, ancorata alla muratura con almeno tre zanche per lato e sono costituite da:

- telaio di tipo telescopico in alluminio;
- anta mobile, tamburata, costituita da telaio perimetrale in alluminio, di spessore finito non inferiore a mm 40 ed orditura cellulare (nido d'ape) rivestita da laminato plastico melaminico su idoneo supporto (faesite truciolare) con colore a scelta del Committente;
- accessori di movimento e chiusura costituiti da tre cerniere in acciaio bronzato, serrature con doppia mandata e coppia di maniglia a leva in alluminio anodizzato completa di placca.

## **1.20 TINTEGGIATURE E VERNICIATURE**

Le strutture da verniciare in opera, i tipi di vernici, i colori ecc. sono descritti nel Progetto. Nel compiere le verniciature, l'Appaltatore deve adottare ogni precauzione e mezzo necessario a evitare imbrattamenti e/o danneggiamenti di altre opere già eseguite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.) restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati e comunque a ripristinare il grado di pulizia esistente prima dell'inizio dei lavori di pittura. L'Appaltatore deve inoltre adottare ogni precauzione per l'esecuzione di qualsiasi tipo di verniciatura nel rispetto delle normative di sicurezza e di igiene sul lavoro, garantendo l'incolumità del personale impiegato nelle verniciature. Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni casi particolari di verniciatura.

### **1.20.1 Verniciatura di superfici metalliche**

#### ***Preparazione***

La pulizia della superficie deve essere fatta in modo da asportare le scaglie di laminazione ed ogni traccia di calamina e ruggine, mediante spazzolatura manuale o meccanica, o mediante sabbiatura. Le superfici coperte da vecchie verniciature devono essere raschiate in modo da asportare la pellicola, quindi spazzolate in modo da rimuovere ogni traccia di vernice o di ruggine. La superficie deve essere

accuratamente sgrassata con opportuni solventi.

### ***Applicazione dei prodotti***

L'applicazione della prima mano, di norma di antiruggine al cromato di zinco, deve essere effettuata subito dopo l'ultimazione dell'operazione di preparazione. Qualora le parti da verniciare abbiano subito un trattamento di zincatura a caldo, devono essere preparate con una mano di opportuno aggrappante. Di norma viene poi eseguita l'applicazione di due o più mani di olio sintetico o smalto sintetico, nei colori prescritti. Ove non diversamente prescritto, le pitture devono essere applicate esclusivamente a pennello e solo previa autorizzazione del Committente, per le mani successive alla prima di antiruggine, si possono effettuare applicazioni con mezzi diversi. Prima dell'applicazione di ogni mano successiva si deve lasciare passare il tempo necessario per il sufficiente indurimento di quello precedente e si deve eseguire un'accurata spolveratura e pulizia. Ciascuna mano deve essere di colore tale da distinguersi dalla precedente, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

## **1.20.2 Verniciatura di manufatti in legno**

### ***Preparazione***

Le superfici da verniciare devono essere carteggiate, impregnate con olio di lino cotto, trattate con preparato turapori e stuccate. Qualora si tratti di superfici già verniciate, si devono scrostare, carteggiare e stuccare.

## **1.20.3 Verniciatura con smalto sintetico**

Le superfici preparate devono essere coperte con una mano di pittura opaca di fondo. A supporto perfettamente asciutto e non prima di 24 ore, si applicano di norma due mani di smalto sintetico, la seconda mano quando la prima sia perfettamente asciutta e comunque non prima di 24 ore.

## **1.20.4 Applicazione di vernice trasparente**

Sulle superfici preparate si devono stendere di norma tre mani di vernice trasparente ad almeno 24 ore una dall'altra.

## **1.20.5 Tinteggiatura di opere murarie**

### ***Preparazione***

Si deve eseguire di norma un'accurata stuccatura per il livellamento e la ripresa degli spigoli, carteggiatura e spolveratura. Le superfici già coperte da vecchie tinteggiature a calce devono prima venire accuratamente scrostate. Le superfici già trattate con pittura lavabile devono essere pulite con acqua e detersivi al fine di togliere i depositi di sporco. Le superfici già trattate con tinteggiatura a tempera devono essere lavate con acqua in modo da togliere completamente la vecchia pittura.

### ***Tinteggiatura a calce***

Le superfici da tinteggiare devono essere lavate una o due volte con latte di calce diluito. Successivamente, intervallate non più di 24 ore una dall'altra, sono date due o tre passate a pennello di latte di calce, cui viene aggiunto un fissativo a base poliacetovinilica (rapporto 1:10).

### ***Tinteggiatura con idropittura***

Tranne che per le superfici già trattate con idropittura lavabile, deve essere effettuato un preventivo trattamento di imprimitura con dispersione vinilica diluita con 4 ÷ 5 parti di acqua. Ad esso segue l'applicazione di due o tre mani di idropittura, intervallate di almeno 12 ore.

### ***Tinteggiatura a tempera***

La colla deve essere aggiunta a freddo in quantità tale da non dare luogo a scagliamento o sfarinamento. La dosatura della colla non è corretta quando la tinta, anziché filare, rimane attaccata al pennello o cola a gocce. Si applica in tre o più mani. Non deve mai essere usata per esterni.

### ***Tinteggiatura ai siliconi***

Le superfici di cemento o con malta di cemento, devono essere preventivamente lavate con una soluzione al 5% di acido cloridrico in acqua. Trascorse 12 ore si applica la prima mano di tinta, e quindi le successive, fino a che l'intonaco non presenti ulteriore assorbimento.

### ***Trattamento di anticarbonatazione di calcestruzzo a vista***

Le superfici di cemento a vista devono essere preventivamente lavate come sopra e successivamente trattate con applicazione di due mani di vernice protettiva a base acrilica colorata scelta dal Committente.

### ***Tinteggiatura antipolvere di pavimenti in battuto di cemento***

I pavimenti industriali o in battuto di cemento sono tinteggiati con due mani di vernice a base di resina epossidica bicomponente. Una prima mano viene applicata prima della posa in opera delle apparecchiature su tutta la superficie e la seconda a montaggi ultimati. Di norma l'applicazione viene effettuata al riparo dall'irraggiamento solare estivo e da vento forte.

## **1.21 STRUTTURE PREFABBRICATE IN CALCESTRUZZO**

L'Appaltatore deve preliminarmente consegnare al Committente tutta la documentazione tecnica dello stabilimento di fornitura dei manufatti per ottenere il necessario benessere. Il benessere del Committente non solleva in alcun modo l'Appaltatore che è responsabile della fornitura e del montaggio in opera dei manufatti prefabbricati. I manufatti costituiti da strutture portate e portanti ed elementi prefabbricati in calcestruzzo armato (normale e/o precompresso), devono essere conformi alle Norme vigenti nonché a tutte le disposizioni in merito alle costruzioni in zone sismiche. I manufatti devono essere realizzati con elementi componibili prefabbricati in cemento armato vibrato o a struttura monoblocco, tali da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali. Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti deve essere additivato con idonei fluidificanti/impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

## **1.22 IMPIANTI AUSILIARI**

### **1.22.1 RETE E IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

L'intero complesso necessario per la messa a terra di tutte le apparecchiature facenti parte di un impianto primario, può essere così suddiviso:

- a) Rete orizzontale di terra ("maglia di terra");
- b) Collegamenti di messa a terra ("derivazioni")

Il Progetto descrive il complesso di messa a terra in base alle condizioni di calcolo previste, prescrivendo le caratteristiche della maglia, degli eventuali dispersori ausiliari, dei collegamenti di messa a terra, le sezioni, le dimensioni e la tipologia. Tutte le prescrizioni ed i riferimenti contenuti nel presente documento ed in tutti i documenti relativi all'appalto, inerenti i collegamenti di terra, si intendono validi anche per i collegamenti di protezione ed i collegamenti equipotenziali. L'Appaltatore è tenuto alla fornitura di tutti i materiali necessari (ad eccezione dei soli materiali eventualmente



fornitigli dal Committente), ivi compresi quelli per l'esecuzione delle giunzioni, derivazioni, attestazioni con capicorda e collegamenti flessibili; alla fornitura e posa in opera di eventuali graffette di fissaggio e della bulloneria necessaria in acciaio inox; alla sagomatura, al taglio di lunghezza idonea, alla pulitura delle estremità della corda di rame; all'applicazione dei capicorda; all'esecuzione di eventuali forature ed operazioni di saldatura, curando il ripristino della zincatura e quanto altro occorra a dare il collegamento finito. A lavori finiti, i vari collegamenti devono assicurare un'efficiente e duratura continuità elettrica e meccanica e risultare nel loro complesso ben ordinati ed accuratamente sagomati. Gli attrezzi per l'installazione dei morsetti a compressione sia di giunzione che di terminazione devono essere di tipo idraulico o meccanico, adatti alla sezione dei conduttori interessati, e corredati di idonee matrici. Il martello pneumatico usato dall'Appaltatore per l'infissione degli eventuali picchetti deve essere dotato d'apposito battitore con testa a bicchiere adatta alle aste da infiggere. La maglia di terra prevista nel Progetto può essere ampliata prolungando i lati di magliatura per un'estensione variabile in relazione alla resistività del terreno ed alla corrente da disperdere. L'Appaltatore deve eseguire i lavori in tempi e modalità tali da prevenire la possibilità di furti dei materiali.

#### ***Rete orizzontale di terra ("maglia di terra")***

La rete orizzontale di terra ("maglia di terra") è di norma del tipo a maglia quadra, realizzata in corda rame (Cu) di sezione non inferiore a 63 mm<sup>2</sup>, i cui lati di maglia sono fra loro connessi in corrispondenza degli incroci adottando idonei giunti a morsetto del tipo bifilari a compressione. Se richiesto dal Committente, la maglia di terra può essere realizzata in più fasi successive. La maglia di terra deve essere realizzata interrata, a profondità di circa 0,5 ÷ 1,00 m, secondo le disposizioni impartite dal Committente, in un "bauletto" di terreno vegetale di sezione cm 40 x 40 appositamente realizzato. I collegamenti ai picchetti di profondità devono essere eseguiti per mezzo di morsetti di dimensioni adeguate per assicurare una resistenza meccanica e termica equivalente a quella degli stessi picchetti.

#### ***Collegamenti di messa a terra ("derivazioni")***

L'Appaltatore deve effettuare i collegamenti di terra delle apparecchiature e delle strutture metalliche secondo le indicazioni ed i dettagli esecutivi riportati nel Progetto. Dopo aver realizzato la "maglia di terra", l'Appaltatore deve predisporre i collegamenti equipotenziali di essa alle varie apparecchiature con corda di rame di sezione non inferiore a 70 mm<sup>2</sup>, agli scaricatori AT con conduttore isolato di rame di sezione non inferiore a 150 mm<sup>2</sup>, agli scaricatori MT con conduttore isolato di rame di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup>. Altri collegamenti alla maglia di terra devono essere realizzati con cavo unipolare flessibile in rame (tipo NO7V-K o diverso se prescritto dal Progetto) di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, opportunamente attestato tramite elementi di connessione a compressione, ovvero con connessioni flessibili in rame stagnato di pari sezione. I collegamenti sono

connessi da una estremità alla maglia di terra, con morsetti bifilari a compressione, e dall'altra sono connessi alle apparecchiature dopo l'installazione di esse, secondo le modalità di cui alla parte "CONNESSIONE DI APPARECCHIATURE E STRUTTURE METALLICHE AI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA". A tale scopo, fino alla realizzazione delle connessioni con le apparecchiature, i collegamenti devono restare emergenti in superficie o interrati a 20-30 cm dalle apparecchiature stesse. Essi devono essere portati in superficie nei punti richiesti, senza deformazioni, eventualmente con adeguati supporti, e avere lunghezza sufficiente a raggiungere i punti di connessione previsti; i percorsi devono essere il più possibile rettilinei e senza deformazioni.

### ***Impianto di terra aerogeneratori***

In corrispondenza dei plinti di fondazione degli aerogeneratori, dovrà essere posato un dispersore orizzontale di terra costituito da una corda nuda di rame (tipicamente della sezione di 50 mmq) che sarà collegata a mezzo di morsetti e con legature con filo di ferro, all'armatura in acciaio del plinto di fondazione, prima di effettuare il getto. Di fatto saranno realizzati due anelli (ovviamente collegati fra loro e preferibilmente con la stessa corda senza giunzioni) uno posato nella parte superiore della armatura, l'altro sulla parte inferiore. I due capicorda saranno poi collegati al collettore principale di terra (in barra di rame o acciaio) posizionato alla base della torre eolica al suo interno. Il dispersore all'occorrenza potrà essere esteso anche al di fuori a creare uno o più anelli intorno al plinto, sempre realizzati con corda di rame. Tale dispersore orizzontale, se necessario sarà collegato a dispersori intenzionale a picchetto o a piastra.

### ***Impianto di terra nell'edificio servizi***

Il Progetto descrive l'impianto di terra dell'edificio servizi; di norma tale impianto di terra è connesso alle armature di strutture portanti quali plinti, pilastri d'angolo o altre a seconda delle previsioni di Progetto, tramite idonei collegamenti realizzati in corda di rame di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup> attestati ad apposite piastre direttamente collegate a ferri di armatura (predisposte durante l'esecuzione delle armature). Nei casi in cui le fondazioni siano costituite da pali o strutture similari, i ferri d'armatura di ciascuna di esse sono saldati fra loro ed interconnessi a quelli delle altre, in modo da assimilare tali fondazioni a picchetti infissi a notevole profondità. Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcune particolarità dell'impianto di terra dell'edificio servizi:

#### ***Collettore di terra ad anello***

All'interno dell'edificio servizi, nella zona riservata alle apparecchiature di protezione e controllo, e in altri locali se previsto dal Progetto, si deve realizzare un collettore di terra ad anello che è connesso all'impianto di terra dell'edificio servizi in più punti. Il collettore è costituito di norma da piatto di rame di dimensioni minime 30x5 mm, oppure da corda nuda in Cu con sezione utile non inferiore a 63 mm<sup>2</sup>.

### *Passerelle e telai metallici*

Tutte le canalizzazioni metalliche dei cavi BT (passerelle, canali metallici, telai di supporto, canaline di sommità, canali di raccordo tra sezioni di quadri protezione e controllo ecc.) devono essere connesse all'impianto di terra dell'edificio servizi tramite collegamenti realizzati con conduttori flessibili in rame di sezione utile non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>. L'Appaltatore deve provvedere alla realizzazione della continuità di messa a terra di ogni singolo elemento metallico che compone le suddette strutture, mediante idonei ponticelli realizzati con conduttori in rame di sezione utile non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> (a meno che la continuità metallica degli elementi non sia garantita sui punti di unione da zincatura a caldo e bulloneria in acciaio inox).

### *Parti mobili di quadri e apparecchiature elettriche*

Ogni parte metallica mobile, ivi comprese le portelle, di quadri ed apparecchiature elettriche deve essere connessa all'impianto di terra dell'edificio servizi tramite idonei collegamenti realizzati con cavi flessibili in rame di sezione indicata in Progetto.

### *Tubi, sanitari e serramenti*

Se richiesto dal Committente, sono connessi all'impianto di terra dell'edificio servizi anche eventuali parti metalliche quali tubature (tubi dell'acqua calda e fredda, tubi di scarico di lavandini e docce), sanitari metallici (smaltati, ceramicati ecc.) e serramenti metallici (porte, finestre ecc.) tramite collegamenti equipotenziali realizzati con cavo di rame di sezione non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> isolato o posto entro tubo.

## **1.22.2 CANALIZZAZIONI DI SERVIZIO PER CAVI ELETTRICI**

I manufatti destinati al passaggio di condutture elettriche possono essere costituiti da elementi realizzati in opera e/o prefabbricati. Essi devono essere conformi al Progetto e rispettare, per il loro particolare uso, tutte le prescrizioni di Legge vigenti in materia, le norme CEI.

### ***Manufatti in calcestruzzo semplice o armato da eseguirsi in opera***

Il Progetto specifica se i manufatti realizzati in opera (quali cunicoli, pozzetti, "polifore" ecc.) devono essere costruiti in modo da consentire, a opera finita e rinterro eseguito, il passaggio autoveicolare sulle superfici di piazzale al di sopra di essi oppure il solo passaggio pedonale.

Di norma devono essere realizzati con calcestruzzo di cemento R 325 avente resistenza

caratteristica non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>. Le superfici delle pareti interne devono essere eseguite con casseri o in legname piallato o in pannelli metallici, per ottenere un calcestruzzo finito a vista, senza intonaco.

Se richiesto dal Progetto, l'estremità superiore interna di cunicoli e pozzetti deve essere rifinita con l'applicazione di intelaiature metalliche o in materiale composito, poste in opera prima di eseguire i getti, per l'alloggiamento di coperture incassate; inoltre i cunicoli possono essere costituiti da più tubi in PVC (o altro materiale), del diametro e delle caratteristiche prescritte dal Committente, inglobati in un getto di conglomerato come sopra descritto, in modo da formare vie cavi obbligate ("polifore").

### ***Manufatti prefabbricati***

Sono costituiti da elementi prefabbricati in calcestruzzo, con diverso grado di carrabilità, completi di relativa copertura, di dimensioni adeguate a seconda delle dimensioni dei cavi che devono contenere secondo quanto previsto dal Progetto. Per i cunicoli di maggiori dimensioni (anche con parti gettate in opera) possono essere utilizzate, se previsto dal Progetto, coperture in altro materiale (quale ad esempio il PVC, in pannelli di grigliato 40x40x38 mm composto da poliestere rinforzato autoestinguento con fibre di vetro (PRFV) a struttura monolitica, realizzati con fibre di vetro continue preimpregnate e pretensionate tra loro con una matrice di impasto a base di resina poliestere, chiusa con pannello dello stesso materiale di dimensioni da 3 a 6 mm dotato di rivestimento antisdrucchiolo realizzato con grani di quarzo puro inglobati nella parte superiore, resistenti a carico pedonale concentrato di 130 kg rispondente alle norme UNI) secondo quanto previsto dal Progetto. Essi devono essere posti in opera perfettamente allineati e livellati, di norma poggiati su un letto di sabbia di spessore non inferiore a 5 cm; nella posa in opera è compresa anche quella relativa ai pezzi speciali per i raccordi.

### ***Coperture per cunicoli e pozzetti***

Tali elementi sono impiegati per la copertura dei cunicoli precedentemente descritti e possono essere realizzati in calcestruzzo armato o lamiera striata. Le coperture in calcestruzzo devono essere formate da calcestruzzo di cemento R 325 con resistenza caratteristica non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>, da porsi in opera in apposita intelaiatura di acciaio zincato a caldo interconnessa da rete metallica elettrosaldata fornita dall'Appaltatore con la superficie in vista è rifinita a frattazzo dopo il getto del nucleo. I manufatti finiti devono corrispondere esattamente alle forme e dimensioni di progetto e lavorati secondo le prescrizioni del Committente. Le coperture in lamiera striata di acciaio zincato a caldo, devono essere dotate di eventuali maniglie di sollevamento e spessorate in perimetro, per adattarsi alle intelaiature dei vani e/o rinforzate opportunamente per essere rese idonee a particolari esigenze di carico.

### ***Passerelle portacavi***

L'Appaltatore deve fornire in opera, per il raccordo di cavidotti e/o cunicoli con le apparecchiature di impianto, passerelle portacavi in acciaio zincato a caldo complete di coperchio, corredate di tutti gli accessori di giunzione, raccordo e fissaggio per una corretta posa in opera, valutando la dimensione, la portata e la robustezza della passerella da impiegare, nonché il numero e l'interasse delle mensole di fissaggio. Nel caso che le passerelle, di nuova posa o esistenti, possano costituire pericolo d'urti accidentali da parte di persone, le parti spigolose sporgenti devono essere opportunamente segnalate e protette. Eventuali sagomature, tagli o saldature devono essere ripristinate con zincatura a freddo.

### ***Tubi protettivi per cavi***

I tubi flessibili protettivi per i cavi devono essere idonei per la posa all'esterno e pertanto resistenti ai raggi ultravioletti e agli agenti atmosferici. Gli speciali terminali quali controdadi, viti doppie, bocchettoni, ecc. devono essere di materiale resistente alla corrosione e devono essere adatti di volta in volta alla cassetta a cui fanno capo. I percorsi ed i diametri dei tubi sono stabiliti in sede di montaggio. I tubi metallici rigidi protettivi sono di norma in acciaio zincato, non devono presentare asperità interne o alle estremità, ove necessario devono essere curvati con apposita attrezzatura piega-tubi, in modo da non intaccare la protezione di zinco e da permettere l'agevole passaggio dei cavi. I tubi in cemento per protezione cavi devono avere forma e dimensioni conformi al Progetto ed alle tolleranze in essi specificate. Salvo diversa prescrizione del Committente, devono essere di norma confezionati con calcestruzzo la cui resistenza caratteristica a 28 giorni deve risultare 25 N/mm<sup>2</sup> e presentare la superficie interna e le imboccature prive di abrasioni. L'Appaltatore deve garantire la rispondenza dei tubi alle prescrizioni suddette, restando comunque inteso che il Committente si riserva la facoltà di accertare la resistenza caratteristica del calcestruzzo secondo le Norme vigenti in merito, e di sottoporre gli elementi a prove di verifica.

### ***Canalizzazioni prefabbricate per cavi BT***

Se prescritto dal Committente, l'Appaltatore deve provvedere alla fornitura ed installazione di canali portacavi completi di coperchio e di testate di chiusura, sulla sommità delle apparecchiature di cui alla parte "*Sezione Protezione e Controllo*" del presente documento.

Tali canali devono essere di norma realizzati con lamiera avente uno spessore minimo 15/10 mm, devono prevedere una larghezza di 600 mm, un'altezza di 100 mm, ed una lunghezza corrispondente alla composizione dei telai di protezione da servire, essi devono essere suddivisi in tronchi di lunghezza massima di 3000 mm, al fine di agevolare le operazioni di trasporto e montaggio in opera. Il fondo dei canali deve recare delle feritoie corrispondenti a quelle predisposte sul tetto dei

telai rack, e dei TPT per il passaggio dei cavi BT di telecontrollo. Il canale relativo alla sezione MT, deve presentare una suddivisione longitudinale, interrotta in corrispondenza delle feritoie di cui sopra, per la separazione dei cavi BT appartenente ai circuiti di telecontrollo (TPT) e di comando dell'interruttore SHUNT. Il fissaggio dei canali deve essere effettuato utilizzando gli attacchi predisposti per i golfari di sollevamento, previa interposizione d'idonei distanziatori per la compensazione delle alettature eventualmente presenti sul tetto dei telai. I coperchi dei canali devono presentare le medesime caratteristiche costruttive del canale stesso, e devono essere provvisti di un congruo numero di punti di fissaggio. I canali di sommità dei telai rack ed i relativi coperchi devono essere verniciati secondo gli schemi del Committente (di norma colore grigio nella tonalità 7030 della scala RAL, utilizzando il ciclo di verniciatura di cui alla tab. DY 991).

### **1.22.3 IMPIANTI ELETTRICI CIVILI**

Vengono di seguito descritte le norme tecniche di esecuzione e di valutazione degli impianti elettrici civili (illuminazione e forza motrice interna ed esterna dell'edificio e dell'area). Tali norme hanno carattere generale, ma si intendono integralmente sostituite qualora ai documenti contrattuali siano aggiunti dei Capitolati Tecnici specifici per tali impianti ad integrazione del presente documento. Gli impianti elettrici civili devono essere eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali. Qualora nel Progetto non sia stato eseguito il dimensionamento illuminotecnico di tutti o parte degli impianti, esso deve essere eseguito dall'Appaltatore. I cavi devono essere forniti ed installati secondo le prescrizioni di cui alla parte "*Collegamenti Elettrici*" del presente documento. Gli impianti elettrici civili devono comunque rispondere pienamente alle norme CEI che si intendono come qui trascritte integralmente ed integralmente accettate dall'Appaltatore.

#### ***Impianto elettrico dell'edificio servizi***

Per impianto elettrico dell'edificio s'intende la realizzazione degli impianti di illuminazione in corrente alternata (c.a.), eventuale corrente continua (c.c.), forza motrice (F.M.) nei diversi locali destinati a Servizi Ausiliari, Quadro MT, Comandi e Protezioni, Telecomando, magazzino e servizi igienici, sulla base del Progetto. I cavi fanno capo ad una morsettiera numerata all'interno di un armadio (o ad una cassetta) di comando fornito dall'Appaltatore, posto di norma all'interno dell'edificio servizi. Il percorso dei cavi degli impianti suddetti avviene all'interno di canalizzazioni di protezione, conformi alle norme vigenti e di sezione utile adeguata al numero di cavi da contenere (di norma essi non devono occupare più dei 7/10 della sezione utile), del tipo adeguato alla tipo di percorso previsto nel Progetto (tubi rigidi e/o "corrugati" in PVC se è prevista l'installazione in vista o incassata all'interno di tracce realizzate nelle pareti e nei soffitti; canalette a sezione rettangolare se è prevista l'installazione in canalizzazioni esterne lungo pareti e soffitti). Il tracciato deve essere tale che i singoli

tratti abbiano un andamento rettilineo, verticale od orizzontale, parallelo agli spigoli dei locali in cui sono installati. Tutti i cavi devono essere del tipo antifiamma (esempio: per le sezioni fino a 4 mm<sup>2</sup> NO7-VK conformi alla tabella UNEL 35733-64; per le sezioni superiori cavo flessibile antifiamma NO7-VK conformi alla tabella UNEL 35728-64).

L'identificazione dei conduttori deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nelle tabelle di Unificazione CEI-UNEL; in particolare per i conduttori di neutro e di terra devono essere usati rispettivamente il colore bleu ed il bicolore giallo-verde. Ognuno dei circuiti luce, prese luce, prese F.M., deve essere realizzato con conduttori aventi un proprio distinto colore.

Tutti gli apparecchi utilizzatori devono essere collegati all'impianto di terra generale con conduttori posti nelle canalizzazioni. Le cassette di derivazione devono essere in materiale isolante, con coperchio fissato con viti (del tipo da incasso per canalizzazioni incassate, del tipo da esterni per canalizzazioni esterne); le dimensioni devono essere tali da consentire un'agevole sistemazione dei conduttori e dei morsetti. Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con morsetti di sezione adeguata ai cavi da connettere.

### ***Impianto di illuminazione esterna***

Per impianto di illuminazione esterna si intende il complesso dei corpi illuminanti previsti dal Progetto da realizzare al di fuori dell'edificio, e che possono essere costituiti da proiettori montati su sostegni di varia altezza (ivi comprese le "torri faro") o fissati su superfici esposte all'esterno di muri e pareti. L'accensione e lo spegnimento dei corpi illuminanti è comandato da apposito quadro elettrico (posto di norma all'interno dell'edificio), eventualmente predisposto per l'illuminazione a settori e dotato di timer o fotocellula per l'automatizzazione del funzionamento. Di norma il posizionamento, l'interasse e l'altezza dei proiettori sono elementi vincolanti, in base ai quali la potenza dei corpi illuminanti deve essere dimensionata in modo da garantire la corretta illuminazione (in base all'utilizzo e alle eventuali prescrizioni di Legge) delle aree illuminate. I sostegni possono essere di acciaio zincato o verniciato o d'altro metallo e/o leghe (le basi dei sostegni metallici, da infiggere nel basamento, devono essere protette dalla corrosione con manicotti termorestringente o con idonee protezioni), oppure in resina o altro materiale plastico idoneo alle sistemazioni in esterno; ciascun sostegno deve avere alla base una morsettiera dove si attestano i cavi di alimentazione. A lavori ultimati si deve provvedere ad un controllo notturno, alla presenza del Committente, per la verifica dei livelli luminosi e per l'eventuale orientamento dei proiettori, al fine di ottenere le migliori condizioni d'illuminamento.

### **1.22.4 IMPIANTI SPECIALI**

Vengono di seguito descritte le norme tecniche di esecuzione e di valutazione di impianti vari e speciali. Tali norme hanno carattere generale, ma si intendono integralmente sostituite qualora ai documenti contrattuali siano aggiunti dei Capitolati Tecnici specifici per tali impianti ad integrazione del

presente documento. Gli impianti vari e speciali devono essere eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali. Qualora nel Progetto non sia stato eseguito il dimensionamento e la specificazione puntuale di tutti o parte

degli impianti, esso deve essere eseguito dall'Appaltatore.

Gli impianti vari e speciali devono comunque rispondere pienamente alle norme di Legge in vigore in merito ad essi e ad i loro scopi. In particolare, i tracciati si devono sviluppare secondo i disegni di dettaglio o le prescrizioni del Committente, in base agli elementi che stabiliscono le ubicazioni dei centri luminosi con relativi dispositivi di comando, apparecchi di riscaldamento, rubinetti ecc. Ogni parte elettrica, servomeccanismo, telecomando, ecc. deve rispondere alle norme CEI, che s'intendono integralmente trascritte ed accettate dall'Appaltatore.

I punti di rilevazione, ovunque siano posti (negli ambienti, sulle porte, sulle finestre, sui cancelletti di ingresso ecc.) si ottengono con apparecchiature elettroniche applicate su supporti adeguati, inossidabili e non causanti interferenze con altri impianti. Tutte le derivazioni avvengono all'interno di cassette stagne (di norma con grado di protezione IP56, in plastica termoindurente ed autoestinguente). Tutti gli impianti sono di norma alimentati, collegati e cablati con cavi e conduttori protetti da tubi PVC serie pesante di colore grigio, posato con staffe o fascette di materiale anti-ossidante, oppure in scavi di minima entità.

Tutte le viterie, gli alloggiamenti, le chiesuole, le copertine, i tettucci e quant'altro deve essere realizzato con materiale adeguato, di norma non ossidante e che non si alteri nel tempo.

#### ***Impianti termici, climatici, di aerazione, di ventilazione***

Gli impianti termici, climatici, di aerazione, di ventilazione ecc. comprendono tutto quanto necessario per la regolazione termica e ambientale dei locali in cui devono essere realizzati. Essi devono rispondere alle normative vigenti e l'Appaltatore deve eseguire la fornitura e posa in opera di tutti gli apparecchi di riscaldamento, condizionamento, raffreddamento, climatizzazione, ricambio aria ecc. nei punti previsti e nel rispetto delle normative vigenti in merito.

#### ***Impianti telefonici, citofonici, videocitofonici, antimurino, antintrusione e allarme***

Gli impianti telefonici, citofonici, videocitofonici, antimurino, antintrusione e allarme devono essere ciascuno indipendente da tutti gli altri e comprendono tutto quanto necessario per il loro corretto funzionamento. In particolare gli impianti antintrusione e allarme devono essere indipendenti dagli altri e possedere adeguati gruppi di continuità e batterie ricaricabili.

#### ***Impianti di segnalazione e spegnimento incendi, segnaletica di sicurezza***

Gli impianti di segnalazione e spegnimento incendi comprendono tutto quanto necessario per la rilevazione, segnalazione e spegnimento degli incendi secondo le normative vigenti. L'Appaltatore



deve eseguire la fornitura e posa in opera di tutti gli apparecchi di rilevazione fumi, segnalazione incendi, spegnimento nonché tutti gli estintori, i naspi, gli idranti e quant'altro, fissati all'edificio in appositi alloggiamenti e con appositi sostegni e supporti. Nei locali dove deve essere installato un impianto di spegnimento a gas inerti si devono realizzare anche gli impianti di "lavaggio" e ricambio aria, con tutte le segnalazioni esterne ed interne prescritte dalle normative in materia. L'Appaltatore deve inoltre fornire e sistemare in opera, nei punti necessari, cartelli monitori per la segnaletica di sicurezza e le targhe indicatrici realizzati nel rispetto del Progetto, delle prescrizioni del Committente e di tutte le altre norme e prescrizioni in queste richiamate e secondo le indicazioni impartite dal Committente. La posa deve avvenire mediante tasselli ad espansione, viti, rivetti o nastri d'acciaio inox; in alcuni casi é necessario applicare dei supporti in alluminio o realizzare segnaletiche luminose con incorporato apparecchio illuminante.

### **1.22.5 IMPIANTI DI ADDUZIONE E SMISTAMENTO ACQUA**

Vengono di seguito descritte le norme tecniche di esecuzione e di valutazione degli impianti idrico– sanitari (di adduzione e distribuzione acqua potabile per usi sanitari e acqua per usi irrigui). Tali norme hanno carattere generale, ma si intendono integralmente sostituite qualora ai documenti contrattuali siano aggiunti dei Capitolati Tecnici specifici per tali impianti ad integrazione del presente documento. Gli impianti di adduzione e smistamento acqua devono essere eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali. Qualora nel Progetto non sia stato eseguito il dimensionamento idraulico di tutti o parte degli impianti, esso deve essere eseguito dall'Appaltatore.

Gli impianti di adduzione e smistamento acqua devono comunque rispondere pienamente alle norme di Legge in vigore in merito ad essi e ad i loro scopi.

#### ***Adduzione dell'acqua potabile e delle acque per usi irrigui***

L'impianto di adduzione dell'acqua potabile deve essere dimensionato in relazione al numero e al tipo degli utilizzatori previsti (rubinetti, lavabi, docce ecc.), alla presenza di apparecchi di riscaldamento (boilers, caldaie ecc.), nonché all'eventuale presenza di serbatoi di raccolta. Analogamente per l'eventuale impianto di adduzione dell'acqua per usi irrigui. Le tubazioni devono essere atte allo scopo, del materiale e con le caratteristiche prescritte dal Committente, eventualmente coibentate nei percorsi esterni per evitare danni dovuti al gelo. Le giunzioni devono essere eseguite accuratamente per garantire la perfetta tenuta e l'assenza di dispersioni. Nei tratti interrati, la quota delle condotte dell'acqua potabile e per usi irrigui deve essere sempre inferiore a quella di eventuali cavi elettrici.

### ***Apparecchi sanitari***

Gli apparecchi sanitari devono essere delle dimensioni, tipologie e caratteristiche prescritte dal Committente per l'utilizzo specifico, di marche note e di idonei materiali; devono essere posati in opera accuratamente, completi di ogni rubinetteria ed accessorio, collegati all'impianto di adduzione e all'impianto di scarico con perfette giunzioni. In particolare, i lavabi speciali all'interno delle sale batterie devono essere dotati di rubinetti speciali "a corna" azionati a pedale e rispondenti alle normative vigenti.

### **1.22.6 IMPIANTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE PIOVANE, REFLUE E DI SCARICO**

Vengono di seguito descritte le norme tecniche di esecuzione e di valutazione degli impianti di raccolta e smaltimento acque piovane, reflue e di scarico. Tali norme hanno carattere generale, ma si intendono integralmente sostituite qualora ai documenti contrattuali siano aggiunti dei Capitolati Tecnici specifici per tali impianti ad integrazione del presente documento. Gli impianti di raccolta e smaltimento delle acque piovane, reflue e di scarico devono essere di norma del tipo a condotte separate (acque bianche ed acque nere), dimensionato in relazione alla piovosità del posto (acque piovane) e al numero e al tipo degli apparecchi sanitari previsti (acque di scarico), nonché all'eventuale presenza di impianto di depurazione o di fossa biologica. Le tubazioni devono essere atte allo scopo, del materiale e con le caratteristiche prescritte dal Committente, con pendenze tali da garantire il corretto deflusso per caduta. Le giunzioni devono essere eseguite accuratamente per garantire la perfetta tenuta e l'assenza di dispersioni. Nei tratti interrati, la quota delle condotte delle acque piovane, reflue e di scarico deve essere sempre inferiore a quella delle condotte di adduzione dell'acqua potabile e per usi irrigui. Gli impianti di raccolta e smaltimento acque piovane, reflue e di scarico devono essere eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali. Qualora nel Progetto non sia stato eseguito il dimensionamento idraulico di tutti o parte degli impianti, esso deve essere eseguito dall'Appaltatore.

Gli impianti di raccolta e smaltimento acque piovane, reflue e di scarico devono comunque rispondere pienamente alle norme di Legge in vigore in merito ad essi e ad i loro scopi. Le condotte ed i manufatti che le compongono sono eseguite secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente, in base all'uso ed agli scopi, nel Progetto. Tutti i manufatti messi in opera dall'Appaltatore devono rispondere alle caratteristiche di accettazione di cui alla parte *Materiali*.

### ***Tubazioni***

Le tubazioni devono essere poste in opera come stabilito nel Progetto, impiegando tubi interi

aventi le massime lunghezze commerciali, in modo da ridurre al minimo il numero delle giunzioni (non è quindi ammesso l'uso non necessario di tubi di lunghezza ridotta o di spezzoni). Le tubazioni possono essere di vario materiale, quali calcestruzzo prefabbricato, gres ceramico, ghisa, PVC ecc., negli spessori, misure, diametri e caratteristiche in relazione allo scopo cui sono destinate. L'Appaltatore deve porre la massima cura nel rispetto dei percorsi, delle pendenze, della posa in opera e soprattutto delle giunzioni dei tratti di tubazione e/o con i relativi pezzi speciali. Le giunzioni devono essere eseguite a perfetta regola d'arte e perfettamente sigillate. I tubi di cemento, di gres ceramico e PVC, per condutture interrato, se prescritto dal Progetto, possono essere posti in opera o su un letto di sabbia di spessore proporzionato al diametro dei tubi, con eventuali massetti di rinfianco in calcestruzzo, o su letto continuo in calcestruzzo, compensato a parte.

Le tubazioni destinate al trasporto di acque possono essere "a pelo libero" o "in pressione" (in genere le prime sono proprie dell'impianto di smaltimento acque reflue e di scarico, le seconde sono proprie delle reti di alimentazione). Le tubazioni per funzionamento idraulico in pressione possono essere in acciaio, rispondenti alle Norme UNI in merito, ma non per condutture di acqua potabile; o in polietilene; per l'impianto antincendio le tubature devono essere di idonea resistenza alle sollecitazioni ed in particolare alla pressione. Per condutture di acqua potabile possono essere usati i tubi in PVC rispondenti alla norma UNI in merito. I tronchi interrati all'esterno devono essere posti ad una profondità di almeno 1 m sotto il piano campagna, mentre all'interno devono correre per quanto possibile lungo le pareti disposte entro apposite incassature di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni ecc. fissandole con adatti sostegni. I tubi in ferro zincato non devono essere lavorati a caldo per evitare la volatilizzazione dello zinco o, in caso diverso, la protezione deve essere ripristinata a cura e spese dell'Appaltatore, sia pure con stagnature. Le tubazioni delle colonne di scarico ed aerazione devono essere fissate con sostegni adeguati per qualità, tipo e numero, alla natura, al diametro, al peso ed alla lunghezza delle tubazioni stesse; in particolare un elemento di sostegno deve essere posto immediatamente al di sotto del bicchiere di ciascun tubo o pezzo speciale. Le colonne di scarico devono essere munite di appositi tappi a tenuta stagna, in numero e posizione tale da consentire l'ispezione e la pulizia delle condutture. Tutte le condutture per funzionamento idraulico a pelo libero o in pressione devono essere sottoposte a prova di tenuta, prima di procedere al loro interrimento od alla chiusura delle incassature di alloggiamento. La prova viene eseguita riempiendo d'acqua le tubazioni, previa chiusura a tenuta di tutti gli sbocchi, e mantenendo il riempimento per ventiquattro ore, durante le quali non si devono verificare perdite, trasudazioni, deformazioni od altri guasti, specialmente in corrispondenza delle giunzioni.

### ***Giunzioni tra tubi***

Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni casi di giunzioni tra tubi:

- le giunzioni delle tubazioni in gres ceramico devono essere eseguite con corda di canapa imbevuta di litargirio e compressa a mazzuolo all'interno del bicchiere o con altri materiali

adeguati; lo spazio rimasto libero deve essere riempito con mastice di bitume, o impasto di solo cemento R 325 non essendo ammesso per tale scopo l'uso di calce o gesso;

- le giunzioni delle tubazioni in ghisa devono essere eseguite introducendo e assestando sul fondo del bicchiere uno strato di piattina di piombo o di piombo fuso, e avvolgendo successivamente il tubo con corda catramata, battuta strato per strato sino a rifiuto, in modo da riempire circa i due terzi del bicchiere, la cui parte rimanente viene riempita con successivi anelli di piattina di piombo, battuti fortemente con gli appositi attrezzi in modo da formare una massa compatta, o con piombo fuso;
- le giunzioni delle tubazioni di cloruro di polivinile devono essere realizzate infilando l'estremità liscia di un elemento nel bicchiere del successivo, previa pulitura, sgrassatura ed asciugatura delle parti suddette, impiegando gli adesivi e seguendo le modalità indicate dal fabbricante dei prodotti;
- le giunzioni delle tubazioni per rete fognante possono essere realizzate innestando, a pressione, l'estremità liscia di un elemento nel bicchiere del successivo previo posizionamento, nell'apposita sede, del relativo anello di tenuta in materiale elastomerico;
- le giunzioni delle tubazioni di cemento devono essere eseguite stendendo sull'orlo del tubo un'adeguata quantità di impasto di solo cemento R 325, innestando quindi il tubo successivo e sigillando con l'impasto suddetto in modo da formare un conveniente anello di guarnizione;

### ***Manufatti per fognature***

I manufatti per fognature sono di norma del tipo prefabbricato, della tipologia e delle dimensioni indicate dal Progetto, che l'Appaltatore deve fornire e posare in opera. Se richiesto dal Committente, l'Appaltatore deve eseguire il rivestimento in gres dei manufatti per fognature (platee e pareti interne di pozzetti, fosse biologiche e corpi di fogna, aventi andamento piano od a semplice curvatura); tale rivestimento deve essere realizzato, previa formazione di idoneo sottofondo, con listelli o piastrelle di gres i cui campioni devono comunque essere sottoposti all'approvazione del Committente. Per la formazione dei sottofondi e l'applicazione dei rivestimenti è prescritto l'uso di malta di cemento R 325 dosato, di norma, a 500 kg per m<sup>3</sup> di sabbia. I rivestimenti devono risultare perfettamente aderenti alle strutture ed avere le connessioni delle dimensioni minime possibili. Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni manufatti prefabbricati per la raccolta ed il convogliamento delle acque di scarico in fognature.

#### Pozzetti

I pozzetti prefabbricati in calcestruzzo armato e vibrato devono essere costruiti con impasto di

cemento R 425 dosato ad almeno 400 kg per m<sup>3</sup> di inerti di idonea granulometria; la massa volumica del calcestruzzo non deve essere inferiore a 2.300 kg/m<sup>3</sup> e la resistenza caratteristica deve raggiungere, a 28 giorni, i 25 N/mm<sup>2</sup>; le armature metalliche sono formate da tondi di acciaio Fe B 32 di diametro non inferiore a 5 mm, con giunzioni saldate; le pareti devono essere di spessore costante, non inferiore a 4 cm, con superfici sufficientemente lisce, esenti da difetti e con spigoli arrotondati sia internamente che esternamente; gli elementi vengono sigillati con impasto di solo cemento ed i giunti devono essere accuratamente stuccati con il medesimo impasto. Essi possono essere del tipo semplice o sifonato e devono essere posti in opera su di un massetto di calcestruzzo, compensato a parte; per raggiungere il piano di calpestio devono essere impiegati gli appositi elementi aggiuntivi, aventi le stesse caratteristiche dei pozzetti.

#### Chiusini e caditoie

I chiusini o le caditoie prefabbricate in calcestruzzo armato e vibrato sono costituiti da un telaio fisso, poggiate sul pozzetto, con battuta adatta a ricevere il coperchio o la caditoia. Il coperchio, completo di asole di presa, deve avere armatura e spessore dimensionati per un carico utile di 2.000 daN/m<sup>2</sup> ed avere battente a doppio limbello corrispondente a quello del telaio. Il telaio fisso del chiusino o della caditoia viene collegato al pozzetto mediante sigillatura con impasto di solo cemento. I chiusini o le caditoie in ghisa od acciaio fuso sono costituiti da un telaio fisso di sede e dal coperchio con o senza feritoie rispettivamente. Il telaio fisso viene posto in opera nell'apposito alloggiamento e sigillato con impasto di solo cemento.

#### Fosse biologiche

Le fosse biologiche, vasche di decantazione, pozzetti di condensa grassi, sono del tipo prefabbricato ad anelli in calcestruzzo armato ad alta resistenza, compreso fondo e coperchio.

### **1.23 STRADE, MARCIAPIEDI E PIAZZALI**

L'andamento e la sagomatura del piano stradale di strade, marciapiedi e piazzali da asfaltare e rendere carrabili o pedonali sono descritti nel Progetto. Le caratteristiche tecniche e di accettazione dei materiali devono rispondere a quanto prescritto nella parte "*Materiali*" del presente documento nonché a documenti tecnici specifici (per esempio CNR – "Commissione di studio per i materiali stradali", fascicoli 2/1951, 3/1958, 4/1953, 7/1957, 19/1970, 24/1971). L'Appaltatore deve procedere alla predisposizione, al livellamento ed alla compattazione del terreno e/o del riporto (di norma di spessore non inferiore a 20 ÷ 25 cm dopo la compattazione) nonché alla scarnifica di eventuali sedi

stradali preesistenti (per una profondità media di norma non inferiore a  $20 \div 25$  cm) eseguita prevalentemente a macchina.

Quindi l'Appaltatore deve eseguire i tracciati in base al Progetto e deve realizzare la fondazione stradale con materiale misto stabilizzato (per esempio "tipo A CNR-UNI 10006") per lo spessore medio indicato dal progetto. La stesa avviene in strati successivi di spessore massimo 20 cm in soffice, e superficie conforme alla sagoma prevista per l'opera finita. La costipazione del materiale avviene mediante rullo compressore di  $16 \div 18$  t, previa inaffiatura, compattato fino a raggiungere adeguata densità (per esempio non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHTO modificata, oppure fino ad ottenere un valore del modulo di deformazione, ricavato da prova di carico su piastra secondo CNR 9/67, non inferiore a  $80 \text{ N/mm}^2$ ).

### **1.23.1 Pavimentazioni in asfalto**

L'Appaltatore deve eseguire ogni altra lavorazione per rendere la superficie idonea a ricevere la bitumatura mediante apposito lavaggio e pulizia della superficie già compattata. Se previsto dal Progetto, tra la massiciata e gli strati bituminosi superiori l'Appaltatore deve inserire su tutta la superficie un "nastro antivegetativo geotessile" in fibra poliestere non tessuto di peso non inferiore a  $300 \text{ g/m}^2$ . Deve procedere alla realizzazione dello strato portante (tout-venant bituminoso), con spandimento e sagomatura mediante macchina rifinitrice, di conglomerato bituminoso formato con idonei inerti e bitume a caldo (di norma con dosatura uguale o maggiore del 4% riferita al peso degli aggreganti) e comunque deve raggiungere i previsti valori di stabilità e compattezza. La posa in opera è completata da rullatura con compressore da eseguirsi partendo dai bordi verso il centro. Deve eseguire infine il tappeto di usura in conglomerato bituminoso con idonei inerti e con bitume a caldo (di norma con dosatura uguale o maggiore del 5,5% in peso), disteso previo attacco allo strato sottostante con Kg. 0,500 di emulsione bituminosa a caldo al 55% per ogni  $\text{m}^2$ ., mediante vibrofinitrice, rullato e ricoperto di polvere di marmo o di roccia asphaltica, compresa cilindratura, da realizzarsi possibilmente in tutte le direzioni e sistemazione dei bordi. Le ondulazioni o irregolarità misurate con asta di 4 m devono essere contenute in 6mm. Gli strati di conglomerato bituminoso devono garantire un'elevata resistenza all'usura superficiale, una sufficiente ruvidezza, e una elevata compattezza e impermeabilità totale. Gli asfalti non possono essere eseguiti in caso di bagnato o temperature inferiori a  $5^\circ\text{C}$ . Per temperature tra i  $5$  e  $10^\circ\text{C}$  devono essere convenientemente elevate le temperature dei conglomerati. Durante la preparazione il bitume impiegato nella miscela deve essere scaldato alla giusta temperatura onde consentire l'uniforme distribuzione in tutto l'impasto (con temperatura alla quale il bitume mantenga una viscosità di  $75 \div 150$ ). Il bitume non deve mai essere immagazzinato ad una temperatura superiore a  $175^\circ$

C e non deve essere scaldato oltre tale temperatura nel corso delle operazioni cui è sottoposto nell'impianto.

Al termine delle operazioni, si deve eseguire la rullatura e la finitura. Eventuali operazioni a mano possono essere effettuate solo per la formazione di marciapiedi asfaltati. Particolare attenzione deve

essere posta dall'Appaltatore per la fornitura e posa in opera degli elementi di delimitazione (cigli, in materiali lapidei o in conglomerati prefabbricati ecc.), di raccolta e smaltimento acque (caditoie, griglie, chiusini ecc.), di pozzetti per servizi vari con relative coperture, nonché nell'esecuzione di lavori stradali intorno ad essi.

### **1.23.2 Pavimentazioni in altri materiali**

Se previsto dai documenti contrattuali, strade, marciapiedi e piazzali possono essere realizzati con pavimentazioni particolari (piastrelle bitumate e non, pezzami di porfido o di altro materiale lapideo, cubetti di porfido o basalto "sanpietrini" con o senza inserti in materiale lapideo chiaro per realizzazione disegni geometrici o ornamentali) per la realizzazione delle quali l'Appaltatore deve far riferimento alle prescrizioni del fornitore o alle norme d'esecuzione "a mano" della tradizione.

## **1.24 REALIZZAZIONE OPERE ELETTROMECCANICHE**

Il montaggio di apparecchiature e materiali è normalmente effettuato secondo le istruzioni rese dalle ditte fornitrici degli stessi; qualora le stesse risultino contrastanti o incompatibili con le procedure, eventualmente indicate nei documenti contrattuali, devono essere preliminarmente sottoposte al Committente per le valutazioni del caso; l'Appaltatore deve comunque adottare tutte le necessarie cautele e gli accorgimenti tecnici atti a garantirne l'integrità e la funzionalità.

### **1.24.1 MONTAGGIO CARPENTERIE METALLICHE**

I sostegni metallici per il supporto di apparecchiature e/o per l'ormeggio delle linee AT o MT sono normalmente realizzati in acciaio zincato a fuoco e costituiti da elementi profilati sciolti da imbullonare o da elementi tubolari flangiati alle estremità. Per eseguire i lavori di montaggio delle carpenterie metalliche l'Appaltatore è tenuto a:

- effettuare tutte le operazioni di carico, trasporto, scarico e montaggio in opera, utilizzando per le movimentazioni imbracature in materiale non metallico;
- eseguire la rimozione degli imballi, la cernita e la verifica di tutte le parti di ogni sostegno prima di procedere al montaggio;
- informare tempestivamente il Committente circa eventuali difetti (di lavorazione o altro tipo) riscontrati nei componenti che renda difficoltoso l'assemblaggio; nessun aggiustaggio o modifica deve essere effettuata senza preventiva autorizzazione del

Committente;

- montare i sostegni sui rispettivi basamenti, assicurandone perfetta verticalità (orizzontalità) ed allineamento;
- avere cura che nelle operazioni di montaggio le parti filettate dei bulloni siano completamente esterne agli elementi da serrare impiegando, allo scopo, le rondelle e imbottiture previste;
- eseguire a montaggio ultimato, e se richiesto dal Committente, la cianfrinatura della bulloneria;
- non eseguire, salvo espressa autorizzazione del Committente, lavorazioni sulle carpenterie metalliche che comportino danneggiamenti e/o deterioramenti anche parziali della zincatura;
- ripristinare a propria cura e spese eventuali deterioramenti derivanti dal trasporto o da lavorazioni autorizzate dal Committente, utilizzando procedimenti approvati dal Committente.

Se richiesto dal Committente, le strutture portanti tubolari, in corrispondenza delle aperture realizzate per consentire la zincatura ed il deflusso dell'eventuale condensa, devono essere provviste di reticelle d'acciaio inox per impedire l'entrata degli insetti. Tutti i fori dei sostegni devono essere chiusi con tappo. Nel caso di passaggio di tubi si devono installare opportuni raccordi, nel caso di passaggio di cavi si devono sigillare gli interstizi. Non è ammesso l'utilizzo di scale per le operazioni di montaggio e/o l'eventuale intervento su apparecchiature AT.

### ***Basamenti e ancoraggi***

I basamenti per le opere elettromeccaniche sono realizzati di norma in calcestruzzo armato, secondo le prescrizioni del Progetto e nel rispetto di quanto prescritto alla parte relativa alla realizzazione delle opere civili. In essi sono realizzati gli ancoraggi per le opere elettromeccaniche, in genere costituiti da tirafondi, forniti in opera dall'Appaltatore, o monconi strutturali. Essi devono essere posati in opera contemporaneamente all'esecuzione dei getti di fondazione e mantenuti in allineamento per mezzo di dime metalliche irrigidite, fissate ad opportune intelaiature di sostegno indipendenti dalle casseforme dei getti, atte a consentirne un sicuro posizionamento, regolato in modo millimetrico sia in pianta sia in quota. Le apparecchiature devono essere fissate ai tirafondi mediante rondelle piane e bloccaggio con doppio dado. Sono comunque a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alla sostituzione dei tirafondi nel caso di inidoneità dei materiali forniti e di imperfezioni nella posa in opera sia prima che durante la fase di montaggio delle strutture metalliche in elevazione.

### ***Montaggio dei sostegni***

I sostegni metallici per il supporto di apparecchiature e/o per l'ormeggio delle linee AT o MT sono, salvo diversa prescrizione del Committente, in acciaio zincato a fuoco e possono essere costituiti sia



da profilati saldati ad elementi sciolti da imbullonare sia da elementi tubolari flangiati alle estremità. Il montaggio dei sostegni deve essere eseguito anche con l'eventuale modifica e adattamento delle incastellature al fine di ottenere la verticalità e la planarità delle incastellature stesse. L'Appaltatore deve provvedere alla eventuale sigillatura dei piani di appoggio delle carpenterie metalliche comprensiva della fornitura del calcestruzzo. I sostegni devono essere fissati perfettamente a piombo ed in asse, secondo la disposizione indicata sul disegno planimetrico, su piani d'appoggio già predeterminati, per garantire la quota di tutti i sostegni si devono fornire e sistemare spessori zincati a fuoco o in alluminio. Le strutture portanti tubolari, in corrispondenza delle aperture realizzate per consentire la zincatura ed il deflusso dell'eventuale condensa, devono essere provviste di reticelle d'acciaio inox per impedire l'entrata degli insetti. Tutti i fori dei sostegni devono essere chiusi con tappo. Nel caso di passaggio di tubi si devono installare opportuni raccordi, nel caso di passaggio cavi si devono sigillare. L'Appaltatore deve provvedere alla fornitura di tutta la bulloneria, in acciaio inox o acciaio zincato a caldo, necessaria al fissaggio delle apparecchiature, compresa l'eventuale foratura e/o adeguamento dei supporti in acciaio o calcestruzzo.

#### ***Montaggio carpenteria metallica varia di fornitura dell'Appaltatore***

Per la realizzazione di elementi vari di carpenteria di sua fornitura l'Appaltatore deve, ove necessario, provvedere ai rilievi dimensionali e (se richiesto dal Committente) all'esecuzione del Progetto. Gli elementi forniti dall'Appaltatore devono essere completi di tutti gli accessori necessari per l'assieme e per il fissaggio in opera nel rispetto delle prescrizioni del Committente.

#### **1.24.2 MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT**

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle apparecchiature di propria fornitura e di quelle per le quali ciò sia esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali. Alcune apparecchiature fornite dal Committente possono essere montate dal costruttore delle stesse; in tal caso l'Appaltatore, se previsto dai documenti contrattuali, deve prestare la propria assistenza logistica (forniture e servizi di cantiere, custodia, rimozione e/o conservazione imballi ecc.), l'assistenza muraria e l'appoggio del proprio personale nel corso delle operazioni. Nel montaggio delle apparecchiature debbono essere particolarmente curati i livellamenti e gli allineamenti, la verticalità, l'adeguato serraggio della bulloneria, gli accoppiamenti delle parti mobili e gli eventuali adattamenti dei dispositivi di manovra. Per tutte le apparecchiature AT l'Appaltatore deve eseguire i collegamenti elettrici. Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni casi particolari di montaggio.

### ***Quadro AT blindato isolato in SF6***

Il montaggio del Quadro AT blindato in SF6 consiste nella messa in opera sul basamento predisposto dell'apparecchiatura.

### ***Quadro AT "a giorno"***

Il montaggio del Quadro AT "a giorno" consiste nella messa in opera dei vari elementi che lo compongono; secondo quanto di seguito evidenziato per ciascuna apparecchiatura.

### **Interruttori AT**

Gli interruttori sono di norma forniti scomposti nei principali elementi, completi di sostegno metallico e comprendenti tutti gli accessori per il funzionamento. Il montaggio consiste nell'assieme e nella messa in opera dell'interruttore, del dispositivo di manovra e nella realizzazione dei collegamenti elettrici dai singoli poli fino all'armadio di comando locale, in modo da consegnare l'apparecchio funzionante. Il riempimento con fluido isolante e/o il ripristino del livello di esso è a cura del fornitore dell'apparecchiatura, altrimenti l'Appaltatore vi deve provvedere a sua cura e spese.

### **Sezionatori AT**

I sezionatori sono di norma forniti scomposti nei principali elementi, spesso i singoli poli sono forniti in esecuzione premontata, corredati di tutti gli accessori e dei dispositivi di manovra. Il montaggio consiste nell'assieme e nella messa in opera, sulle strutture di sostegno, dei sezionatori e delle eventuali lame di messa a terra, del complesso di manovra e relativi organi di trasmissione (compreso l'eventuale asportazione del blocco elettromeccanico). L'Appaltatore deve provvedere a propria cura e spese alle operazioni di messa a punto necessarie per il corretto funzionamento delle apparecchiature.

Ove non diversamente previsto dal fornitore dell'apparecchiatura, nei punti incernierati dei cinematismi deve essere apposto un idoneo strato di grasso di qualità adeguata e stabile nel tempo agli agenti atmosferici; i punti di contatto elettrico devono altresì essere protetti con impiego di vaselina filante o altro idoneo lubrificante idrofugo.

### **Trasformatori di corrente e di tensione(TA e TV-TVC)**

Il montaggio dei trasformatori di corrente e di tensione (TA e TV-TVC) consiste nella messa in opera delle apparecchiature, da montare sui sostegni in dotazione, sui basamenti predisposti, nel riempimento (o ripristino livelli) di fluido o gas isolante a corredo e nell'impostazione dei corretti rapporti primari dei TA.

### Scaricatori AT

Il montaggio degli scaricatori AT consiste nella messa in opera delle apparecchiature, da montare sui sostegni in dotazione, sui basamenti predisposti. Se richiesto dal Committente, il collegamento all'impianto di terra degli scaricatori AT deve essere effettuato con l'interposizione di dispositivi contascariche. Questi ultimi devono essere montati sui sostegni degli scaricatori AT ad altezza minima fuori terra di 2,25 m; il fissaggio è eseguito a mezzo di idonea carpenteria e supporti in materiale isolante. In questo caso anche gli scaricatori devono essere montati sui rispettivi sostegni con interposizione di supporti in materiale isolante in dotazione alle apparecchiature.

### Isolatori AT portanti

Gli isolatori portanti in porcellana o vetro devono essere montati sui sostegni predisposti. Gli isolatori, di tipo a catena in elementi a cappa e perno o di tipo rigido ed i loro accessori, se prescritto dal Committente, devono essere assiemati e montati dall'Appaltatore con gli accessori, come elementi di fissaggio, tenditori, racchette o aste spinterometriche, e posati in opera sui portali.

### Bobine di sbarramento per Onde Convogliate

Su ciascuna delle fasi utilizzate per il collegamento ad Onde Convogliate deve essere installata una bobina di sbarramento, corredata di dispositivo di accordo, che può essere installata su TVC, ovvero sospesa ai portali con catene di isolatori oppure posta su isolatori portanti a colonna tramite idoneo supporto flangiato. Con il montaggio, nel primo caso è compresa la fornitura in opera del collegamento amovibile di energia tra codolo basso della bobina e codolo del TVC che deve essere realizzato con cavo in rame di sezione non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (o connessione equivalente) e opportuni capicorda, compreso l'esecuzione dell'eventuale foratura e filettatura della parte superiore del codolo del TVC.

### Cassette per filtro di accoppiamento per Onde Convogliate

Le cassette per dispositivi di accoppiamento per Onde Convogliate (OCV) devono essere installate, con le necessarie opere di aggiustaggio meccanico, sugli stessi sostegni dei TVC interessati dalle teletrasmissioni. Il montaggio comprende la fornitura in opera di un collegamento al terminale OCV del partitore capacitivo, qualora i TVC non dovessero esserne già dotati. Tale collegamento deve essere realizzato preferibilmente in corda isolata di sezione utile non inferiore a 95 mm<sup>2</sup> (oppure, se consentito dal Committente, in conduttore nudo di rame di sezione utile non inferiore a 125 mm<sup>2</sup>) e relativi capicorda in esecuzione pesante. Comprende inoltre la fornitura in opera di una scatola di derivazione stagna IP55 a 3 vie posta sul sostegno dei TVC, a 1,20 m dal piano di calpestio, e di una tubazione flessibile in PVC, con relativi raccordi, interposta tra questa e la cassetta stessa, per il transito del cavo coassiale; a tale scatola di derivazione si devono attestare anche le tubazioni

per il transito dei collegamenti BT secondari dei TVC e le uscite congiunte verso i cunicoli dell'impianto.

#### Trasformatori AT/MT

Se prescritto dai documenti contrattuali, l'Appaltatore deve fornire l'assistenza necessaria per il corretto posizionamento dei trasformatori sui basamenti, rendere i trasformatori idonei alla messa in servizio (apertura valvole olio, riempimento essiccante ecc.) ed eseguire i collegamenti di potenza e dei circuiti ausiliari secondo progetto. Deve inoltre adeguare le condizioni di viabilità ed accessibilità del sito (ivi comprese cancellate e recinzioni) per consentire il passaggio dei mezzi d'opera impiegati per le operazioni di movimentazione dei trasformatori e, al termine delle operazioni, ripristinare lo stato dei luoghi; il tutto secondo le prescrizioni del Committente.

### **1.24.3 MONTAGGIO APPARECCHIATURE MT**

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle apparecchiature di propria fornitura e di quelle per le quali ciò sia esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali.

Per tutte le apparecchiature MT l'Appaltatore deve eseguire i collegamenti elettrici. Per il loro montaggio, vale quanto prescritto alla parte "*Montaggio Apparecchiature AT*" del presente documento e a quanto viene di seguito indicato in via indicativa e non esaustiva.

#### ***Quadro MT blindato isolato in SF6***

Il montaggio del Quadro MT blindato isolato in SF6 consiste nella messa in opera dei vari elementi che lo compongono

#### ***Quadro protetto MT***

Il Quadro protetto MT è del tipo descritto nel Progetto (può essere anche "bipiano"); esso è di norma installato e montato in apposito locale dell'edificio servizi; il montaggio deve essere eseguito nel rispetto delle indicazioni contenute nella documentazione a corredo o fornita dal Committente con le seguenti ulteriori precisazioni:

- il quadro deve essere posato perfettamente in piano, allineato, a piombo e fissato al pavimento con eventuale interposizione di spessori in piatto d'alluminio;
- il montaggio e collegamento del sistema di sbarre deve essere effettuato con gli accorgimenti necessari a garantire il perfetto contatto elettrico;
- particolare cura deve essere posta nel montaggio degli isolatori passanti, il cui posizionamento deve essere registrato e controllato a mezzo di apposita dima, per

garantire l'intercambiabilità dei vari carrelli interruttore;

- deve essere accertato il corretto funzionamento dei blocchi meccanici di sicurezza;
- deve essere effettuato il ritocco delle parti eventualmente danneggiate durante il montaggio o nel trasporto con antiruggine e vernice adeguata;
- deve essere eseguito l'eventuale taglio e sagomatura delle lastre metalliche di separazione, in corrispondenza della cella cavi MT, negli scomparti trasformatore AT/MT, Servizi ausiliari e Rifasamento, con successiva applicazione di apposita guarnizione di materiale plastico interposta tra bordi e cavo;
- deve essere eseguita la posa in opera di TA toroidali per rilievo delle correnti sulle fasi ed i relativi collegamenti elettrici.

Inoltre, se prescritto dal Committente, l'Appaltatore deve:

- riportare, dai connettori multipolari degli interruttori MT alle morsettiere degli scomparti relativi, eventuali funzioni non originalmente cablate, con esecuzione di tutte le operazioni necessarie e fornitura in opera di tutto il materiale occorrente;
- provvedere alla fornitura in opera di idonei elementi serracavo nel vano morsettiere per l'ancoraggio dei cavi BT;
- effettuare eventuali interventi per la modifica degli interblocchi.

### ***Apparecchiature del quadro MT***

Il montaggio di apparecchiature MT per quadro protetto unificato, quali: interruttori e trasformatori di tensione (TV), dotate di carrello e contatti a tulipano, di norma richiede solo l'operazione di infilaggio negli scomparti e l'accoppiamento ai circuiti BT tramite inserimento, nella relativa presa dello scomparto, dell'apposito connettore multipolare.

Il montaggio delle altre apparecchiature è invece effettuato, all'interno del quadro, eseguendo tutti i collegamenti previsti con serraggio a bullone o a vite; è prevista inoltre l'impostazione del corretto rapporto di trasformazione dei TA.

### ***Interventi nel Reparto MT isolato in aria ("a giorno") all'interno oppure all'esterno dell'edificio servizi***

Gli interventi nei Reparti MT esistenti, isolati in aria ("a giorno") installati all'interno oppure all'esterno dell'edificio servizi, consistono essenzialmente in modifiche necessarie alle celle oppure agli stalli, con sostituzione di interruttori, sostituzione di sezionatori, sostituzione di TA e TV, collegamenti di potenza, collegamenti BT come prescritto dal Committente.

### ***Montaggio Stallo TR/SA***

Se esplicitamente previsto dai documenti contrattuali, l'Appaltatore deve montare la cella o il prefabbricato di protezione del Trasformatore Servizi Ausiliari nel sito previsto in Progetto, installando e posando il trasformatore SA ed i relativi collegamenti MT e BT (con fornitura di cassetta o armadio con le apparecchiature di manovra e gli accessori previsti, indicati in Progetto). Dall'apposito scomparto MT "SERVIZI AUSILIARI" alla cella o al prefabbricato deve essere posata, in cunicolo o in uno scavo predisposto, un collegamento in cavo MT. L'Appaltatore deve di norma eseguire i collegamenti elettrici:

- dai terminali del cavo agli attacchi predisposti sullo scomparto MT "Servizi ausiliari";
- dai terminali del cavo ai codoli del trasformatore servizi ausiliari con piatto di rame di sezione utile non inferiore a 40 x 3 mm<sup>2</sup>, ovvero agli attacchi predisposti nelle apparecchiature MT contenute nel prefabbricato;
- dai passanti BT del trasformatore all'interruttore BT con cavi in rame (di norma di sezione 1 x 95 mm<sup>2</sup> a doppio isolamento) e messa a terra del neutro con corda in rame di sezione utile non inferiore a 125 mm<sup>2</sup>.

Per la realizzazione dei collegamenti alla cassetta interruttore BT, può essere necessario provvedere raccordi, canalizzazioni e tubi in PVC tipo pesante a protezione dei cavi; devono essere adattate apposite muffole per gli ingressi e l'uscita dei cavi; i capicorda a compressione devono essere del tipo a due pressate. Se richiesto dal Committente, si deve provvedere all'impostazione del rapporto spire del trasformatore. La posa in opera del trasformatore comprende anche l'eventuale onere di rimozione e successiva risistemazione del manufatto di segregazione dell'accesso, di qualsiasi tipo.

### ***Montaggio batterie di condensatori per rifasamento MT***

Se esplicitamente previsto dai documenti contrattuali, l'Appaltatore deve installare eventuali batterie di condensatori (di norma fornite complete di eventuali "reattanze" già montate sul relativo isolatore portante) per rifasamento nel sito previsto in Progetto. L'installazione prevede il fissaggio dei condensatori alla struttura metallica predisposta, l'esecuzione del collegamento tra gli elementi (di norma eseguito con piatto in rame delle dimensioni non inferiori a 40x4 mm), compreso il montaggio della relativa morsetteria di derivazione e l'esecuzione eventuale del collegamento lato sezionatore (con conduttore flessibile in treccia di rame) nonché la verifica dei relativi valori di capacità per equilibrare le batterie; inoltre prevede il montaggio ed il collegamento della protezione Gaillard.

### ***Montaggio Modulo uscita MT trasformatore AT/MT.***

Dal lato dei codoli MT del trasformatore deve essere realizzato un modulo costituito da un

sostegno, da eventuali isolatori portanti MT in porcellana, da scaricatori MT, da un eventuale sezionatore tripolare MT, da terminazioni per cavi MT e da connessioni, di norma realizzate in opera, complete di bulloneria e di giunti elastici in calza di rame o lamellari. L'Appaltatore deve provvedere al montaggio di tutte le apparecchiature e realizzare le connessioni, seguendo le indicazioni di progetto e/o impartite dal Committente.

#### **1.24.4 SEZIONE PROTEZIONE E CONTROLLO**

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle apparecchiature di propria fornitura e di quelle per le quali ciò sia esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali. Per tutte le apparecchiature di Protezione e Controllo l'Appaltatore deve eseguire i collegamenti elettrici. La "Sezione di Protezione e Controllo" è costituita da telai equipaggiati da pannelli, raddrizzatori, quadri servizi ausiliari (S.A.), armadi e cassette per smistamento cavi (relativi alle sezioni AT ed MT) nonché dispositivi ed apparati necessari per particolari esigenze del Committente. Il montaggio delle apparecchiature costituenti la "Sezione di Protezione e Controllo" deve essere eseguita in base ad eventuali specifiche tecniche di montaggio del fornitore dei materiali. Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni casi particolari di montaggio.

##### ***Telai "RACK" per supporto pannelli***

I Telai devono consentire la corretta e stabile sistemazione nonché l'ispezionabilità e l'eventuale estrazione dei pannelli per qualsiasi operazione di taratura, sostituzione e riparazione delle apparecchiature in essi contenute. Particolare cura deve essere utilizzata per la collocazione in locali con pavimento flottante. I telai a rastrelliera tipo "Rack" adatti per il montaggio dei "pannelli" da 19" sono costituiti da armadi in lamiera d'acciaio. Essi devono essere posizionati, livellati, fissati a pavimento e assiemati tra loro o con altri armadi contenenti protezioni o altri dispositivi. Sul fronte dei telai devono essere installati i "pannelli" ed opportune tamponature di altezza multipla di "U", fornite in opera, per gli interstizi tra i pannelli. Su richiesta del Committente i telai possono essere del tipo in esecuzione precablata; in questo caso la fornitura comprende l'esecuzione di tutti i collegamenti interni con fornitura in opera di cavi BT e morsettiere, nelle varie configurazioni progettuali previste, relè ausiliari e connettori volanti. All'interno dei telai il cablaggio deve presentare un aspetto chiaro e ordinato impiegando in particolare terminali metallici per i conduttori flessibili da collegare alle morsettiere, fascette, guaine ed altri accessori per una perfetta esecuzione; ogni tipo di morsettiera deve essere individuata riportando su una targhetta fissata in prossimità della morsettiera stessa, la denominazione della linea o del pannello a cui si riferisce. Nei locali in cui è stato predisposto il pavimento flottante, la posa dei quadri e delle apparecchiature elettriche deve essere eseguita secondo una delle seguenti modalità a seconda della tipologia di armadio e delle indicazioni del

Committente:

- predisposizione di intagli negli elementi modulari che compongono il pavimento aventi dimensioni corrispondenti ai varchi di ingresso dei cavi BT previsti sul fondo dei telai;
- fissaggio dei telai ai longheroni ed alle traverse di supporto della pavimentazione, mediante strutture metalliche amovibili la cui fornitura è a carico dell'Appaltatore (bulloneria inox, tasselli ad espansione M8x50, profilati metallici in acciaio zincato a caldo e tutti gli altri eventuali accessori).

L'Appaltatore deve, inoltre, provvedere ad eventuali ripristini della verniciatura, qualora venisse danneggiata durante il trasporto e/o posizionamento, mediante vernice di identico colore e tonalità (di norma grigio 7030 della scala RAL).

### ***Pannelli di protezione e controllo***

I pannelli devono essere installati nei telai rack e devono contenere le necessarie apparecchiature previste per la protezione e controllo della parte di impianto ad essi collegata. L'installazione e collegamento dei pannelli deve essere eseguita dall'Appaltatore nel rispetto della disposizione riportata nei disegni di assieme telai. I pannelli possono essere realizzati in due versioni:

- nella versione modulare da 19" tipo rack unificati e omologati dal Committente (di norma forniti dal Committente);
- nella versione in contenitore modulare da 19" e/o in altre strutture modulari (per apparecchiature montate su piastre o altre strutture metalliche).

I pannelli di fornitura dell'Appaltatore devono essere realizzati secondo quanto prescritto nel Progetto.

### ***Armadi di smistamento cavi***

L'installazione degli armadi sui basamenti o pavimentazioni deve essere eseguita mediante tasselli ad espansione per fissaggio pesante (esempio: M8x50) o tramite tirafondi appositamente realizzati. La bulloneria impiegata deve essere tutta in acciaio inox e di fornitura dell'Appaltatore. Al termine dei cablaggi e ad avvenuta messa in servizio degli armadi, l'Appaltatore, su richiesta del Committente, deve provvedere alla sigillatura dei varchi di accesso di entrata dei cavi BT mediante schiuma ad espansione o materiale simile come sopra specificato. L'Appaltatore deve, inoltre, provvedere ad eventuali ripristini della verniciatura, qualora venisse danneggiata durante il trasporto



e/o posizionamento, mediante vernice di identico colore e tonalità (di norma grigio 7030 della scala RAL).

### ***Apparecchiature c.c.***

Raddrizzatori e accumulatori in c.c. (di norma 110 Vcc e 24 Vcc) devono essere di norma tarati e messi in servizio e dotati di certificato di collaudo e di benestare di messa in servizio del fornitore.

Se l'Appaltatore deve provvedere al solo montaggio, deve scrupolosamente seguire tutte le prescrizioni e gli accorgimenti, relativi al montaggio ed alla messa in esercizio delle apparecchiature, riportati sui manuali dei fornitori.

### ***Armadi TPT***

L'Appaltatore deve provvedere all'installazione degli armadi TPT secondo schemi e prescrizioni dei documenti contrattuali, e deve provvedere al loro fissaggio su pavimentazioni o murature di qualsiasi natura, in analogia a quanto prescritto per i Telai "rack".

### ***Batterie***

Durante il montaggio delle batterie di accumulatori deve essere posta particolare attenzione nel posizionamento dei vari elementi, onde evitare danneggiamenti ai contenitori o il rovesciamento dell'elettrolita. La disposizione degli elementi che compongono la batteria a 110 V, deve essere tale da non permettere il contatto contemporaneo con elementi aventi una differenza di potenziale superiore a 50 V. Dopo il montaggio, la batteria 110 V deve essere sottoposta ad un ciclo di carica di formazione e di equalizzazione. La presa intermedia deve essere collegata al 45° elemento a partire dal polo positivo della batteria. I collegamenti fra gruppi di batterie devono essere realizzati con cavo adeguato (esempio: tipo N1VV-K 1x50 mm<sup>2</sup>) ed attestati con capicorda di tipo pesante, i collegamenti devono essere protetti con tubazioni o canaline in PVC. L'installazione e la disposizione devono rispettare le prescrizioni del Committente, il collegamento fra gli elementi deve essere eseguito previo disossidazione dei poli e delle piastre di connessione con vaselinatura degli stessi. Ogni elemento deve essere numerato con l'apposizione d'autoadesivi. Se necessario si devono riempire o rabboccare gli elementi. Al termine dei montaggi le connessioni e i poli devono essere protetti con le coperture fornite, e i singoli elementi numerati progressivamente con le etichette fornite.

## **1.25 COLLEGAMENTI ELETTRICI**

### **1.25.1 CONNESSIONI AT**

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle connessioni da realizzare con materiale di

propria fornitura o, se esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali, fornito dal Committente. La realizzazione delle connessioni deve essere eseguita in conformità al progetto, seguendo le eventuali istruzioni di montaggio rese dal fornitore dei materiali. Tutte le superfici di contatto, prima del serraggio della morsetteria, devono essere accuratamente pulite e successivamente spalmate con pasta protettiva.

### ***Conduttori AT tubolari o in corda***

I collegamenti possono essere realizzati con conduttori vari in alluminio, in alluminio acciaio, in rame, ecc. (corde, tubi, ecc.). I collegamenti in tubo devono essere eseguiti effettuando il taglio dei tubi nelle lunghezze necessarie, l'eventuale sagomatura, la smussatura degli spigoli, nonché il fissaggio agli elementi di morsetteria precedentemente montati sugli isolatori portanti e sulle apparecchiature. La sagomatura deve essere realizzata rispettando i raggi di curvatura prescritti dal Committente ed in maniera che le connessioni risultino perfettamente simmetriche ed allineate in verticale ed orizzontale; questa operazione deve essere eseguita con idonea attrezzatura in modo da garantire, ad opera ultimata, sezioni circolari regolari lungo l'arco di piegatura. Ciascun tubo deve garantire lo scarico dell'acqua piovana e della condensa dalle estremità; ove questo non sia possibile o sufficiente, al centro di ciascun tubo costituente una campata orizzontale deve essere praticato un foro di drenaggio  $\varnothing$  5 mm, privo di sbavature, rivolto in basso. Le connessioni finite devono presentarsi esenti da sbavature, lacerazioni superficiali, schiacciamenti o altro. I collegamenti con conduttori cordati devono essere realizzati in modo che la tesatura dei conduttori sia eseguita con i tiri indicati nelle tabelle fornite dal Committente all'Appaltatore prima dell'inizio del lavoro ed adottando tutti gli accorgimenti della buona tecnica per evitare danni al conduttore ed anomali sollecitazioni ai sostegni. Calate e colli morti dovranno essere realizzati adoperando ogni accorgimento atto a garantire le corrette geometrie richieste da ogni collegamento; i conduttori non devono presentare tracce di snervamento, abrasioni, scomposizione dei trefoli o altri danneggiamenti. Le connessioni realizzate con conduttori forniti dal Committente devono essere effettuate razionalizzando l'utilizzazione delle varie pezzature consegnate, in modo da limitare al massimo la produzione di spezzoni non utilizzabili.

### ***Morsetteria AT***

La morsetteria può essere di tipo a compressione, a cavallotti o piastre e bulloni o del tipo misto e comprende anche eventuali aste di supporto, contrappesi, antivibranti, equipaggiamenti per catene di isolatori, ecc. Le giunzioni realizzate mediante morse a compressione richiedono l'impiego di una pressa oleodinamica e matrici corrispondenti a quanto prescritto dal costruttore della morsetteria. L'esecuzione delle pressate deve essere eseguita con la corretta metodica richiesta per ogni tipo di morsetto. Per le giunzioni realizzate mediante morse a cavallotti e bulloni e altri elementi di morsetteria a bulloni, il serraggio deve essere eseguito con chiave dinamometrica fino ai valori di

coppia indicati dalle tabelle fornite dal costruttore della morsetteria. A montaggio ultimato deve essere eseguito un controllo del serraggio di tutta la bulloneria, mediante chiave dinamometrica, alla presenza del rappresentante del Committente. Per i morsetti che realizzano una giunzione elastica, il montaggio deve essere eseguito tenendo conto della temperatura di posa, in modo da compensare le successive dilatazioni o contrazioni dei conduttori per effetto dell'escursione termica.

### **1.25.2 CONNESSIONI MT**

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle connessioni da realizzare con materiale di propria fornitura o, se esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali, fornito dal Committente. La realizzazione delle connessioni deve essere eseguita in conformità al progetto, seguendo le eventuali istruzioni di montaggio rese dal fornitore dei materiali. Le connessioni realizzate con conduttori forniti dal Committente devono essere effettuate razionalizzando l'utilizzazione delle varie pezzature consegnate, in modo da limitare al massimo la produzione di spezzoni non utilizzabili. Le connessioni MT in conduttore nudo devono essere realizzate, previa piegatura, spianatura e rattivatura della superficie; la bulloneria deve essere in acciaio inox ad elevata resistenza.

#### ***Collegamenti MT in conduttore nudo***

I collegamenti devono essere realizzati con piatto, corda o tondo di rame di sezione prescritta dal Committente. Se richiesto dal Committente, le connessioni realizzate, compreso tutti i punti di giunzione/derivazione, devono essere accuratamente isolate con idonee guaine dielettriche termorestringenti, tubolari o nastrate, del colore di volta in volta precisato dal Committente, con idonea rigidità dielettrica. Le connessioni finite devono presentarsi esenti da sbavature, lacerazioni superficiali, schiacciamenti o altro. Le giunzioni tra conduttori in piatto rame devono essere normalmente realizzate per sovrapposizione e bloccaggio tramite bulloneria in acciaio inox.

#### ***Morsetteria per collegamenti MT in conduttore nudo***

Per le giunzioni realizzate mediante morse a cavallotti e bulloni e altri elementi di morsetteria a bulloni, il serraggio deve essere eseguito con chiave dinamometrica fino ai valori di coppia indicati dalle tabelle fornite dal costruttore della morsetteria. A montaggio ultimato deve essere eseguito un controllo del serraggio di tutta la bulloneria, mediante chiave dinamometrica, alla presenza del rappresentante del Committente. Per i morsetti che realizzano una giunzione elastica, il montaggio deve essere eseguito tenendo conto della temperatura di posa, in modo da compensare le successive dilatazioni o contrazioni dei conduttori per effetto dell'escursione termica.

#### ***Collegamenti MT in cavo***

I cavi MT sono di norma ad isolamento estruso o in carta impregnata e conformi alle normative tecniche in vigore. I cavi MT per i quali il Committente prescrive la posa con disposizione a trifoglio per

singola terna devono recare una fasciatura ad interasse medio di 1 metro. Nei percorsi a parete o su incastellature metalliche, i cavi MT devono essere fissati tramite profilati e collari, che devono sostenere il cavo senza incidere la guaina, ad interasse medio di 1 metro; su montanti, pali o paline, devono essere fissati usando materiali amagnetici. I cavi MT unipolari devono essere fissati tramite collari (di norma in acciaio inox). La posa dei cavi MT può essere realizzata negli appositi manufatti di cui alla parte *Canalizzazioni di servizio per cavi elettrici* del presente documento o in appositi scavi (eseguiti e rinterrati come prescritto alla parte *Scavi e Sbanamenti*) oppure al di sotto di pavimenti flottanti. In corrispondenza degli aerogeneratori le tubazioni saranno posate al di sotto del plinto (o meglio al di sotto del magrone di sottofondazione). Tali tubazioni tipicamente in corrugato serie pesante del diametro di 200 mm e 63 mm (per la fibra ottica) permetteranno la realizzazione di vie cavi per il passaggio all'interno della torre tubolare in acciaio dei conduttori MT in arrivo e in partenza dall'aerogeneratore.

Le operazioni di posa devono essere eseguite secondo quanto previsto dalle vigenti norme CEI e del Committente in merito, con particolare riguardo ai raggi di curvatura, alle temperature del cavo durante la posa ed al mutuo distanziamento al fine della dissipazione del calore. La posa dei cavi nei cunicoli, su passerelle, profilati o tubi deve essere effettuata in modo ordinato evitando per quanto possibile incroci ed accavallamenti. Durante le operazioni di posa, i cavi MT devono scorrere agevolmente su rulli opportunamente distanziati in modo da evitare al massimo l'abrasione della guaina esterna.

Se in qualsiasi fase della posa si dovessero riscontrare impedimenti fisici, ostruzione di tubi, malformazione dei cavi ecc., l'Appaltatore deve darne tempestiva informazione al Committente per le valutazioni e le decisioni del caso. Al completamento della posa, tutte le tubazioni contenenti cavi e facenti capo all'edificio comandi, devono essere adeguatamente sigillate, negli interstizi tra cavo e tubo, mediante iniezione di schiuma poliuretana di tipo non igroscopico per una profondità pari allo spessore della muratura. Ad indurimento avvenuto la superficie in vista deve essere debitamente rifilata e lisciata. Nel caso di posa dei cavi diretta in terreno, salvo diversa prescrizione del Committente, sul fondo dello scavo è steso uno strato di sabbia dello spessore di 20 cm ("vuoto per pieno") sul quale devono essere adagiati i cavi; viene poi eseguita una protezione superiore stendendo sui cavi stessi un ulteriore strato di sabbia dello spessore di 20 cm su cui vengono, disposti per tutta la lunghezza e larghezza dello scavo, gli elementi di protezione in resina sintetica (oppure, in casi particolari, mattoni pieni accuratamente affiancati se richiesti specificamente dal Committente). Nel caso di posa di nuovi cavi MT ad integrazione di preesistenti, devono essere adottati tutti gli accorgimenti e le opere provvisorie necessarie per evitare, per quanto possibile, incroci o accavallamenti.

### ***Giunzioni dei cavi MT***

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si provvederà alla giunzione di due spezzoni. Convenzionalmente si definisce "giunzione" la giunzione tripolare dei tre

conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di giunto unipolare per posa interrata di cavi MT di qualsiasi sezione, con isolamento estruso e schermo a fili, grado di isolamento del giunto 36 kV, da realizzare con guaine autorestringenti, montate in fabbrica su tubo di supporto, che assicurino la ricostruzione dell'isolamento e della protezione meccanica, e il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo. Per ciascun giunto dovrà essere inoltre compresa la fornitura e la posa in opera del "ball-marker" passivo non deteriorabile interrato con codice di riconoscimento a cui si assoceranno le informazioni relative al giunto e di una protezione meccanica da realizzare con tegoli in pvc o in cav e un letto di sabbia in cui annegare il giunto di almeno 20 cm. Inoltre l'Appaltatore fornirà le localizzazioni esatte dei giunti su cartografia in scala 1:5000, identificando le coordinate WGS84 corrispondenti. Il tutto eseguito secondo le prescrizioni tecniche di progetto ed a perfetta regola d'arte.

#### Giunti di interruzione o messa a terra degli schermi

Nelle posizioni dei giunti previste in progetto, si dovrà prevedere la messa a terra degli schermi, per la quale si dovrà fornire e mettere in opera:

- connettori BT,
- cavo N07V-K di sezione minima 16 mmq,
- capocorda per giunzione Cu-Acciaio,
- picchetto a croce in acciaio zincato,
- pozzetto non ispezionabile completo di chiusino da affogare nel terreno 40x40 cm,
- barre di terra in rame da fissare alla parete del pozzetto.

#### **Terminazioni per collegamenti MT in cavo**

L'esecuzione delle terminazioni dei cavi MT deve essere fatta esclusivamente da personale specializzato, rispettando rigorosamente le istruzioni del fornitore e quanto previsto dalle norme CEI e dalle prescrizioni del Committente. Nell'esecuzione dei terminali all'interno delle celle dei quadri MT, l'Appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, normalmente a corredo del terminale, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione e bulloneria, da collegare alle strutture metalliche. In caso di terminazioni poste in prossimità di TA toroidali, l'Appaltatore deve provvedere a cortocircuitare le trecce flessibili tra loro e a collegare il punto di unione alla terra dello scomparto tramite fornitura in opera di cavo unipolare sez. 1x25 mm<sup>2</sup> di colore giallo-verde, transitando all'interno del TA. E' inoltre compresa la fornitura in opera di idoneo capocorda a compressione in rame stagnato, con attacco piatto a 1 foro diametro 13 mm. diritto o con attacco piatto a 2 fori diametro 13 mm diritto o a 45° o diversamente

inclinato se prescritto dal Committente, per il collegamento di energia. Ogni terna di terminazioni unipolari di cavi MT deve essere dotata dall'Appaltatore di una targa di riconoscimento in PVC, di tipo unificato dal Committente, con stampigliatura a rilievo e idonei elementi di fissaggio, atta ad identificare sia l'Appaltatore che l'operatore che ha materialmente confezionato le terminazioni. Non sono ammesse preparazioni di terminali con elementi provenienti da confezioni di Case costruttrici diverse. I terminali per esterno devono avere i capocorda con la testa sigillata (non pressata) e senza foro di ispezione, per evitare infiltrazioni d'umidità all'interno del cavo.

### **1.25.3 CONNESSIONI BT**

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle connessioni da realizzare con materiale di propria fornitura o, se esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali, fornito dal Committente. La realizzazione delle connessioni deve essere eseguita in conformità al progetto. Le connessioni realizzate con conduttori forniti dal Committente devono essere effettuate razionalizzando

l'utilizzazione delle varie pezzature consegnate, in modo da limitare al massimo la produzione di spezzoni non utilizzabili. Le connessioni BT non devono presentare punti di tensione scoperti o pericolosi; morsettiere, connettori, codoli delle apparecchiature, devono essere protetti almeno IP2X. Le connessioni BT sono di norma realizzate con cavi BT (il cui insieme costituisce la cosiddetta "cavetteria"). I cavi BT di fornitura del Committente possono essere forniti in bobine ed in spezzoni di lunghezze diverse. L'Appaltatore deve, per quanto possibile, usufruire degli spezzoni disponibili prima di tagliare da nuove bobine. La posa dei cavi BT deve avvenire analogamente a quanto prescritto per la posa dei cavi MT nel presente documento.

#### ***Collegamenti BT tra quadri ed apparecchiature***

Per i collegamenti tra i quadri ed apparecchiature l'Appaltatore deve utilizzare cavi BT isolati con PVC sotto guaina di PVC tipo non propagante l'incendio a norma CEI (esempio: CEI 20-21 tensione nominale  $U_0/U = 0,6/1$  kV):

- cavi BT multipolari rigidi o flessibili per posa fissa;
- cavi BT multipolari flessibili per posa fissa con schermo;

L'utilizzo di cavi BT non schermati, se prescritto dal Committente, è limitato ai collegamenti interni al fabbricato, compreso il quadro MT, ed alle circuiterie esterne in corrente alternata. I cavi BT da attestare agli interruttori AT devono essere collegati solo dopo il collaudo di questi ultimi.

#### ***Operazioni complementari alla posa dei cavi BT***

A ciascuna estremità di ogni cavo BT, l'Appaltatore deve eseguire le seguenti operazioni fornendo i materiali occorrenti:

- asportazione della guaina esterna del cavo per una lunghezza opportuna;
- formazione di “testa – cavo” con materiale termorestringente;
- siglatura del cavo mediante applicazione di fascetta indicatrice (tipo GRAFOPLAST o similare);
- numerazione di ciascun conduttore mediante fascette segnafile (tipo GRAFOPLAST o similare);
- installazione, in prossimità delle morsettiere che ne sono sprovviste, di un profilato per dispositivi fissacavo (tipo MODERNOTECNICA o CARPANETO o similare), con eventuale sostituzione dei profilati già in opera, se inadeguati;
- fissaggio dei cavi in corrispondenza delle morsettiere utilizzando dispositivi fissacavo (tipo MODERNOTECNICA o CARPANETO o similare);
- fornitura e posa in opera di morsetti componibili danneggiati o mancanti, di tipo analogo agli esistenti, completi di accessori;
- spellatura dei singoli conduttori ed applicazione di idoneo capocorda a compressione di tipo preisolato;
- collegamento a morsetto od a connettore dei conduttori, con realizzazione di scorta.

Per i cavi BT schermati, si aggiungono le seguenti operazioni necessarie per la messa a terra dello schermo, da realizzarsi ad entrambe le estremità del cavo comprensive della fornitura, a carico dell'Appaltatore, dei materiali occorrenti:

- installazione, in prossimità delle morsettiere che ne sono sprovviste, di un collettore di terra realizzato con piatto in Cu opportunamente forato avente dimensioni minime di 25x2 mm;
- applicazione attorno allo schermo del cavo di un apposito collare in Cu o acciaio inox, avente una sezione non inferiore a quella dello schermo, evitando il danneggiamento dei conduttori interni;
- collegamento del suddetto collare al collettore di terra per ciascuna morsettieria, utilizzando conduttore flessibile in Cu isolato in PVC, tipo non propagante l'incendio secondo Norma CEI (esempio: CEI 20-22 II sigla N07V-K, rispondente alla tab. DV 201, con sezione di 6 mm<sup>2</sup> e colorazione GIALLO-VERDE).

La realizzazione di collegamenti tramite saldatura a stagno deve essere preventivamente disposta o autorizzata dal Committente. Gli interventi di modifica o completamento dei cablaggi (esecuzione di collegamenti interni, normalmente eseguiti con cavo unipolare) relativi a quadri o apparecchiature in opera o di nuova installazione, devono essere realizzati utilizzando conduttori flessibili isolati in PVC, tipo non propagante l'incendio secondo Norme CEI, e comprende le seguenti operazioni:

- eventuale composizione numerazione e montaggio di nuove morsettiere o modifica di quelle esistenti;
- eventuale posa di canaline portacablaggio di tipo autoestinguento, tubazioni in PVC ed altri accessori di fissaggio;
- spellatura dei singoli conduttori ed applicazione di idoneo capocorda a compressione di tipo preisolato;
- collegamento a morsetto od a connettore dei conduttori, con realizzazione di scorta.

I collegamenti tra gli armadi smistamento cavi e gli armadi generali dei trasformatori possono, in alcuni casi, essere realizzati in esecuzione sconnettibile utilizzando cavi unipolari flessibili con sezione non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup>. Tali conduttori devono essere posati entro guaine metalliche flessibili ricoperte esternamente con rivestimento in PVC, complete di raccordi che realizzino il collegamento a terra di entrambe le estremità; una di queste deve quindi essere equipaggiata del prescritto connettore volante. I cavi di tipo telefonico per telesegnali, telecomandi, ecc., si attestano in modo analogo a quanto sopra indicato, salvo l'utilizzo di accessori speciali per le terminazioni; in alcuni casi si rende necessario il bloccaggio meccanico dei singoli cavi prima di eseguire il collegamento elettrico.

#### ***Terminazioni a connettore***

I cavi da collegare tramite connettori devono essere privati della guaina per una lunghezza variabile, in funzione del grado di mobilità richiesto, di volta in volta, dalle singole terminazioni; i conduttori devono essere quindi protetti con calze isolanti estensibili. I conduttori non utilizzati devono essere isolati singolarmente con guaina termorestringente o morsetto isolante. I singoli conduttori, privati dell'isolamento all'estremità da connettere, devono essere fissati ai contatti (pin) del connettore con l'ausilio dell'apposita pinza avendo cura di non lasciare scoperte parti di conduttore nudo;

i contatti devono essere poi inseriti negli alloggiamenti da rendere attivi e bloccati. L'eventuale inserimento di componenti elettronici (diodi ecc.) deve essere effettuato garantendone l'isolamento nei confronti degli altri conduttori e verso terra.

I connettori devono essere polarizzati posizionando correttamente le relative guide. La parte volante dei connettori deve essere contrassegnata in modo permanente con etichette autoadesive prestampate (non sono ammesse scritte eseguite a mano).

#### ***Morsettiere BT***

Ove non altrimenti specificato dai documenti contrattuali, la fornitura, composizione ed il montaggio di morsettiere BT deve avvenire nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

- i morsetti devono essere di tipo componibile, in materiale melaminico, adatti alle sezioni



- dei conduttori;
- il fissaggio deve essere effettuato su profilato d'appoggio normalizzato;
  - la composizione deve anche comprendere separatori, placche d'assemblaggio e altri accessori;
  - i morsetti a vite devono presentare un'elevata forza di contatto, elevate caratteristiche dielettriche, resistenza alle correnti superficiali, anigroscopicità ed auto-estinguenza, una sicurezza assoluta contro le vibrazioni e l'allentamento, una perfetta ed uniforme pressione sul conduttore, un'insignificante caduta di tensione;
  - i morsetti per circuiti voltmetrici devono essere provvisti di sezionatore a cursore e prese di prova, mentre quelli destinati ai circuiti amperometrici devono essere provvisti anche di piastrine di contatto mobili;
  - il posizionamento delle morsettiere all'interno delle apparecchiature deve contemperare l'esigenza di una comoda ed agevole sistemazione dei cavi;
  - in prossimità delle morsettiere devono essere installate staffe con guide fissa-cavo;
  - analogamente deve essere installato un piatto Cu nudo 25 x 3 mm immediatamente sotto ad ogni guida fissa-cavo, provvisto di fori  $\varnothing$  8 mm disposti a passo costante e collegato direttamente alla terra dell'impianto, che si utilizza per la messa a terra dello schermo dei cavi;
  - se richiesto dal Committente, l'inserimento di più conduttori nello stesso morsetto deve avvenire utilizzando capicorda idonei per il serraggio di due fili.

Eventuali morsettiere preesistenti devono essere modificate in modo da uniformarsi le stesse caratteristiche.

#### **1.25.4 CONNESSIONE DI APPARECCHIATURE E STRUTTURE METALLICHE AI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA**

In tutti i casi ove ciò è previsto in progetto, le apparecchiature e strutture metalliche di sostegno o accessorie installate dall'Appaltatore devono essere collegate all'impianto di messa a terra tramite i collegamenti appositamente predisposti durante la realizzazione della maglia di terra secondo le prescrizioni della parte *Rete e Impianto di Messa A Terra* del presente documento. I collegamenti in piatto di rame devono essere ravvivati nei punti di contatto. I collegamenti in corda di rame devono essere attestati alle strutture delle apparecchiature mediante capicorda, bulloni, o altro, secondo le indicazioni impartite dal Committente; se nel loro sviluppo occorre fissarli a parete, si devono utilizzare graffette di materiale amagnetico ed inossidabile dotate di tasselli ad espansione ad interasse di circa 70-80 cm. Di norma deve essere evitato che il rame nudo aderisca a superfici metalliche zincate, per non favorire la formazione di processi di ossidazione; allo scopo è consentito il ricorso all'uso di

materiale protettivo termorestringente o di verniciatura di colore indicato dal Committente. I capicorda devono essere del tipo a compressione diritto e a colletto lungo idonei alla corda di rame impiegata. I morsetti bifilari per la giunzione di conduttori devono essere pressati in modo da ottenere la sicura unione delle parti a contatto utilizzando presse e matrici idonee. Le viti utilizzate in qualsiasi giunzione devono avere doppio dado e rondelle piane. Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni casi particolari di connessioni di strutture metalliche ed apparecchiature alla maglia di terra.

#### ***Collegamenti di terra di Scaricatori AT***

Ciascuno scaricatore AT è di norma connesso al collegamento di terra appositamente predisposto, seguendo un percorso il più diretto possibile, utilizzando conduttori isolati (di norma in gomma butilica sotto guaina di PVC) di sezione non inferiore a 150 mm<sup>2</sup> attestati al terminale di terra dello scaricatore; il collegamento di terra deve essere protetto fino ad un'altezza di 2,50 m dal suolo con tubo in PVC o adeguata canalina isolante da fissare al sostegno dell'apparecchiatura tramite graffette di materiale amagnetico.

#### ***Collegamenti di terra di apparecchiature MT***

##### *Scaricatori MT*

Ciascuno scaricatore MT è di norma connesso al collegamento di terra appositamente predisposto, seguendo un percorso il più diretto possibile, utilizzando corda nuda di rame attestata al terminale di terra dello scaricatore stesso e, all'altro capo, ad un unico nodo, comune per le tre fasi, ove viene anche attestato il collegamento verso l'impianto di terra; le corde in rame nudo possono essere bloccate sulle strutture di sostegno purché non si utilizzino materiali magnetici o conduttori; il collegamento di terra deve essere protetto fino ad un'altezza di 2,50 m dal suolo con tubo in PVC o adeguata canalina isolante da fissare al sostegno dell'apparecchiatura tramite graffette di materiale amagnetico.

##### *Schermi dei cavi MT*

All'interno di qualsivoglia scomparto MT, gli schermi dei cavi devono essere collegati a terra come descritto alla parte "*Terminazioni per collegamenti MT in cavo*". All'esterno i collegamenti degli schermi dei cavi devono analogamente essere messi a terra, direttamente utilizzando le carpenterie di sostegno, senza transitare per alcuna altra apparecchiatura.

### ***Collegamenti di terra di apparecchiature BT e varie***

Tutte le apparecchiature devono essere connesse ai rispettivi collegamenti di terra predisposti riducendo al minimo possibile le interposizioni di giunti a bullone tramite conduttori adeguatamente dimensionati. In particolare, all'interno dell'edificio servizi le apparecchiature devono essere connesse al collettore ad anello tramite corda nuda in rame di sezione non inferiore a 63 mm<sup>2</sup> dotata di morsetti bifilari e capocorda del tipo a compressione; la bulloneria utilizzata per i collegamenti deve essere in acciaio inox. Tutti i telai, i quadri e gli armadi devono essere connessi tra loro ed ai collegamenti all'impianto di terra dell'edificio servizi. Le connessioni sono di norma realizzate mediante piatto di rame cadmiato 30x2 mm; i pannelli devono essere messi a terra con collegamenti in cavo unipolare flessibile tipo NO7V-K, sezione 16 mm<sup>2</sup>, di colore giallo/verde. Tutti gli schermi dei cavi BT devono essere collegati a terra realizzando (all'interno del vano BT delle celle MT) un collettore con piatto rame collegato alla maglia di terra.

### ***Collegamenti alla rete di terra di strutture metalliche varie***

Le strutture metalliche devono essere connesse ai collegamenti di terra di norma tramite corda di rame o piatto di acciaio zincato di adeguata sezione. Le giunzioni devono garantire un contatto elettrico efficiente e sicuro nel tempo. Gli eventuali fori praticati nella carpenteria per il fissaggio dei conduttori di terra devono essere protette dall'ossidazione con prodotti idonei e in modo da non alterare le superfici di contatto. In particolare, le strutture metalliche soggette a movimento (ripari mobili, attacco per la leva di manovra dei sezionatori, albero dei sezionatori di terra, ecc.) devono essere collegate a terra mediante trecce flessibili di rame stagnato d'idonea sezione e complete di terminazioni; le strutture metalliche fisse (traverse, ecc.) sono di norma connesse alla maglia di terra con idonei conduttori di rame; a meno che non siano collegate in almeno due punti con bulloni o saldature elettriche ad altra struttura fissa direttamente collegata alla maglia di terra.

## **1.26 AEROGENERATORI**

Gli aerogeneratori sono i componenti principali dell'impianto destinati alla conversione dell'energia cinetica delle masse d'aria (vento) in energia elettrica.

Si prevede di utilizzare aerogeneratori caratterizzati da altezza torre di 150 m e diametro massimo del rotore pari a 158 m, prodotti da GE Renewable Energy, modello "5.5-158 - 50 Hz".

Gli elementi dell'aerogeneratore sono:

- Rotore costituito dalle tre ali con profilo aerodinamico, uguali sia in lunghezza che in sezione, disposte su un piano verticale e sfalsate di 120° tra loro, concorrenti in un ogiva centrale che è anche centro di rotazione del sistema;
- Generatore di tipo asincrono a doppia alimentazione; esso viene mantenuto alla

temperatura ottimale di utilizzo per mezzo di un circuito idraulico di raffreddamento; □ Navicella che contiene il generatore ed il trasformatore 0,69/30 kV; supporta le pale e contiene

- inoltre i dispositivi di trasmissione dell'energia meccanica e i dispositivi ausiliari. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata);
- Torre tubolare di sostegno, alta 132 m è costituita da n. 5 sezioni tubolari in acciaio collegate fra loro con flange.

Le principali caratteristiche degli aerogeneratori sono:

- Aerogeneratore:	GE Renewable Energy
- Modello:	5.5-158 - 50 Hz
- Pnom:	5.425 kW
- Diametro rotore:	158 m
- Torre:	Tubolare – con 5 tronchi – altezza 150 m
- Fondazioni:	in c.a. parte superficiale
- Dimensioni fondazioni:	Diametro 25 m – Altezza 2,6 m

### 1.26.1 ROTORE E PALE

L'aerogeneratore è equipaggiato con un rotore tripala e un hub, l'angolo di pitch delle pale è definito dal un sistema di controllo che lo ottimizza in relazione alla intensità del vento. Il diametro del rotore è di 158 m, l'area spazzata è di 19.606 mq, la velocità di rotazione varia nel range 5,916,3 giri/minuto, la rotazione è oraria, l'orientamento è sopravento (rispetto alla navicella), l'angolo di tilt è di 6°. I cuscinetti sono su doppia fila con quattro punti di contatto per fila, lubrificati con grasso.

Ciascuna pala è equipaggiata con un sistema di controllo del pitch, ovvero dell'angolo di rotazione delle pala rispetto al proprio asse longitudinale. Ciascun sistema di pitch consiste in un sistema idraulico montato nell'hub e un pistone montato all'interno della pala con un braccio di torsione della pala. Il range di rotazione è di -10°/90°, due pompe (in ridondanza) per il pompaggio dell'olio, pressione 260 bar.

### 1.26.2 HUB

L'hub supporta il peso delle tre pale e trasferisce i carichi al supporto principale, e la rotazione (tramite l'albero principale) al gearbox (o riduttore). La struttura dell'hub supporta anche le pale e i cilindri del sistema di pitch.

### **1.26.3 ALBERO PRINCIPALE**

L'albero principale trasferisce la rotazione del rotore al gearbox , è realizzato in acciaio.

### **1.26.4 GEARBOX (RIDUTTORE)**

Il riduttore converte la rotazione dell'albero principale (albero lento) nella rotazione (veloce) del generatore. Il disco del freno è montato sull'albero veloce, mentre il sistema di lubrificazione è a pressione, con serbatoio a gravità esterno, volume dell'olio 1000-1200 l. I cuscinetti dell'albero del generatore sono lubrificati continuamente tramite una unità di lubrificazione automatica.

### **1.26.5 ACCOPPIAMENTO DELL'ALBERO VELOCE**

L'accoppiamento trasmette la rotazione dall'albero veloce del gearbox all'albero del generatore. L'accoppiamento consiste in un pacchetto di 4 lamine e di un disco intermedio in fibra di vetro con flange metalliche.

### **1.26.6 SISTEMA DI IMBARDATA**

Il sistema di imbardata è un sistema attivo basato su un robusto sistema di cuscinetti con PETP come materiale di frizione.

### **1.26.7 TORRE TUBOLARE**

La torre tubolare è realizzata con trochi in acciaio dotati di flange di connessione. Dei magneti interni permettono di sopportare tutti i carichi orizzontali e verticali (scale, piattaforme, ecc.). Lo spessore dell'acciaio è calcolato sulla base dell'altezza della torre, ad ogni modo il disegno tronco conico permette di ridurre lo spessore dell'acciaio a parità di carico sopportato.

### **1.26.8 NAVICELLA**

La copertura della navicella è in fibra di vetro, nella parte superiore sono alloggiati i sensori e le luci di segnalazione aerea. L'accesso alla navicella dalla torre avviene attraverso il sistema di imbardata. E' anche possibile accedere alla parte superiore.

### 1.26.9 GENERATORE

Il generatore è a tre fasi asincrono con rotore a gabbia connesso alla rete tramite convertitore.

Il posizionamento del generatore permette la circolazione dell'aria tra rotore e statore. Lo scambiatore aria – acqua è esterno.

Di seguito le principali caratteristiche tecniche:

Turbine	5.3-158
Rated output [MW]	5.3
Rotor diameter [m]	158
Number of blades	3
Swept area [m <sup>2</sup> ]	19607
Rotational direction (viewed from an upwind location)	Clockwise
Maximum speed of the blade tips [m/s]	80.3
Orientation	Upwind
Speed regulation	Pitch control
Aerodynamic brake	Full feathering
Color of outer components	RAL 7035 (light grey) and RAL 7023 (concrete grey, for concrete sections of hybrid tower only)
Reflection degree/Gloss degree Steel tower	30 - 60 gloss units measured at 60° as per ISO 2813
Reflection degree/Gloss degree Rotor blades, Nacelle, Hub	60 - 80 gloss units measured at 60° as per ISO 2813
Reflection degree/Gloss degree Hybrid Tower	Concrete gray (similar RAL 7023); gloss matte

### 1.26.10 CONVERTITORE

Il convertitore effettua il controllo sia lato generatore sia lato rete, per il controllo della qualità dell'energia trasmessa. Il convertitore è formato da 3 macchine lato generatore e tre macchine lato rete.

Caratteristiche convertitore

### 1.26.11 TRASFORMATORE

Il trasformatore è posto in un ambiente separato chiuso con chiave nella parte posteriore della navicella. Il trasformatore è trifase del tipo a secco, a 50 Hz conforme alla norma Comunitaria Ecodesign.

Caratteristiche trasformatore

### 1.26.12 SEGNALAZIONE NOTTURNA E DIURNA

Gli aerogeneratori saranno installati in un'area pianeggiante, l'altezza di installazione della base degli aerogeneratori è compresa tra 55 e 63 m s.l.m. Gli aerogeneratori hanno il classico posizionamento a cluster, disposti su tre file: cinque aerogeneratori su una fila, quattro sulla seconda e l'ultimo leggermente arretrato. L'orientamento delle file è perpendicolare a quella dei venti prevalenti che spirano da NW e SE. Gli aeroporti più vicini sono quello dell'Aeronautica Militare Aeroporto di Amendola "Luigi Rovelli" Comando 32° Stormo (distanza dalla pala più vicina pari a 13 km), e l'Aeroporto di Foggia (distanza dalla pala più vicina pari a 16 km)

#### ***Segnalazione diurna***

La segnalazione diurna verrà attuata colorando le pale dei 10 aerogeneratori con due bande rosse (colorazione RAL 2009) di lunghezza pari a 6 m, a partire dall'estremità delle pale stesse, alternate ad una fascia bianca di pari lunghezza.



Hatched Area to be painted RAL2009

#### ***Segnalazione notturna***

I 10 aerogeneratori costituenti il parco eolico saranno dotati di lampade per la segnalazione notturna, con caratteristiche di seguito descritte. Ciascun corpo illuminante sarà dotato di doppia lampada per assicurare la continuità luminosa in caso di inefficienza nel funzionamento di una delle

due luci.

Si prevede l'installazione di lampade:

- a luce fissa rossa da 2000 Cd notturne;
- installate all'esterno della navicella nella parte alta di tipo omni-direzionale (360°)
- con batterie tampone alloggiare in un quadretto all'interno della navicella (durata 12 h);
- sistema di controllo dell'intensità luminosa
- range di temperatura: da -40°C a +55°C
- grado di protezione IP 55
- Certificata ICAO – Allegato 14 -Volume 1 -6° Edizione Luglio 2013 – Capitolo 6 – Medium Intensity Type

I sensori crepuscolari e le unità di controllo ad essi associate all'interno del quadro di controllo determinano le fasi giorno-notte. Queste indicazioni potranno subire variazioni a seguito di specifiche prescrizioni degli enti civili e militari deputati al controllo della navigazione aerea.

Si riporta la scheda degli ostacoli:

ID:	COORD. WGS84 fuso 33N	Quota alla base	Quota AGL	Quota ASML	ICAO SGL Day	ICAO SGL Night
WTG_01:	Lat/Lon: 41° 23' 57.0955" N, 15° 42' 24.2248" E	44,6	194,6	273,6	SI	SI
WTG_02:	Lat/Lon: 41° 24' 18.3290" N, 15° 42' 37.3911" E	42,19	192,19	271,19	SI	SI
WTG_03:	Lat/Lon: 41° 25' 18.8856" N, 15° 43' 32.3693" E	34,74	184,74	263,74	SI	SI
WTG_04:	Lat/Lon: 41° 25' 32.1021" N, 15° 43' 56.5980" E	33,57	183,57	262,57	SI	SI
WTG_05:	Lat/Lon: 41° 25' 43.1341" N, 15° 44' 17.1687" E	32,25	182,25	261,25	SI	SI
WTG_06:	Lat/Lon: 41° 24' 08.4961" N, 15° 43' 27.3288" E	41,52	191,52	270,52	SI	SI
WTG_07:	Lat/Lon: 41° 24' 34.4392" N, 15° 43' 28.0562" E	38,62	188,62	267,62	SI	SI
WTG_08:	Lat/Lon: 41° 25' 09.5357" N, 15° 44' 11.5714" E	32,87	182,87	261,87	SI	SI
WTG_09:	Lat/Lon: 41° 25' 14.9881" N, 15° 44' 32.9219" E	31,11	181,11	260,11	SI	SI
WTG_10:	Lat/Lon: 41° 25' 41.7321" N, 15° 45' 01.9122" E	30,54	180,54	259,54	SI	SI
WTG_11:	Lat/Lon: 41° 23' 35.1395" N, 15° 43' 45.4438" E	42,63	192,63	271,63	SI	SI
WTG_12:	Lat/Lon: 41° 23' 56.1071" N, 15° 43' 59.8406" E	40,97	190,97	269,97	SI	SI
WTG_13:	Lat/Lon: 41° 24' 26.3230" N, 15° 43' 49.9883" E	38,27	188,27	267,27	SI	SI
WTG_14:	Lat/Lon: 41° 25' 58.5466" N, 15° 45' 40.5414" E	27,15	177,15	256,15	SI	SI
WTG_15:	Lat/Lon: 41° 23' 49.8341" N, 15° 44' 45.8158" E	37,6	187,6	266,6	SI	SI



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL  
VENTO NEL TERRITORIO COMUNALE DI FOGGIA E MANFREDONIA (FG)**

DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI

WTG_16:	Lat/Lon: 41° 24' 09.1038" N, 15° 45' 21.1356" E	35,1	185,1	264,1	SI	SI
WTG_17:	Lat/Lon: 41° 24' 34.2293" N, 15° 45' 55.5844" E	30,87	180,87	259,87	SI	SI
WTG_18:	Lat/Lon: 41° 25' 26.0334" N, 15° 47' 08.3498" E	21,99	171,99	250,99	SI	SI
WTG_19:	Lat/Lon: 41° 23' 45.8257" N, 15° 45' 49.7385" E	32,19	182,19	261,19	SI	SI
WTG_20:	Lat/Lon: 41° 24' 11.9409" N, 15° 46' 00.2901" E	32,23	182,23	261,23	SI	SI
WTG_21:	Lat/Lon: 41° 25' 25.9088" N, 15° 47' 35.2600" E	20,87	170,87	249,87	SI	SI
WTG_22:	Lat/Lon: 41° 23' 30.3181" N, 15° 46' 12.5175" E	30,67	180,67	259,67	SI	SI
WTG_23:	Lat/Lon: 41° 23' 34.3433" N, 15° 47' 16.0649" E	27,99	177,99	256,99	SI	SI
WTG_24:	Lat/Lon: 41° 23' 55.8650" N, 15° 47' 41.0381" E	26,26	176,26	255,26	SI	SI

## **2. MATERIALI**

### **2.1 MATERIALI PER LE OPERE CIVILI**

#### **2.1.1 Norme generali di accettazione**

L'Appaltatore deve approvvigionarsi dei materiali per le opere civili presso fornitori che diano adeguate garanzie per l'espletamento della fornitura con costanza di caratteristiche e prendere tutti i provvedimenti necessari ad assicurare l'efficacia e la regolarità dei controlli in generale. A meno che, per particolari esigenze del Committente, i documenti contrattuali non ne indichino specificatamente la provenienza, l'Appaltatore può approvvigionare i materiali presso fornitori di propria fiducia, purché la qualità degli stessi rispetti i requisiti contrattuali, le Leggi ed i regolamenti vigenti in merito ad essi. L'Appaltatore è tenuto ad assicurarsi con anticipo ed in tempo utile la disponibilità di tutti i materiali necessari. Su richiesta del Committente l'Appaltatore deve dare le informazioni necessarie circa la provenienza dei materiali ed i fornitori presso i quali si è approvvigionato. Per il trasporto dei materiali per le opere civili in cantiere devono essere utilizzati idonei mezzi rispondenti alle prescrizioni di legge per ciascuno dei materiali trasportati. Alla conservazione dei materiali per le opere civili in cantiere l'Appaltatore deve porre la massima diligenza garantendo l'efficienza dei materiali stessi fino al loro impiego e la loro conservazione nel rispetto delle Leggi sulla sicurezza e l'igiene del lavoro nonché la dovuta agibilità dei luoghi al fine di non intralciare le attività lavorative in corso.

Tutti i materiali devono rispondere alle norme generali per l'accettazione stabilite dalle Leggi in merito secondo il testo in vigore durante l'esecuzione dell'Appalto nonché alle norme UNI e alle tolleranze in esse indicate; alcuni materiali possono essere accettati in base a parametri stabiliti da pubblicazioni ufficiali del C.N.R. o di istituti di ricerca purché ciò sia stato prescritto o autorizzato espressamente dal Committente. In particolare, il tipo, le caratteristiche e le modalità di impiego dei ferri d'armatura proposti o utilizzati dall'Appaltatore, devono essere conformi alle prescrizioni del progetto e garantire i requisiti necessari per adempiere alla funzione d'impiego. I ferri d'armatura di qualsiasi tipo devono, se richiesto dal Committente, essere sottoposti a sistematiche prove di controllo durante il corso del lavoro e l'Appaltatore deve consentire, in qualunque momento, la presa di qualunque tipo di ferro destinato alle armature.

L'Appaltatore può utilizzare materiali particolari (per es. additivi per calcestruzzi e malte; impermeabilizzazioni, isolamenti, rivestimenti di tipo speciale; tubazioni non unificate; acciai non contemplati nelle norme di usuale utilizzo ecc.) disposti dal Committente oppure approvati dal Committente su proposta dell'Appaltatore con un conveniente anticipo rispetto al periodo del loro impiego. In tali casi l'Appaltatore deve presentare certificati di provenienza e di collaudo comprovanti la corrispondenza alle caratteristiche prescritte e comunque subordinate all'accettazione del Committente. Nell'impiego di tali materiali particolari, l'Appaltatore deve scrupolosamente attenersi alle modalità prescritte dal produttore. Il Committente si riserva la facoltà di prescrivere prove di

laboratorio aventi lo scopo di accertare che l'impiego dei materiali particolari non sia causa di perturbazioni o pericolo per le altre lavorazioni o degli altri materiali. L'Appaltatore è unico responsabile dell'idoneità tecnica dei materiali che utilizza, qualsiasi sia la loro provenienza, il trasporto e le modalità di conservazione prima dell'impiego. Tutti gli sfridi e le eccedenze dei materiali per le opere civili sono di proprietà dell'Appaltatore che deve provvedere allo sgombero, alla rimozione ed allo smaltimento di essi. L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a propria cura e spese i prelievi indicati dal Committente, il trasporto e l'affidamento dei provini al laboratorio di prova, al pagamento delle prove ed alla consegna dei certificati con i risultati al Committente.

I materiali per le opere civili utilizzati dall'Appaltatore devono rispondere ai requisiti delle norme vigenti in merito nel testo in vigore durante l'esecuzione dei lavori e ad ogni prescrizione di legge intervenuta in materia in epoca successiva alla data di edizione del presente documento. Tutte le prove di accettazione dei materiali, le analisi fisico-chimiche, granulometriche, spettrometriche, di schiacciamento, di trazione ecc. devono essere eseguite a cura e spese dell'Appaltatore presso laboratori ufficiali, ivi compresi quelli del Committente, e i certificati delle prove devono essere inviati al Committente nel più breve tempo possibile.

## **2.1.2 RINFORZI PER TERRENI**

### ***Geocomposito su fondo scavo per rilievo***

Geocomposito ottenuto accoppiando per termosaldatura una geogrigliabiorientata a giunzione integrale, realizzata al 100% in Polipropilene (PP) estruso, ad un geotessile anticontaminante di peso superiore a 150 g/m<sup>2</sup>. La geogriglia è costituita da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture a maglia quadrangolare, con dimensione delle aperture pari a 40 x 27 mm, che individuano fili longitudinali e trasversali in grado di garantire alla deformazione dello 0,5 % una resistenza in MD e TD  $\geq 5,0$  kN/m (EN ISO 10319) ed alla deformazione del 2,0 % una resistenza in MD e TD  $\geq 12,0$  kN/m (EN ISO 10319). Le giunzioni della geogriglia devono essere parte integrante della struttura della geogriglia e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili per garantire la capacità di assorbimento delle forze e di confinamento del terreno. Il materiale dovrà garantire un'ottima resistenza al danneggiamento e all'esposizione ad agenti chimici e biologici. Il suddetto materiale deve essere dotato di marcatura CE e dovrà essere reso in cantiere in rotoli di larghezza non inferiore ai 4,00 m.

### ***Geogriglia bidirezionale***

La geogrigliabiorientata a giunzione integrale dovrà essere realizzata al 100% in Polipropilene (PP) estruso. La geogriglia è costituita da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture a maglia quadrangolare, con dimensione delle aperture pari a 40 x 27 mm, che individuano fili longitudinali e trasversali in grado di garantire alla deformazione dello 0,5 % una

resistenza in MD e TD  $\geq 5,0$  kN/m (EN ISO 10319) ed alla deformazione del 2,0 % una resistenza in MD e TD  $\geq 12,0$  kN/m (EN ISO 10319). Le giunzioni della geogriglia devono essere parte integrante della struttura della geogriglia e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili per garantire la capacità di assorbimento delle forze e di confinamento del terreno. Il materiale deve garantire un'ottima resistenza al danneggiamento e all'esposizione ad agenti chimici e biologici. Il suddetto materiale deve essere dotato di marcatura CE e dovrà essere reso in cantiere in rotoli di larghezza non inferiore ai 4,00 m.

### **2.1.3 CALCESTRUZZI**

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2 ovvero a uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595. E' escluso l'impiego di cementi alluminosi. L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta. Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive. I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche. L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di
- identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

### ***Prove per accettazione***

Ai fini dell'accettazione dei cementi la Direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

- UNI EN 196-1 -Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche;
- UNI EN 196-2 -Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;
- UNI EN 196-3 -Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;
- UNI CEN/TR 196-4 -Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;
- UNI EN 196-5 -Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;
- UNI EN 196-6 -Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;
- UNI EN 196-7 -Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;
- UNI EN 196-8 -Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;
- UNI EN 196-9 -Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;
- UNI EN 196-10 -Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;
- UNI EN 197-1 -Cemento. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 197-2 -Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;
- UNI 10397 -Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;
- UNI EN 413-1 -Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità;
- UNI EN 413-2 -Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;
- UNI 9606 -Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

### ***Aggregati***

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla

lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti riportati nella seguente tabella, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del cls di origine	fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella precedente tabella. Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive. Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia. Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato di seguito.

Specificativa tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto del cls	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	strutturale	2+

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica. I controlli di accettazione degli

aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, devono essere finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella seguente tabella, insieme ai relativi metodi di prova.

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )	UNI EN 1097-2

### **Sabbia**

La sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive. La Direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori. Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

### **Norme complementari**

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli di cui al comma 3, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

- UNI 8520-1 -Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620. Designazione e criteri di conformità;
- UNI 8520-2 -Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della

EN 12620. Requisiti;

- UNI 8520-21 -Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;
- UNI 8520-22 -Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;
- UNI EN 1367-2 -Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;
- UNI EN 1367-4 -Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;
- UNI EN 12620 -Aggregati per calcestruzzo;
- UNI EN 1744-1 -Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;
- UNI EN 13139 -Aggregati per malta.

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli di cui al comma 3, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme:

- UNI EN 13055-1 -Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;
- UNI EN 13055-2 -Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;
- UNI 11013 -Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.

### ***Altre componenti***

#### *Ceneri volanti*

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104. I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale. Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i



requisiti della norma UNI EN 450. Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento. Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%. Le norme di riferimento sono:

- UNI EN 450-1 -Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;
- UNI EN 450-2 -Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;
- UNI EN 451-1 -Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;
- UNI EN 451-2 -Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.

#### Silice attiva

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO<sub>2</sub>, con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco. La silicafume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa. Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche. Il dosaggio della silicafume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento. Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento. Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silicafume. Le norme di riferimento sono:

- UNI EN 13263-1 -Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;
- UNI EN 13263-2 -Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

#### Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente

sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata. Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2. L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

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

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego. Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco. Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

#### Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche. Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso. La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale; la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

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

#### Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;

getti in particolari condizioni climatiche;

singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante: l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale; la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo. In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

#### Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature. La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale; la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

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

### Additivi fluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela. Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento. Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento. In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2. La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del

D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale; la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

### Additivi aeranti

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

la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7; l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del

D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale; prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087; prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura. La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

- UNI EN 480-4 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;
- UNI EN 480-5 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova.

- Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;
- UNI EN 480-6 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova.
- Parte 6: Analisi all'infrarosso;
- UNI EN 480-8 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;
  - UNI EN 480-10 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;
  - UNI EN 480-11 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova.
- Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;
- UNI EN 480-12 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova.
- Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;
- UNI EN 480-13 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova.
- Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;
- UNI EN 480-14 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova.
- Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;
- UNI EN 934-1 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;
  - UNI EN 934-2 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
  - UNI EN 934-3 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
  - UNI EN 934-4 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
  - UNI EN 934-5 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
  - UNI EN 934-6 -Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

#### Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale; la determinazione dei tempi

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

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

- UNI 8146 -Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;
- UNI 8147 -Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;
- UNI 8148 -Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;
- UNI 8149 -Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.
- UNI 8146 -Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;
- UNI 8147 -Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;
- UNI 8148 -Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.

#### Altro

Per quanto riguarda gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni, l'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto. Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti. Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

#### **Acqua**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva. L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È

vietato l'impiego di acqua di mare. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008. A discrezione della Direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	Da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO4 minore 800 mg/l
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/l
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/l
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/l
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/l
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/l

### ***Classi di resistenza***

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104. Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate nella seguente tabella.

Classi di resistenza

C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella seguente tabella, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

### **Qualità**

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

valutazione preliminare della resistenza, con la quale si determina, prima della costruzione dell'opera, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto;

controllo di produzione, effettuato durante la produzione del calcestruzzo stesso; controllo di accettazione, eseguito dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, con prelievi effettuati contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali; prove complementari, ove necessario, a completamento dei controlli di accettazione.

#### Valutazione preliminare

Per quanto concerne la valutazione preliminare di cui alla lettera a), l'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi. L'appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

#### Controllo

Relativamente al controllo di cui alla lettera c), 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 e garantito in sede di valutazione preliminare. Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

controllo tipo A controllo tipo B. Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella seguente, come stabilito nel D.M. 14/01/2008:



Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R1 \geq Rck - 3,5$	
$Rm \geq Rck + 3,5$ (n° prelievi 3)	$Rm \geq Rck + 1,4 s$ (n° prelievi $\geq 15$ )
Ove: $Rm$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $R1$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio	

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero. Nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>. Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli molto accurati, integrati con prove complementari. Le prove complementari di cui alla lettera d) si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.). Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione. Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari. Potranno servire al Direttore dei Lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione". Le modalità di prelievo e i procedimenti per le successive prove devono rispettare le norme vigenti.

#### **2.1.4 CASSEFORME**

Le casseforme in legno possono essere realizzate con tavole o pannelli. Le tavole dovranno essere di spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarature. Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5. I pannelli, invece, dovranno essere di spessore non inferiore a 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti e all'abrasione. Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca. Per quanto concerne lo stoccaggio sia delle tavole che dei pannelli, il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza del terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle

distanze degli appoggi. Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname dovrà avvenire subito dopo il disarmo e comunque prima dell'accatastamento o del successivo reimpiego.

Le casseforme di plastica, adoperate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere utilizzate per getti all'aperto. Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60. Le casseforme in calcestruzzo saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm<sup>2</sup> (300 Kg/cm<sup>2</sup>), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) dovranno essere in acciaio inossidabile. La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibratorii esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme dovranno essere ultimate prima della presa del calcestruzzo. Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri è di 100 ca. Nel casseri realizzati con metalli leggeri si dovranno impiegare leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla formazione di coppie galvaniche derivanti da contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco. Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata, 2;
- lamiera sabbiata, 10;
- lamiera grezza di laminazione, oltre i 10.

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificatamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.); i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

### **2.1.5 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) prevedono per tutti gli acciai tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1): in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione; nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture; di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo vengono fornite le seguenti definizioni: lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t; forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori

delle grandezze nominali omogenee; lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

### ***Marcatura***

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione. Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli. Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione. Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo.

Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione. Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate. Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

mancata marcatura; non corrispondenza a quanto depositato; illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale. Secondo le UNI EN 10080 i paesi di origine sono individuati dal numero di nervature trasversali normali comprese tra l'inizio della marcatura e la nervatura speciale successiva, che è pari a 4 per l'Italia.

Su un lato della barra/rotolo, inoltre, vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento. Sull'altro lato, invece, ci sono i simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale. In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori. I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto. Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori. Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

### ***Qualificazione***

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5). L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore

intermedio. Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### Centro di trasformazione

Le Nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera

o per successive lavorazioni. Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale. Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

Il Direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

#### Caratteristiche

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche. I tipi di acciai per cemento armato sono due: B450C e B450C. L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_y \text{ nom} : 450 \text{ N/mm}^2$ ;
- $f_{tnom} : 540 \text{ N/mm}^2$ .

Esso deve inoltre rispettare le seguenti caratteristiche:

<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>REQUISITI</b>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{ynom}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{tnom}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$ $< 1,35$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento (Agt) <sub>k</sub>	$\geq 7,5$ %
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: F < 12 mm 12 ≤ F ≤ 16 mm 16 < F ≤ 25 mm 25 < F ≤ 40 mm	4 F 5 F 8 F 10 F

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente:

<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>REQUISITI</b>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{ynom}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{tnom}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento (Agt) <sub>k</sub>	$\geq 2,5$ %
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: F < 10 mm	4 F

#### *Prove*

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 Nuove norme tecniche):

- UNI EN ISO 15630-1 -Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;
- UNI EN ISO 15630-2 -Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10$  °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire  $f_y$ , con  $f(0,2)$ . La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 + 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10$  °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche. La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova. La lunghezza dei campioni delle

barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm). Riguardo alla determinazione di  $A_{gt}$ , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione  $F_m$ , bisogna considerare che:

- Se  $A_{gt}$  è misurato usando un estensimetro,  $A_{gt}$  deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- Se  $A_{gt}$  è determinato con il metodo manuale,  $A_{gt}$  deve essere calcolato con la seguente formula:  $A_{gt} = A_g + R_m/2000$

Dove:

$A_g$  è l'allungamento percentuale non proporzionale al carico massimo  $F_m$ ;

$R_m$  è la resistenza a trazione (N/mm<sup>2</sup>)

La misura di  $A_g$  deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza  $r_2$  di almeno 50 mm o  $2d$  (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza  $r_1$  fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o  $d$  (il più grande dei due). La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

### Produzione

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche). Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera. 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. La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità. La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE. Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>. Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro  $F$  compreso tra 6 e 40 mm; per gli acciai

B450A, invece, il diametro deve essere compreso tra 5 e 10 mm. L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $F \leq 16$  mm per B450C e fino a  $F \leq 10$  mm per B450A.

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- -in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno. Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle Nuove norme tecniche.

#### Reti e tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro  $F$  che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq F \leq 16 \text{ mm}$ . Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro  $F$  che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} \leq F \leq 10 \text{ mm}$ . Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:  $F_{\text{min}} / F_{\text{Max}} \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate. In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili. La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma. In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso. La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato. Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza



della predetta etichettatura. Nel caso di reti e tralici formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento. Relativamente alla saldabilità, l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella seguente tabella, dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

<b>Massimo contenuto di elementi chimici in %</b>			
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq}$	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  venga ridotto dello 0,02% in massa. Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso. La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le seguenti tolleranze:

Diametro nominale	$5 \leq F \leq 8$	$8 < F \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	$\pm 6$	$\pm 4,5$

### Qualificazione

Le prove di qualificazione e di verifica periodica devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento. I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata. Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura

vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ). Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente. Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione. Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione. Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura. Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione. Qualora la tolleranza sulla sezione superi il  $\pm 2\%$ , il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi. I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale. I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero  $n$  di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati. Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali  $n$  è il numero dei saggi prelevati dalla colata. I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione. Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti. I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento. In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1. Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare a esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto. Le prove di

cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove. Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Accettazione

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal Direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella seguente tabella:

<b>Caratteristica</b>	<b>Valore limite</b>	<b>NOTE</b>
fy minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>
fy massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1, 25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
Agt minimo	≥ 6.0%	per acciai B450C
Agt minimo	≥ 2.0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,11 \leq ft/fy \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$ft/fy \geq 1.03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato. Se un risultato è minore del valore, 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 di accettazione, 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 ufficiale. Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci 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 e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale. Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve

assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. 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 Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere 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 ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove. La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **2.1.6 INTONACI**

Gli intonaci possono essere costituiti da diverse tipologie di malta. La malta di calce idrata per intonaco è composta da calce idrata, sabbia, acqua, che devono possedere le seguenti proprietà:

- calce idrata secondo i requisiti espressi dalle norme di accettazione dei leganti idraulici e delle calci;
- sabbia: granulometria 100% passante cumulativo allo staccio 0,5, esente da sostanze organiche o argillose;
- acqua priva di impurità nocive.

La composizione indicativa è 1 parte di calce idrata e 6 parti di sabbia.

La malta di calce bastarda per intonaco è composta da cemento, calce idraulica, sabbia, acqua, che devono possedere le seguenti proprietà:

- cemento e calce secondo i requisiti espressi nelle norme di accettazione citate;
- sabbia: granulometria 100% passante cumulativo allo staccio 0,5, esente da sostanze organiche e argillose.
- acqua priva di impurità nocive.

La composizione indicativa è:

- calce in pasta mc. 0,35;

- cemento tipo 325 q. 1 per q. 0,90 di sabbia vagliata e lavata.

La malta di gesso per intonaco è composta da gesso per intonaco (scagliola) e acqua. La proporzione orientativa è una parte di acqua e una parte di gesso. La malta cementizia per intonaci si ottiene impastando agglomerato cementizio a lenta presa e sabbia nelle seguenti proporzioni:

- agglomerato cementizio a lenta presa 6,00 q;
- sabbia 1,00 mc.

### **2.1.7 IMPERMEABILIZZAZIONI**

I prodotti per impermeabilizzazioni possono essere sotto forma di:

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

Le norme di riferimento sono:

UNI 8178 -Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali;

- UNI EN 1504-1 -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;
- UNI EN 1504-2 -Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo -Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;
- UNI EN 1504-3 -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.

## **2.2 MATERIALI PER LE OPERE ELETTROMECCANICHE**

### **2.2.1 Generalità**

I materiali occorrenti per la realizzazione delle opere elettromeccaniche possono essere forniti dal Committente oppure dall'Appaltatore, così come prescritto, per ogni caso o tipologia, dai documenti contrattuali. I materiali forniti dall'Appaltatore, oltre a possedere le caratteristiche richieste dal

Committente ed a rispondere ai requisiti prescritti dalle norme in vigore, devono risultare idonei, in perfetto stato di conservazione ed esenti da difetti. In particolare, tutti i materiali ferrosi, se non altrimenti indicato, devono essere sistematicamente zincati a caldo, conformemente alle norme CEI e alle prescrizioni del Committente. L'Appaltatore, se richiesto dal Committente, deve fornire il certificato di collaudo della zincatura. Nel caso in cui, per effetto delle lavorazioni effettuate, alcune parti metalliche avessero perso in parte l'originale rivestimento protettivo, l'Appaltatore deve provvedere ai necessari ritocchi con riprese di verniciatura o zincatura a freddo. Qualora il Committente, a seguito di verifica, rilevi zone non protette, l'Appaltatore deve provvedere a propria cura e spese alla zincatura a caldo di esse. Inoltre, se non diversamente prescritto in documenti contrattuali o specifiche tecniche dei materiali stessi, tutta la bulloneria deve essere in acciaio con carico unitario di rottura superiore a 60 kg/mm<sup>2</sup>, in acciaio inox 18/8 se con diametro minore di M12 e zincata a caldo per diametri superiori. Per gli aspetti assicurativi e di custodia, l'Appaltatore deve richiedere al Committente il valore dei materiali, in assenza di richiesta l'Appaltatore si intende già a conoscenza di detto valore. Tutti gli sfridi dei materiali per le opere elettromeccaniche –ad eccezione dei conduttori forniti dal Committente– sono di proprietà dell'Appaltatore che deve provvedere allo sgombero di essi.

### **2.2.2 Controllo ed accettazione**

Prima del loro utilizzo, tutti i materiali devono comunque essere controllati dall'Appaltatore, qualsiasi sia la loro provenienza, fermo restando il diritto per il Committente di effettuare ulteriori controlli in qualsiasi momento. I materiali forniti dall'Appaltatore devono essere parimenti sottoposti ai controlli per essi previsti nel medesimo documento, nell'edizione in vigore e secondo le successive possibili integrazioni rese in merito dal Committente, con la precisazione che tutte le incombenze ed obblighi derivanti dall'applicazione di tali disposizioni sono da ritenersi riferite all'Appaltatore, anche se assolte materialmente dai singoli fornitori. Qualora il Committente non presenti, tramite proprio personale incaricato, ai collaudi di accettazione dei materiali appartenenti a questa categoria, l'Appaltatore deve fornire al Committente stesso i bollettini di collaudo emessi in tale sede. Per altri materiali, non contemplati negli elenchi dei documenti suddetti, si procede all'accettazione secondo altre norme stabilite nei documenti contrattuali, o specificate dal Committente.

### **2.2.3 Linea in cavo 150 kV**

Il collegamento tra la Sottostazione di trasformazione 30/150 kV e la Stazione RTN/Terna dovrà essere realizzato con fornitura e posa in opera di una terna di cavo AT a 150 kV interrato con conduttore in alluminio (classe 2 in accordo a IEC 20228), schermo semiconduttore e schermo in rame, isolamento in XLPE (polietilene reticolato), completo di terminali su entrambe le estremità.

### **2.2.4 Apparecchiature AT**

Si riportano di seguito le caratteristiche che dovranno essere garantite dalle apparecchiature AT.

### ***Sezionatore tripolare***

Sezionatore tripolare a tre isolatori per polo e a doppia apertura laterale con lame di messa a terra – tipo S3CT 170 / TCB-E 170 – 170 kV (BIL 650/750 kVp) – 1.250 A – 31,5 kA – comando a motore per le lame principali e manuale per le lame di terra

### ***Interruttore tripolare***

Interruttore tripolare isolamento in gas SF6 – comando a molla per auto–richiusura tripolare con 2 circuiti di apertura a lancio di tensione, 1 circuito d'apertura a mancanza di tensione e 1 circuito di chiusura – tipo 3AP1 FG 170 – 170 kV – 2.000 A – 31,5 kA

### ***Trasformatore di corrente***

Trasformatore di corrente unipolare per misura e protezioni – isolamento in olio – tipo IOSK 170 – con 4 secondari di cui 1 certificato UTF – 200 / 5–5–5–5 A – 31,5 kA – 10 VA / 0,2S – 10 VA / 0,2 – 20 VA / 5P20 – 20 VA / 5P20

### ***Trasformatore di tensione***

Trasformatore di tensione induttivo unipolare per misure e protezione – isolamento in olio tipo VEOT 170 – con 4 secondari di cui 1 certificato UTF 150: 3 / 0,1: 3–0,1: 3–0,1: 3–0,1: 3 kV – 10 VA / 0,2 – 10 VA / 0,2 – 10 VA / 3P – 10 VA / 3P

### ***Scaricatore di sovratensione***

Scaricatore di sovratensione unipolare ad ossido metallico adatto per la protezione da sovratensioni di origine atmosferica o di manovra in reti a 150 kV tipo 3EL2 138-2PM31-4GZ2-Z – completo di base isolante e contascariche Um 170 kV – Ur 138 kV – MCOV 110 kV – 10 kA – Classe 3

### ***Trasformatore MT/AT***

Trasformatore trifase di potenza – isolamento in olio – raffreddamento ONAN/ONAF 40/50 MVA – YNd11 – 150 ±12x1,25% / 31 kV

### ***Componenti di completamento A.T.***

#### *Conduttori in lega*

I collegamenti tra le varie apparecchiature A.T., a partire dalla Linea aerea 150 kV fino ai passanti del trasformatore di potenza, saranno così realizzati: -per la Linea aerea Terna-Sottostazione : corda in alluminio/acciaio diam. 31,5 mm – seziona teorica 585,3 mmq – peso teorico 1,953 kg/m -per le

calate dalla Linea Aerea al Sezionatore : corda in lega di alluminio diam. 36 mm – sezione teorica 643 mmq – peso teorico 2,118 kg/m -per lo Stallo Trasformatore : tubo in alluminio P-Al Mg Si UNI3569-66 diam. 40/30 mm – sezione t. 549,8 mmq – peso t. 1,48 kg/m

#### Morsetteria

Le connessioni dei conduttori ai codoli delle varie apparecchiature A.T. saranno realizzate con morsetteria monometallica in lega di alluminio a profilo antieffluvio con serraggio a bulloni in acciaio inox. Nell'accoppiamento alluminio-rame si utilizzerà una pasta antiossidante per migliorare il contatto e per impedire la corrosione galvanica tra i due metalli.

#### Sostegni metallici

Le strutture metalliche per il sostegno delle apparecchiature A.T. saranno realizzate in tubi, profilati e piastre di acciaio zincate a caldo secondo norme CEI 7-6. Il materiale impiegato per i sostegni tubolari sarà il tipo Fe 430B, norme UNI-EN 10025 e per le strutture tralicciate il tipo Fe 360 B. La bulloneria sarà in acciaio zincato.

#### Cassette TA e TV

I collegamenti tra i TV di stallo e i quadri saranno interfacciati da una cassetta elettrozincata. La cassetta, fissata sul supporto del polo centrale, conterrà i morsetti voltmetrici e gli interruttori automatici modulari di protezione, ciascuno con 2 contatti di segnalazione di stato e di scatto. I collegamenti tra i TA di stallo e i quadri saranno interfacciati da una cassetta elettrozincata. La cassetta, fissata sul supporto del polo centrale, conterrà i morsetti amperometrici. I collegamenti tra i secondari TV e TA per le misure UTF di stallo ed il quadro contatore di misura energia saranno interfacciati da una cassetta elettrozincata. La cassetta, fissata sul supporto del polo centrale, conterrà i morsetti amperometrici, i morsetti voltmetrici e l'interruttore automatico modulare di protezione previsto con 2 contatti di segnalazione di stato e di scatto.

### **2.2.1 Apparecchiature MT**

Si riportano di seguito le caratteristiche che dovranno essere garantite dalle apparecchiature MT.

#### **Quadro MT**

Quadro M.T. 30 kV di sottostazione, tipo blindato, isolato in gas SF6, composto dai seguenti scomparti: Scomparti partenza cavi (1 terna) Trasformatore A.T./M.T. con interruttore 630 A in vuoto, TA, sezionatore tre posizioni; relè a microprocessore tipo SIPROTEC 7SJ80 (1 per 2 scomparti) Scomparti arrivo cavi (1 terna) da parco eolico con interruttore 630 A in vuoto, TA, sezionatore tre



posizioni, relè a microprocessore tipo SIPROTEC 7SJ80 Scomparto partenza cavi (1 terna) Trasformatore M.T/b.t., con interruttore 630 A in vuoto, TA, sezionatore tre posizioni, relè a microprocessore tipo SIPROTEC 7SJ80 Scomparto misure con sezionatore tre posizioni e TV Sistema Sbarre 1.000 A

Le caratteristiche elettriche principali del quadro M.T. dovranno essere:

- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz / 1 min valore efficace :70 kV
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50  $\mu$ s. valore di picco : 170 kV
- Frequenza nominale : 50 Hz
- Corrente nominale sbarre / derivazioni : 1.000 / 630 A
- Corrente nominale ammissibile di breve durata : 20 kA -Corrente nominale di picco : 50 kA
- Potere interruzione degli interruttori alla tensione nominale : 20 kA
- Durata nominale del corto circuito : 1 sec

### ***Cavi MT***

I Cavi MT dovranno essere del tipo ARP1H5(AR)E 18/30 kV, non propagante l'incendio secondo le Norme HD 620 e IEC 60502-2, con armatura Airbag, conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttivo interno ed esterno in mescola estrusa, isolamento in mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE), schermo in nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale ( $R_{max}$  3 ohm/km), guaina esterna in polietilene. Normative di riferimento : CEI 20-22; CEI 20-13; CEI 20-29 I cavi MT saranno utilizzati per:

- collegamenti tra aerogeneratori e tra aerogeneratori (3x1x185 - 3x1x240 - 3x1x300 - 3x1x500 – 3x1x630 – 2x3x1x400 - 3x1x500mmq)
- collegamenti tra aerogeneratori e sottostazione elettrica (2x3x1x400 - 3x1x500mmq)
- collegamenti tra il trasformatore di potenza e il Quadro MT (formazione 2 x 3 x 1 x 500 mmq)
- collegamento tra il trasformatore di distribuzione MT/BT e il Quadro MT (formazione 3 x 1 x 50 mmq)

I terminali cavo MT saranno del tipo autorestringente lato trasformatore e plug-in lato quadro MT.

### ***Giunti MT***

I giunti MT dovranno essere del tipo monoblocco retraibile a freddo, per tensioni fino a 36 kV, conformi alle norme IEC 60502-4, ENEL, CENELEC HD 629-1-2, adatti alla giunzione di cavi in alluminio con posa direttamente interrata, con armatura Airbag, schermo metallico a nastro, fili o di tipo polylam e schermo semi-conduttore estruso.

### 2.2.2 Sistema misure fiscali

Per il sistema di misure fiscali dell'energia prodotta dal parco eolico, sarà previsto un armadio dedicato (installazione a parete, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte) nel quale saranno montati e cablati: Lato AT -1+1 (principale+riscontro) contatore statico multifunzione totalizzatore classe 0,2 energia attiva, classe 0,5 -energia reattiva ad uso GRTN/Terna, in accordo alla delibera AEEGSI 653 -Modem GSM con antenna

- Alimentatore per modem
- Morsettiera di prova
- Morsettiera di appoggio
- Software per programmazione e lettura contatore
- Certificazione di verifica / taratura fiscale UTF

### 2.2.3 Materiali accessori

Di norma tutti i materiali di fornitura sono completi degli accessori necessari per il loro montaggio in opera.

Resta inteso che, in caso di mancanze dovute a qualsiasi causa, l'Appaltatore deve approvvigionarsi di tutti i materiali accessori di completamento delle opere o necessari ai montaggi come ad esempio:

spessori in lamiera o piccoli profilati di ferro, grezzi o zincati a fuoco;

rondelle piane ed elastiche, rondelle di plastica, ecc.;

bulloneria e viteria necessaria;

tappi in gomma, elementi di ancoraggio ad espansione o chimici;

capicorda in rame stagnato a compressione per esecuzione di connessioni di energia e/o messa a terra.

Le bullonerie, viterie, rondelle piane ed elastiche, impiegate all'esterno sono di tipo idoneo e realizzate in acciaio inox, e solo quando espressamente prescritto per caratteristiche meccaniche particolari in acciaio zincato a caldo. Le bullonerie, viterie, rondelle piane ed elastiche, impiegate all'interno sono in acciaio zincato o inox e ove espressamente previste in materiale plastico (es. poliammide). Gli spessori sono ricavati da lamierini in acciaio inox, alluminio o zinco.

I piccoli profilati sono in acciaio inox, zincati a caldo o alluminio all'esterno, quelli zincati elettroliticamente sono ammessi solo per posa interna. Gli elementi di fissaggio ad espansione posti all'esterno in posizioni esposte direttamente alle intemperie o dove sia possibile ristagno d'acqua devono avere il corpo espandente in acciaio inox. È a carico dell'Appaltatore l'approvvigionamento di tutti i materiali di consumo (quali ad esempio: benzina, trielina, grassi, olii, lubrificanti, ossigeno, acetilene, elettrodi, antiruggine al Piombo, zincature a freddo, spazzole per pulizia, stracci, filo di ferro, spago ritorto, tubetti e nastri isolanti, vaselina neutra, prodotti antiossidanti per morsetteria d'alluminio

(Penetrox A – Cemex), collanti, pennelli, ecc.).

#### **2.2.4 Imballaggio**

In relazione al tipo di materiali da trasportare, alle modalità di viaggio e al sito di consegna, i materiali privi di imballi o confezioni originariamente poste dal costruttore di essi, devono essere opportunamente imballati dall'Appaltatore sotto la propria esclusiva responsabilità, ed approntati per la spedizione secondo la tecnica più aggiornata e con quella cura che la natura dei carichi ed i prevedibili rischi del trasporto consigliano. L'Appaltatore deve tener conto, all'atto dell'imballaggio, di temporanee esposizioni ad agenti atmosferici.

#### **2.2.5 Movimentazione dei materiali**

L'Appaltatore deve provvedere, a sua cura e spese, alle operazioni di carico e scarico, trasporto, spostamento e posizionamento in cantiere e successivamente a pie' d'opera, di sua competenza, mediante adeguato impiego di manodopera e mezzi d'opera idonei allo scopo. Per la movimentazione di apparecchiature contenenti gas in pressione (interruttori, TA, ecc.), l'Appaltatore deve verificare che queste siano ad una pressione tale da consentirne la movimentazione in sicurezza e nel rispetto delle norme vigenti in materia, in caso contrario deve provvedere, previo benestare del Committente, a ridurre la pressione stessa a valori ammissibili. L'Appaltatore deve provvedere, a sua cura e spese, a coprire tutte le movimentazioni di sua competenza mediante adeguate assicurazioni contro i rischi di perdita e/o danneggiamento dei materiali e di ogni altra opera o mezzo, intendendosi il Committente sollevato da ogni responsabilità, di qualsivoglia natura, al riguardo.

#### **2.2.6 Disimballaggi**

I materiali da disimballare, giunti a pie' d'opera, devono essere privati dell'imballo con cura ed in modo da evitare rotture e danneggiamenti delle apparecchiature.

#### **2.2.7 Custodia dei materiali prima dell'impiego**

L'Appaltatore deve provvedere al deposito ed alla custodia di tutti i materiali, sia forniti dal Committente che da egli stesso approvvigionati. Tutti i materiali ricevuti, trasportati e depositati in cantiere devono essere immagazzinati dall'Appaltatore al sicuro da furti e danneggiamenti. L'Appaltatore è responsabile della custodia di tutti i materiali ricevuti fino alla presa in consegna da parte del Committente secondo le modalità previste nei documenti contrattuali.

### **3. ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE**

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

##### **3.1.1 Norme generali di esecuzione**

I lavori eseguiti dall'Appaltatore possono essere in qualsiasi momento sottoposti dal Committente a prove e controlli in corso d'opera, di qualsiasi tipo, onde accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento. L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove. Le opere appaltate possono essere sottoposte a tutte le prove che il Committente intende eseguire a proprio insindacabile giudizio. In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua completa cura e spese a tutte le prescrizioni impartite dal Committente e a rimediare ad ogni difetto rilevato. L'Appaltatore deve effettuare propri controlli in corso d'opera al fine di assicurare la qualità richiesta dal Committente, attivando una struttura con relative procedure di controllo interno della qualità (Sistema Qualità) coerente con sia con la necessità di fornire autocertificazioni al Committente della qualità delle opere sia con l'eventuale certificazione, se in suo possesso, del Sistema di Qualità Impresa (Norma UNI EN ISO 9002).

##### **3.1.2 Norme generali di valutazione**

Di norma il Committente deve provvedere a propria cura e spese alle prove che intende eseguire, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre per eseguire le prove che il Committente intende effettuare. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

#### **3.2 CONTROLLI FINALI**

##### **3.2.1 Norme generali di esecuzione**

Analogamente a quanto prescritto per i controlli in corso d'opera, i lavori eseguiti dall'Appaltatore sono sottoposti dal Committente, al loro termine, a prove e controlli di qualsiasi tipo, onde accertare le caratteristiche di quanto eseguito. L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove. I controlli finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche. In caso di esito negativo, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua esclusiva cura e spese alle prescrizioni ricevute.

### **3.2.2 Norme generali di valutazione**

Di norma i controlli sono a carico del Committente, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre per eseguire le prove che sono effettuate, ivi compresi gli esiti di prove eventualmente eseguite in corso d'opera e la prova di aver rimediato ad eventuali prescrizioni ricevute in tali sedi. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

## **3.3 CONSEGNA DELLE OPERE**

### **3.3.1 Generalità**

L'accettazione da parte del Committente delle opere eseguite dall'Appaltatore è comunque subordinata alle operazioni di seguito sommariamente descritte, che l'Appaltatore stesso è tenuto a compiere prima di comunicare al Committente l'approntamento alla consegna. L'Appaltatore deve comunque procedere a proprie verifiche della corretta esecuzione delle opere nonché della esatta installazione e funzionamento di tutti gli elementi costituenti i vari impianti, secondo le indicazioni di progetto e quanto prescritto dal Committente e dalle norme CEI.

### **3.3.2 Verifiche da parte dell'Appaltatore**

Prima della consegna al Committente di ogni parte di impianto eseguita e sottoposta alla valutazione del Committente, l'Appaltatore deve, a propria cura e spese, con attrezzature e strumenti di misura appositi, provvedere all'esecuzione di verifiche di installazione e funzionali per accertare di aver correttamente eseguito i lavori, provvedendo anche a tutte le modifiche necessarie per il buon funzionamento dell'impianto. Le operazioni di verifica che l'Appaltatore è tenuto ad operare consistono, di massima, nel controllo della corretta installazione elettrica e meccanica di tutti gli elementi costituenti l'impianto. I controlli devono essere effettuati quando necessario con l'impianto di bassa tensione alimentato, eseguendo caso per caso le seguenti operazioni minime previa verifica dell'integrità di tutto il materiale impiegato, sia di propria fornitura che di fornitura del Committente:

#### ***Sezione BT e Servizi Ausiliari:***

- verifica del corretto serraggio dei conduttori nelle rispettive morsettiere;
- prove di isolamento, se non eseguite e certificate dal fornitore;
- prove di continuità del circuito di protezione;
- prove di messa in servizio ed eventuale messa in servizio del quadro servizi ausiliari c.a.

e c.c.;

- prove di messa in servizio ed eventuale messa in servizio di raddrizzatori e batterie 110 Vcc. e 24 Vcc.;
- controllo delle alimentazioni c.a. e c.c. delle apparecchiature;

#### ***Impianti elettrici civili:***

- alimentazione degli impianti elettrici;
- verifica del funzionamento corpi illuminanti e unità d'emergenza;
- verifica del funzionamento prese FM e senso ciclico delle fasi;
- controllo dell'efficienza delle protezioni differenziali;
- verifica del funzionamento dell'illuminazione esterna;
- verifica dell'orientamento notturno dei fari e dei livelli di illuminamento;

#### ***Sezione AT:***

- verifica dei rapporti di trasformazione dei TA;
- verifica degli avvolgimenti e circuiti secondari dei TA, TV e TVC;
- verifica del circuito degli interblocchi tra interruttori e sezionatori;
- verifica dei comandi, allarmi, scatti, segnalazioni e circuiti ausiliari degli interruttori;
- verifica dei comandi, allarmi, scatti, segnalazioni dei trasformatori, dei commutatori sotto carico e dei circuiti di raffreddamento;
- verifica dei collegamenti di terra e connessioni meccaniche;
- verifica cavi AT
- controllo della corrispondenza del collegamento, tra i pin dei connettori del pannello di protezione e controllo ed i pin del connettore del telecomando.

#### ***Sezione MT:***

- verifica dei rapporti di trasformazione dei TA;
- verifica degli interblocchi scomparti MT, comandi e tutte le cause d'allarme, scatto e segnalazione dei montanti MT;
- verifica dell'esatta inserzione dei circuiti varmetrici (Vo, Io) dei direzionali di terra;
- verifica cavi MT (misure di rigidità dielettrica)

- controllo dei circuiti d'inclusione/esclusione delle richiuse delle semisbarre;
- controllo della corrispondenza del collegamento tra i pin dei connettori del pannello di protezione e controllo ed i pin del connettore del telecomando;
- controllo della corrispondenza del collegamento tra i pin dei connettori del pannello di protezione e controllo ed i pin del connettore del CIS;

A conferma della corretta esecuzione delle operazioni di verifica e controllo, l'Appaltatore provvede a rilasciare un documento che certifichi la metodologia usata e l'esito d'ogni prova. Inoltre, se non diversamente prescritto, l'Appaltatore deve provvedere a predisporre le apparecchiature per l'esecuzione, a cura del Committente, delle prove a frequenza industriale sul quadro MT e delle prove d'isolamento dei cavi MT.

### **3.3.3 Arredamento di locali**

Sull'impianto devono essere installati gli arredi previsti dal Progetto, e comunque una dotazione minima consistente in una scrivania con sedie, un armadio metallico con ante chiuse da serrature per la tenuta della documentazione dell'impianto, scovolo per pulizia servizi, porta rotolo per carta igienica, specchio sul lavandino e appendiabiti.

### **3.3.4 Pulizia finale**

A seguito dell'ultimazione lavori e in ogni caso prima della messa in servizio, l'Appaltatore deve eseguire la pulizia generale di tutto quanto ha realizzato, secondo le indicazioni impartite dal Committente ed in particolare deve effettuare:

- la pulizia delle aree delle apparecchiature AT e delle aree esterne all'edificio, nonché il trasporto a discarica dei materiali di risulta (terra, imballaggi, ecc.);
- la pulizia di tutti gli isolatori AT in porcellana, compresi quelli che costituiscono le apparecchiature AT;
- la pulizia degli interruttori MT e dell'interno degli scomparti, prima dell'inserimento dei carrelli estraibili;
- la pulizia degli isolatori passanti MT e del vano risalita cavi, prima di posizionare le lamiere di chiusura;
- la pulizia, con aspiratore, dei cunicoli per i cavi BT;
- lo spolvero dell'esterno dei quadri MT, dei telai di protezione e controllo, degli armadi,

ecc.;

- la pulizia dei servizi igienici;
- il lavaggio dei serramenti e dei vetri interni ed esterni dell'edificio;
- il lavaggio dei pavimenti e la cerata degli stessi.

### **3.3.5 Norme generali di valutazione**

Tutto quanto riguarda la consegna dell'opera (ed in particolare le verifiche, le pulizie e le messe a punto degli impianti) è di norma a totale cura e spese dell'Appaltatore. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

## **3.4 COLLAUDI**

### **3.4.1 Generalità**

I Collaudi sono eseguiti da personale del Committente a ciò abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale, nominato/i dal Committente.

Qualsiasi prova può essere eseguita in corso d'opera tesa ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento.

L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove. In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua completa cura e spese a tutte le prescrizioni impartite dai Collaudatori e a rimediare ad ogni difetto rilevato.

### **3.4.2 Collaudi in corso d'opera delle opere civili**

Il Collaudo deve procedere secondo le modalità e le prove stabilite dal Collaudatore tese ad accertare la rispondenza delle opere civili alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

### **3.4.3 Collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere civili**

Sono tenuti da Collaudatori esperti degli impianti stessi che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.



#### **3.4.4 Prove in corso d'opera su impianti elettrici AT, MT, BT e impianti ausiliari**

Sono tenuti da Collaudatori del Committente che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche nonché al corretto funzionamento elettrico.

#### **3.4.5 Collaudi finali**

I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono eseguiti analogamente a quanto prescritto per collaudi e prove di funzionamento in corso d'opera da personale del Committente a ciò abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale, nominato/i dal Committente. I Collaudatori possono sottoporre le opere appaltate a tutte le prove che intendono eseguire in base alla propria esperienza ed alla propria perizia professionale. I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche. In caso di esito negativo, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua esclusiva cura e spese alle prescrizioni ricevute fino ad esito positivo di tutti i Collaudi.

#### **3.4.6 Norme generali di valutazione**

Di norma i Collaudatori sono a carico del Committente, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre ai Collaudatori per eseguire le prove che intendono effettuare, ivi compresa la documentazione degli esiti di controlli eventualmente eseguiti in corso d'opera nonché l'obbligo di comprovare adeguatamente di aver rimediato ad eventuali prescrizioni ricevute in tali sedi.