



PROPONENTE:

HEPV04 S.R.L.  
Via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)  
hepv04srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

**EHM.Solar**

EHM.SOLAR S.R.L.  
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799  
info@ehm.solar

c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

**CONSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO  
AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE  
PARI A 56.500 kW E POTENZA MODULI PARI  
A 62.160 kWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA  
RETE ELETTRICA - IMPIANTO RFVP76**

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

**PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA**

CODICE COMMESSA:

**HE.18.0064**

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

**STC S.r.l**

Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce  
Tel. +39 0832 1798355  
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella

**4IDEA S.r.l**

Via G. Brunetti, 50 - 73019 Trepuzzi  
Tel. +39 0832 760144  
pec 4ideasrl@pec.it  
info@studioideaassociati.it

PROGETTISTA:



COLLABORATORE:

STUDI FAUNISTICI

AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURE

STUDI PEDO-AGRONOMICI

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRUNO  
Via Argiro, 33 Bari  
t.f. +39 080 8693336



OGGETTO:

Disciplinare descrittivo e prestazionale  
degli elementi tecnici

SCALA:

n.a.

DATA:

OTTOBRE 2021

NOME FILE:

6JUCTX0  
\_Disciplinare\_07-agg.pdf

TAVOLA:

R07 agg

N. REV.	DATA	REVISIONE
1	30.09.2019	Prima emissione
2	09.2020	Aggiornamento per variazione Connessione

ELABORATO

STC  
STC

VERIFICATO

responsabile commessa  
Fabio Calcarella  
Fabio Calcarella

VALIDATO

direttore tecnico  
HEPV04 S.r.l  
HEPV04 S.r.l

## Sommario

1.	Descrizione dell’Impianto e caratteristiche dimensionali e strutturali.....	7
1.2.	Layout d’impianto.....	8
2.1.	Moduli fotovoltaici .....	9
2.2.	Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici .....	11
2.3.	Cavi .....	14
2.3.2	Cavi MT .....	15
2.4.	Inverter .....	15
2.4.1	Caratteristiche Tecniche Inverter .....	16
2.5.	Cabine di Campo.....	18
2.6.	Cabine di Smistamento .....	18
2.6.1	Dati progettuali .....	19
2.6.2	Quadro MT CdS.....	19
2.6.3	Alimentazione servizi ausiliari.....	20
2.7.	Sistemi ausiliari.....	21
Il sistema di videosorveglianza e anti-intrusione potrebbe subire delle modifiche in fase di progettazione esecutiva .....		22
2.7.2	Sistema di illuminazione .....	22
Illuminazione perimetrale .....		22
Illuminazione esterno cabine .....		23
3.1.	Opere Civili.....	24
3.1.1.	Opere Civili Area Stazione ed Edificio Servizi .....	24
3.1.1.1	Vie di transito e piazzali.....	25
3.1.1.2	Maglia di terra .....	26
3.1.1.3	Sistema di smaltimento delle acque meteoriche .....	26
3.1.1.4	Cavidotti 26 .....	
3.1.1.5	Fondazioni.....	27
3.1.1.6	Carpenteria metallica .....	27
3.1.1.7	Basamenti.....	27
3.2.	Opere Elettriche .....	28
3.2.2	Trasformatori AT/MT .....	29
3.2.3	Servizi ausiliari .....	29
3.2.4	Trasformatore MT/BT.....	29
3.2.5	Sistema alimentazione protette .....	30
3.2.6	Batteria .....	31
3.2.7	Raddrizzatore carica batteria.....	31
3.2.8	Pannelli di distribuzione 400/230 Vca e 110/48 Vcc.....	31
3.2.9	Impianto di illuminazione .....	32
Illuminazione perimetrale .....		32
Illuminazione esterno fabbricato .....		33
In fase di progetto esecutivo potranno essere apportati miglioramenti ai rapporti tra gli illuminamenti minimi e massimi e l’illuminamento medio. ....		33



3.2.10	Impianto di video sorveglianza .....	33
	Schema unifilare tipo per Impianto di Video sorveglianza ed Antintrusione.....	34
3.2.12	Sistema di rilevazione incendio, temperatura e gas .....	35
3.2.13	Apparecchiature AT .....	35
	Condizioni ambientali .....	35
	Sezionatore tripolare con lame di terra .....	36
	Trasformatore di tensione induttivo unipolare (TV).....	37
	Interruttore tripolare .....	38
	Trasformatori di corrente unipolari (TA).....	39
	Scaricatore di sovratensione unipolare .....	40
	Sistema misure fiscali .....	41
3.3.	Componenti di completamento AT .....	41
3.3.1	Morsetteria .....	41
3.3.2	Sostegni metallici .....	41
3.3.3	Cassette TA e TV .....	41
3.4.	Servizi generali e ausiliari SSE.....	42
3.5.	Cavi .....	43
4.	Caratteristiche dei collegamenti MT e AT .....	43
4.1.	Caratteristiche dei collegamenti MT .....	43
4.1.1	Giunzioni cavi MT .....	44
4.1.2	Terminali ed attestazione cavi MT.....	44
4.1.3	Modalità di posa.....	44
5.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI .....	46
5.1.	Cantieri, mezzi d'opera, depositi di materiali .....	46
5.5.1	Norme generali di esecuzione .....	46
5.5.2	Cantiere .....	46
5.5.3	Vie d'accesso .....	47
5.5.4	Ponteggi e opere provvisorie.....	47
5.5.5	Macchinari e mezzi d'opera .....	47
5.5.6	Custodia .....	48
5.5.7	Sgombero .....	48
5.2.	Tracciamenti.....	48
5.3.	Scavi e sbancamenti .....	48
5.3.1	Norme generali di esecuzione .....	48
5.3.2	Tipologie di scavo.....	50
5.3.3	Presenza di trovanti .....	51
5.3.4	Presenza d'acqua.....	51
5.4.	Calcestruzzi.....	51
5.4.1	Norme generali di esecuzione .....	51
5.4.2	Componenti normali dei calcestruzzi.....	52
5.4.3	Additivi e componenti particolari dei calcestruzzi .....	53
5.4.4	Approvvigionamento e trasporto dei calcestruzzi.....	53
5.4.5	Getti.....	54
5.4.5.1	Programma dei getti .....	55
5.4.5.2	Modalità di esecuzione.....	55



5.4.5.3	Getti in climi freddi.....	57
5.4.5.4	Getti in climi caldi.....	59
5.4.5.5	Interruzioni del getto.....	60
5.4.5.6	Compattazione.....	61
5.4.5.7	Stagionatura.....	62
5.5.	Casseforme.....	63
5.6.	Armature per calcestruzzi.....	64
5.7.	Fondazioni.....	65
5.8.	Solai.....	65
5.9.	Impermeabilizzazioni.....	66
5.10.	Murature.....	67
5.11.	Vespai.....	67
5.12.	Sottofondi.....	68
5.13.	Pavimentazioni.....	68
5.13.1	Generalità.....	68
5.13.2	Pavimento “flottante”.....	69
	Struttura di sostegno pavimento flottante.....	69
5.13.3	Pavimento “industriale”.....	70
5.13.4	Pavimento in piastrelle di gres.....	70
5.13.5	Rivestimenti, zoccoli, battiscopa.....	71
5.14.	Intonaci.....	71
5.14.1	Normativa di riferimento.....	72
5.15.	Serramenti ed accessori.....	72
5.14.1	Infissi esterni.....	73
5.14.2	Infissi interni.....	74
5.16.	Impianti e ausiliari.....	75
5.15.1	Rete e impianto di messa a terra.....	75
5.15.1.1	Rete orizzontale di terra (“maglia di terra”).....	76
5.15.1.2	Collegamenti di messa a terra (“derivazioni”).....	76
5.15.1.3	Impianto di terra Impianto fotovoltaico.....	77
5.15.1.4	Impianto di terra nell’edificio servizi.....	77
	Collettore di terra ad anello.....	77
	Passerelle e telai metallici.....	78
	Parti mobili di quadri e apparecchiature elettriche.....	78
	Tubi, sanitari e serramenti.....	78
5.15.2	Canalizzazioni di servizio per cavi elettrici.....	78
5.15.3	Impianti elettrici civili.....	78
5.15.3.1	Impianto elettrico dell’edificio servizi.....	79
5.15.3.2	Impianto di illuminazione esterna.....	80
5.15.4	Impianti speciali.....	81
	Impianti termici, climatici, di areazione, di ventilazione.....	81
	Impianti telefonici, citofonici, videocitofonici, antimurino, antintrusione e allarme.....	82
	Impianti di segnalazione e spegnimento incendi, segnaletica di sicurezza.....	82
5.15.5	Impianti di adduzione e smistamento acqua.....	82
	Adduzione dell’acqua potabile e delle acque per usi irrigui.....	83



Apparecchi sanitari .....	83
5.15.6 Impianto di raccolta e smaltimento acque piovane, reflue e di scarico.....	83
Tubazioni .....	84
Giunzioni tra tubi .....	85
Manufatti per fognature .....	86
Pozzetti.....	87
Chiusini e caditoie.....	87
Fosse biologiche.....	87
5.17. Strade marciapiedi e piazzali .....	88
5.16.1 Pavimentazioni in asfalto .....	88
5.16.2 Pavimentazioni in altri materiali .....	89
5.18. REALIZZAZIONE OPERE ELETTROMECCANICHE .....	90
5.18.1 Montaggio carpenterie metalliche.....	90
5.18.1.1 Basamenti e ancoraggi .....	91
5.18.1.2 Montaggio dei sostegni .....	91
5.18.1.3 Montaggio carpenteria metallica varia di fornitura.....	92
5.18.2 MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT .....	92
5.18.2.1 Quadro AT blindato isolato in SF6 .....	93
5.18.2.2 Quadro AT “a giorno”.....	93
Interruttori AT.....	93
Sezionatori AT .....	93
Trasformatori di corrente e di tensione(TA e TV-TVC).....	94
Scaricatori AT .....	94
Isolatori AT portanti.....	94
Bobine di sbarramento per Onde Convogliate .....	94
Cassette per filtro di accoppiamento per Onde Convogliate.....	95
Trasformatori AT/MT .....	95
5.18.3 MONTAGGIO APPARECCHIATURE MT.....	95
5.18.3.1 Quadro MT blindato isolato in SF6 .....	96
5.18.3.2 Quadro protetto MT .....	96
5.18.3.3 Apparecchiature del quadro MT .....	97
5.18.3.4 Interventi nel Reparto MT isolato in aria (“a giorno”) all’interno oppure all’esterno dell’edificio servizi.....	97
5.18.3.5 Montaggio Stallo TR/SA .....	97
5.18.3.6 Montaggio batterie di condensatori per rifasamento MT.....	98
5.18.3.7 Montaggio Modulo uscita MT trasformatore AT/MT. ....	98
5.18.4 SEZIONE PROTEZIONE E CONTROLLO.....	98
5.18.4.1 Telai “RACK” per supporto pannelli.....	99
5.18.4.2 Pannelli di protezione e controllo .....	100
5.18.4.3 Armadi di smistamento cavi .....	100
5.18.4.4 Apparecchiature c.c.....	101
5.18.4.5 Armadi TPT .....	101
5.18.4.6 Batterie .....	101
5.19. COLLEGAMENTI ELETTRICI .....	102
5.19.1 CONNESSIONI AT.....	102



5.19.1.1	Conduttori AT tubolari o in corda.....	102
5.19.1.2	Morsetteria AT.....	103
5.19.2	CONNESSIONI MT.....	103
5.19.2.1	Collegamenti MT in conduttore nudo.....	104
5.19.2.2	Morsetteria per collegamenti MT in conduttore nudo.....	104
5.19.2.3	Collegamenti MT in cavo.....	104
5.19.2.4	Giunzioni dei cavi MT.....	105
5.19.2.5	Giunti di interruzione o messa a terra degli schermi.....	106
5.19.2.6	Terminazioni per collegamenti MT in cavo.....	106
5.19.3	CONNESSIONI BT.....	107
5.19.3.1	Collegamenti BT tra quadri ed apparecchiature.....	108
5.19.3.2	Operazioni complementari alla posa dei cavi BT.....	108
5.19.3.3	Terminazioni a connettore.....	110
5.19.3.4	Morsettiere BT.....	110
5.19.4	CONNESSIONE DI APPARECCHIATURE E STRUTTURE METALLICHE AI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA.....	111
5.19.4.1	Collegamenti di terra di Scaricatori AT.....	112
5.19.4.2	Collegamenti di terra di apparecchiature MT.....	112
	Schermi dei cavi MT.....	112
5.19.4.3	Collegamenti di terra di apparecchiature BT e varie.....	113
5.19.4.4	Collegamenti alla rete di terra di strutture metalliche varie.....	113
6.	MATERIALI.....	114
6.1.	Calcestruzzi.....	114
6.1.1	Prove di accettazione.....	115
6.1.2	Aggregati.....	116
6.1.3	Sabbia.....	118
6.1.4	Altre componenti Ceneri volanti.....	118
	Silice attiva.....	119
	Additivi.....	120
6.1.5	Acqua.....	121
6.1.6	Classi di resistenza.....	122
6.1.7	Qualità.....	123
	Valutazione preliminare.....	123
	Controllo.....	123
6.2.	Casseforme.....	125
6.3.	Acciaio per cemento armato.....	126
6.3.1	Marcatura.....	127
6.3.2	Qualificazione.....	129
6.3.3	Centro di trasformazione.....	129
6.3.4	Caratteristiche.....	130
6.3.5	Prove.....	132
6.3.6	Produzione.....	133
6.3.7	Reti e tralici elettrosaldati.....	134
6.3.8	Qualificazione.....	136
6.3.9	Accettazione.....	138



6.4.	Intonaci.....	140
6.5.	Impermeabilizzazioni.....	140
7.	ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE .....	141
7.1.	Controlli in corso d'opera .....	141
7.1.1.	Norme generali di esecuzione .....	141
7.1.2.	Norme generali di valutazione .....	142
7.2.	Controlli finali.....	142
7.2.1.	Norme generali di esecuzione .....	142
7.2.2.	Norme generali di valutazione .....	142
7.3.	Consegna delle opere .....	143
7.3.1.	Generalità.....	143
7.3.2.	Verifiche da parte dell'Appaltatore.....	143
	Sezione BT e Servizi Ausiliari:.....	143
	Impianti elettrici civili:.....	144
	Sezione AT:.....	144
	Sezione MT:.....	144
7.3.3.	Arredamento di locali.....	145
7.4.	Collaudi.....	145
7.4.1.	Generalità.....	145
7.4.2.	Collaudi in corso d'opera delle opere civili .....	145
7.4.3.	Collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere .....	145
7.4.4.	Prove in corso d'opera su impianti elettrici AT, MT, BT e impianti.....	146
7.4.5.	Collaudi finali .....	146
7.4.6.	Norme generali di valutazione .....	146
7.4.7.	Pulizia finale .....	146
7.4.8.	Norme generali di valutazione .....	147

## **1. Descrizione dell'Impianto e caratteristiche dimensionali e strutturali**

### **1.1. Generalità**

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, da cedere alla **Rete di Trasmissione Nazionale (RTN)** secondo quanto previsto dalla legge 9/91 "*Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale*" e successive disposizioni legislative in materia tariffaria, in particolare dal D. Lgs 16 marzo 1999, n° 79 (decreto Bersani), e di tutte le opere di connessione ed infrastrutture annesse. L'impianto avrà una potenza nominale pari a 56.500 kW e una potenza installata pari a 62.160 kWp.

L'impianto è di tipo ad inseguitori solari monoassiali e sarà connesso alla rete (*grid connection*) in modalità trifase in media tensione (**MT**). Sarà costituito da moduli fotovoltaici montati su strutture di sostegno con Azimut variabile a 0.

Gli elementi tecnici che si andranno a descrivere nella presente relazione sono:

- Per l'Impianto fotovoltaico
  - a) Moduli fotovoltaici;
  - b) Strutture di sostegno dei moduli (Tracker);
  - c) Inverter;
  - d) Cabine di Campo e Cabina di Consegna;
  - e) Trasformatore MT/BT;
  - f) Cavidotti interni in BT;
  - g) Cavidotto MT di collegamento alla Cabina di Consegna e alla SSE;
  - h) Quadro MT in Cabina di Consegna;
- Per la Sottostazione Elettrica
  - i) Edificio servizi;
  - j) Piazzali e vie di transito;
  - k) Quadro MT;
  - l) Trasformatore MT/AT;
  - m) Apparecchiature AT;
  - n) Carpenteria metallica;
  - o) Sistema di Sbarre AT per la condivisione dello Stallo Terna.

## 1.2. Layout d'impianto

L'impianto è stato suddiviso in 3 aree e complessivamente sarà costituito da:

- a. 155.400 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 400 Wp, installati su inseguitori monoassiali da 28 e 14 moduli;
- b. 5.550 stringhe, ciascuna costituita da 28 moduli da 400 Wp ciascuno, collegati in serie. Tensione di stringa 1.237,6 V, corrente di stringa 8,42 A;
- c. 617 Quadri di Campo (String Box) inverter di campo, a cui afferiscono da 6 a 9 stringhe (in parallelo);
- d. 22 Cabinati prefabbricati e preassemblati in stabilimento dal produttore, contenenti l'Inverter centralizzato ed il trasformatore MT/BT;
- e. 22 Cabine di Campo (CdC) MT/BT in cui avviene l'innalzamento di tensione da 0,4/30 kV. In ciascuna CdC è installato un trasformatore con potenze nominali variabili in base al carico elettrico e comunque compreso tra 1.600 e 3.000kVA. Le CdC sono collegate fra loro in cinque gruppi (*Sottocampi MT*) tramite linee in cavo MT interrato;
- f. Una Cabina di Smistamento in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico proveniente dai 5 Sottocampi MT (e quindi dalle CdC). Dalla CdS, tramite una doppia linea MT in cavo interrato l'energia prodotta viene trasferita alla SSE Utente;
- g. Una Stazione Elettrica Utente in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV), in cui è installato un trasformatore elevatore 30/150 kV, potenza 50 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra.
- h. Gruppi di Misura (GdM) dell'energia prodotta, a loro volta costituiti dagli Apparecchi di Misura (AdM) e dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA). Particolare rilievo assumono a tal proposito il punto di installazione degli AdM, il punto e le modalità di prelievo di tensione e corrente dei relativi TA e TV, la classe di precisione dei singoli componenti del GdM.
- i. Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, AT, ed altri impianti e sistemi che rendono possibile il sicuro funzionamento dell'intera installazione e le comunicazioni al suo interno e verso il mondo esterno, installati all'interno nelle CdC, nella CdS e nella SSE Utente;
- j. Apparecchiature di protezione e controllo dell'intera rete MT e AT

## 2. Caratteristiche Tecniche e prestazionali – IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### 2.1. Moduli fotovoltaici

L'impianto sarà costituito da 155.400 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 62,160 MWp. Le caratteristiche principali dei moduli scelti sono le seguenti:

I moduli fotovoltaici saranno del tipo monocristallino di potenza massima par a 400 Wp, e saranno montati su Inseguitori solari monoassiali orizzontali (*Tracker*) in file parallele orientate nel verso dell'asse Nord-Sud

I *Tracker* saranno di due tipi, da 14 e 28 moduli in configurazione *portrait*, quindi con pannello montato in posizione verticale.

#### ELECTRICAL DATA | STC\*

CS3W	395P	400P	405P	410P	415P
Nominal Max. Power (Pmax)	395 W	400 W	405 W	410 W	415 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.5 V	38.7 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.26 A	10.34 A	10.42 A	10.49 A	10.56 A
Open Circuit Voltage (Voc)	47.0 V	47.2 V	47.4 V	47.6 V	47.8 V
Short Circuit Current (Isc)	10.82 A	10.90 A	10.98 A	11.06 A	11.14 A
Module Efficiency	17.88%	18.11%	18.33%	18.56%	18.79%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)				
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)				
Max. Series Fuse Rating	20 A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ + 5 W				

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

#### ELECTRICAL DATA | NMOT\*

CS3W	395P	400P	405P	410P	415P
Nominal Max. Power (Pmax)	293 W	297 W	301 W	304 W	308 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	35.1 V	35.3 V	35.5 V	35.7 V	35.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.35 A	8.42 A	8.48 A	8.52 A	8.58 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.0 V	44.2 V	44.4 V	44.6 V	44.8 V
Short Circuit Current (Isc)	8.72 A	8.78 A	8.85 A	8.90 A	8.97 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m<sup>2</sup> spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

**figura 1 - caratteristiche elettriche dei moduli fotovoltaici**

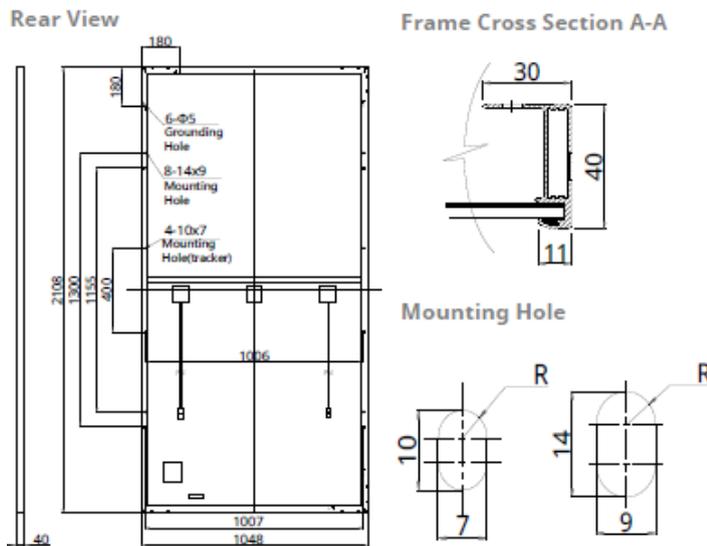
**MECHANICAL DATA**

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6) ]
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm <sup>2</sup> (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

**figura 2 - caratteristiche meccaniche dei moduli fotovoltaici**

**ENGINEERING DRAWING (mm)**



**figura 3 - caratteristiche dimensionali dei moduli**

## 2.2. Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici

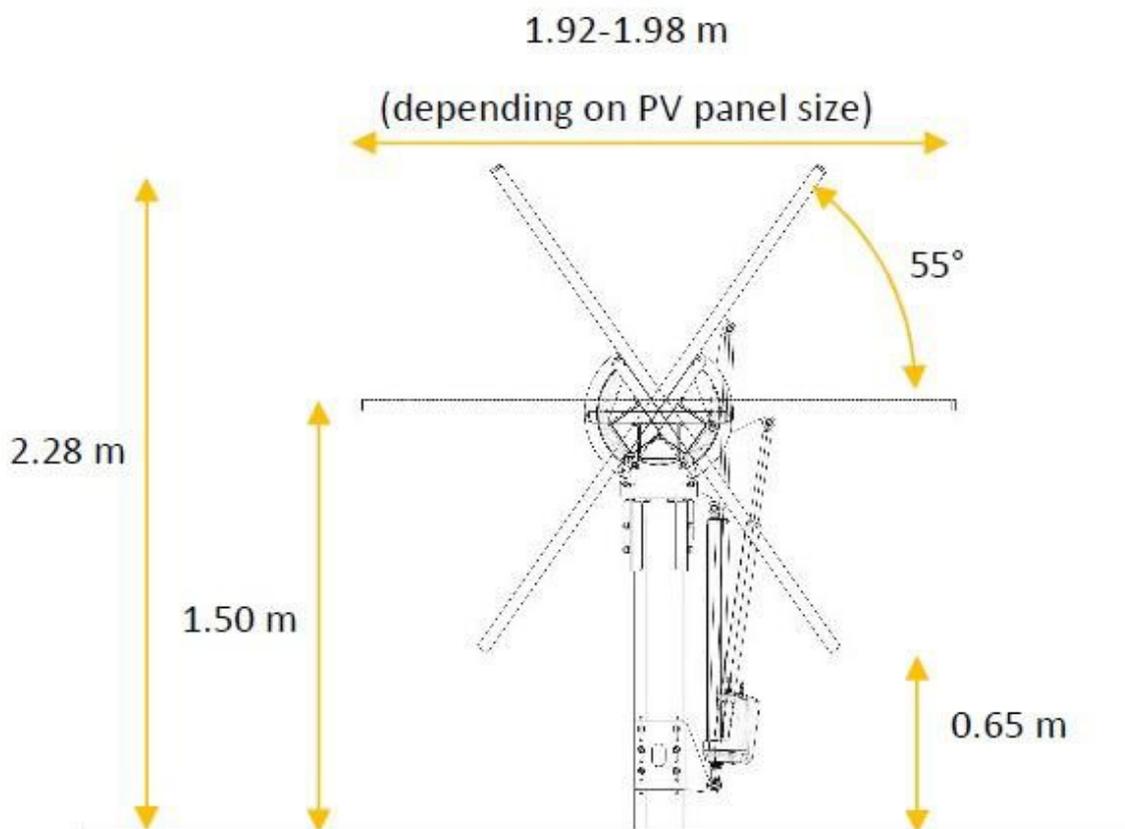
Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori solari monoassiali "Tracker".

I moduli fotovoltaici saranno installati su una unica fila in configurazione *portrait* (verticale) rispetto all'asse di rotazione del tracker. Le dimensioni principali del tracker sono riportate in figura.

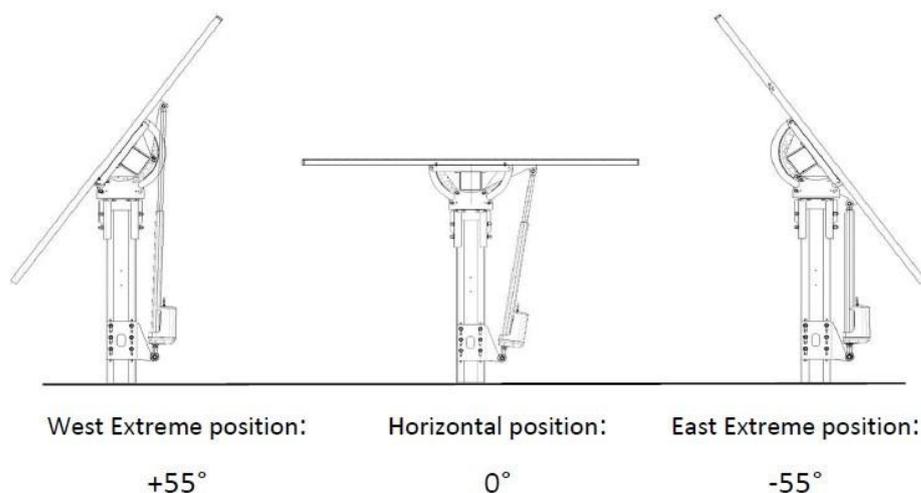
Ciascun tracker monofila si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. L'asse di rotazione (asse principale del tracker) è in linea generale orientato nella direzione nord-sud, ma nel caso particolare oggetto di questo studio, avrà una inclinazione (*azimut*) di  $0^\circ$  per tutti i campi (A-B-C-D-E).

Piccole rotazioni sono possibili in relazione alla conformazione del terreno.

Il *range* di rotazione completo del tracker è pari a  $100^\circ$  ( $-55^\circ/+55^\circ$ ), come indicato in figura 3.



**Fig. 4 - Dimensioni principali del tracker**

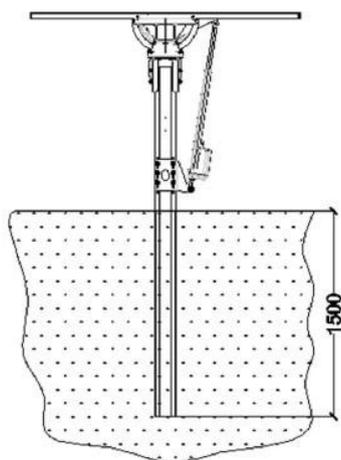


**Fig. 5 - Angolo di rotazione del tracker**

La movimentazione dei *tracker* nell'impianto fotovoltaico è controllata da un software che include un algoritmo di backtracking per evitare ombre reciproche tra file adiacenti. Quando l'altezza del sole è bassa, i pannelli ruotano dalla loro posizione ideale di inseguimento per evitare l'ombreggiamento reciproco, che ridurrebbe la potenza elettrica delle stringhe. L'inclinazione non ideale riduce la radiazione solare disponibile ai pannelli fotovoltaici, ma aumenta l'output complessivo dell'impianto, in quanto globalmente le stringhe fotovoltaiche sono esposte in maniera più uniforme all'irraggiamento solare.

Da un punto di vista strutturale il tracker è realizzato in acciaio da costruzione in conformità all'Eurocodici, con maggior parte dei componenti zincati a caldo. I tracker possono resistere fino a velocità del vento di 55 km/h, ed avviano la procedura di sicurezza (ruotando fin all'angolo di sicurezza) quando le raffiche di vento hanno velocità superiore a 50 km/h. L'angolo di sicurezza non è zero (posizione orizzontale) ma un angolo diverso da zero, per evitare instabilità dinamica ovvero particolari oscillazioni che potrebbero danneggiare i moduli ed il tracker stesso.

Per quanto attiene le fondazioni i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "*battuti*" nel terreno. La profondità standard di infissione è di 1,5 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire anche modifiche non trascurabili. La scelta di questo tipo di inseguitore, evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.



**Fig. 6 - Palo del tracker infisso nel terreno**



**Fig. 7 - esempio file di Tracker**

Nell'impianto in oggetto saranno utilizzati tracker come specificato nella tabella seguente:

Tracker	Pot. Mod. (kWp)	N° moduli	Pot. Tracker (kWp)
Tracker 28 mod.	400	28	11,2
Tracker 14 mod	400	14	5,6

**Tabella A - caratteristiche prestazionali delle stringhe**

## 2.3. Cavi

### 2.3.1 Cavi BT

- Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento delle stringhe agli String-Box di campo sono previsti conduttori in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia (tipo FG21M21).

○ Caratteristiche Tecniche:

- Conduttore: rame elettrolitico, stagnato, classe 5 secondo CEI 20-29;
- Isolante: HEPR 120 °C;
- Max. tensione di funzionamento 1,8 kV CC Tensione di prova 6,5 kV;
- Intervallo di temperatura Da - 40°C a + 90°C
- Durata di vita attesa pari a 30 anni In condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature.
- Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma EN 60216-1/2;
- Resistenza all'olio minerale;
- Resistenza agli agenti atmosferici;
- Ampio intervallo di temperatura di utilizzo
- Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, non propagazione della fiamma, conforme EN 60332-1-2;
- Facilità di assemblaggio;
- Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti sarà tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi ( $I_z$ ) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Si prevede l'utilizzo di cavi con  $S = 6 \text{ mm}^2$ ,  $I_z (60^\circ) = 70 \text{ A}$

- Per il collegamento degli String-Box e dall'Inverter al Trasformatore

All'interno delle Cabine di Campo sono previsti conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto (tipo FG16OR16 0,6/1kV) appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

o Caratteristiche Tecniche:

- Conduttore: corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- Isolante: Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16;
- Temperatura di cortocircuito 250° C;

### 2.3.2 Cavi MT

- Per i collegamenti dalle Cabine di Campo al Quadro MT della Cabina di Smistamento sono previsti conduttori del tipo ARP1H5(AR)E del tipo Ari bag dei seguenti diametri:

- ARP1H5(AR)E 3x(1x300) mmq – da Sottocampo 1 a CdS;
- ARP1H5(AR)E 3x(1x185) mmq – da Sottocampo 2 a CdS;
- ARP1H5(AR)E 3x(1x95) mmq – da Sottocampo 3.1 a CdS;
- ARP1H5(AR)E 3x(1x120) mmq – da Sottocampo 3.2 a CdS;
- ARP1H5(AR)E 3x(1x185) mmq – da Sottocampo 4 a CdS;
- ARP1H5(AR)E 3x(1x50) mmq – da Sottocampo 5 a CdS;

o Caratteristiche Tecniche:

- Conduttore: corda rotonda compatta in alluminio;
- Isolante: miscela di elastomero termoplastico (qualità HPTE);
- Schermatura: Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 30/km);
- Guaina: Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2).

## 2.4. Inverter

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o inverter) attua il condizionamento e il controllo della potenza trasferita. Esso deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. In particolare il gruppo deve essere rispondente alle norme su EMC e alla Direttiva Bassa Tensione (73/23/CEE e successiva modifica 93/68/CEE).

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura devono essere compatibili con quelli del campo fotovoltaico cui è connesso, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete del distributore alla quale viene connesso. Il convertitore deve, preferibilmente, essere basato su inverter a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed essere in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico. Tra i dati di targa deve figurare la potenza nominale dell'inverter in c.c e in c.a, nonché quella massima erogabile continuamente dal convertitore e il campo di temperatura ambiente alla quale tale potenza può essere erogata.

Tra i dati di targa dovrebbero figurare inoltre l'efficienza, la distorsione e il fattore di potenza. L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP65; questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche. Un'ultima nota riguarda le possibili interferenze prodotte. I convertitori per fotovoltaico sono, come tutti gli inverter, costruiti con dispositivi a semiconduttore che commutano (si accendono e si spengono) ad alta frequenza (fino a 20kHz); durante queste commutazioni si generano dei transitori veloci di tensione che possono propagarsi ai circuiti elettrici ed alle apparecchiature vicine dando luogo ad interferenze. Le interferenze possono essere condotte (trasmesse dai collegamenti elettrici) o irradiate (trasmesse come onde elettromagnetiche).

Gli inverter devono essere dotati di marcatura CE, ciò vuol dire che si presume che rispettino le norme che limitano queste interferenze ai valori prescritti, senza necessariamente annullarle. Inoltre le verifiche di laboratorio sono eseguite in condizioni standard che non sono necessariamente ripetute sui luoghi di installazione, dove peraltro possono essere presenti dispositivi particolarmente sensibili.

Quindi, per ridurre al minimo le interferenze è bene evitare di installare il convertitore vicino a apparecchi sensibili e seguire le prescrizioni del costruttore, ponendo attenzione alla messa a terra dell'inverter e collegandolo il più a monte possibile nell'impianto dell'utente utilizzando cavidotti separati (sia per l'ingresso dal campo fotovoltaico che per l'uscita in ca).

#### **2.4.1 Caratteristiche Tecniche Inverter**

Ogni Inverter, del tipo centralizzato, sarà ubicato all'interno di cabinati prefabbricati e preassemblati in stabilimento dal fornitore. Ciascuno di essi avrà 32 ingressi. Ad ogni ingresso

arriverà la corrente raccolta all'interno dei quadri di parallelo. Le dimensioni sono (L x H x P) 2.780 x 2.318 x 1.588 mm,

Gli inverter provvederanno alla conversione della corrente continua proveniente dalle stringhe di moduli in corrente alternata, che poi sarà trasmessa, tramite apposite linee in cavo, al relativo quadro BT della Cabina di Campo.

E' prevista l'installazione di:

- n° 19 Inverter con potenza nominale lato AC di 2.500 kVA, in accoppiamento ad un trasformatore MT/BT da 2.500 kVA;
- n° 3 Inverter con potenza nominale lato AC di 3.000 kVA in accoppiamento ad un trasformatore MT/BT da 2.500 kVA;

per un totale di **56.500 kVA** con  $\cos\chi\pi = 1$ .



**Inverter**

## **2.5. Cabine di Campo**

Le Cabine di Campo (CdC) saranno costituite, da un punto di vista elettrico, da una sezione BT e da una sezione MT comprensiva di sistema di protezioni.

La sezione BT è costituita da un Quadro BT a 400 V a.c. in cui sono installati gli interruttori di protezione delle linee che arrivano dagli Inverter e che si attestano elettricamente alla Cabina. Nello stesso quadro sono contenuti gli interruttori di protezione BT delle linee elettriche che alimentano i motori degli inseguitori mono assiali.

La sezione MT è costituita da un quadro MT con sezionatori con fusibili per la protezione dei trasformatori (lato MT) e sezionatore per la linea MT in arrivo da altro CdC e/o in partenza verso la CdS o altra CdC dello stesso Sottocampo.

All'interno della Cabina di Campo, sarà presente anche un Trasformatore per i Servizi Ausiliari da 10 kVA, 0,8/0,4 kV.

## **2.6. Cabine di Smistamento**

Sarà posizionata sul lato nord del Field C dell'impianto in prossimità dell'accesso allo stesso, in prossimità della strada esistente come si evince dalla planimetria generale dell'impianto allegata alla presente.

All'interno di essa, oltre alle celle di MT ed al trasformatore MT/BT Ausiliari, vi alloggeranno anche l'UPS, il rack dati, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione ed il QGBT Ausiliari. La cabina d'impianto sarà costituita da un edificio dalla superficie complessiva di circa 70,38mq (15,3 x 4,6 metri) per una cubatura complessiva di circa 211,14mc.

Tutti gli edifici suddetti saranno dotati di impianto elettrico realizzato a norma della legge 37/08. L'accesso alle cabine elettriche avviene tramite la viabilità interna.

Dal punto di vista costruttivo si rimanda a quanto detto nel § 2.5 per le Cabine di Campo.

Dal punto di vista elettrico la CdS consta essenzialmente di un Quadro MT, con sbarre 36 kV – 1.000 A . 20 kA x 1 sec, costituito dagli interruttori delle linee MT in arrivo dai cinque sottocampi MT, ed i sezionatori delle due linee MT in parallelo in partenza verso la SSE. Nello stesso quadro è contenuto un sezionatore MT di protezione del trasformatore ausiliari di cabina (trafo 50 kVA Dyn11).

### 2.6.1 Dati progettuali

Per tutte le apparecchiature elettromeccaniche presenti nella Cabina di Smistamento saranno considerati le seguenti condizioni ambientali di progetto:

Altitudine d'installazione	< 1000 m.s.l.
Temperatura ambiente esterna (max. / min.)	40 / -25 °C
Temperatura ambiente interna (max. / min.)	40 / -5 °C
Umidità relativa massima	90 %
Velocità del vento max.	30 m/s
Grado di inquinamento(classe IEC 60815-2,-3)	c – medio

### 2.6.2 Quadro MT CdS

Al quadro MT della Cabina di Smistamento (CdS) si attesteranno: n. 5 Linee 30 kV in cavo provenienti dai 5 Sottocampi e n. 2 Linee 30 kV di collegamento alla Sottostazione di trasformazione 30/150 kV (SSE).

Il Quadro MT 30 kV di Cabina sarà tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 3 scomparti partenza cavi alla sottostazione (1 terna per scomparto) con sezionatore IMS 630 A, rivelatore di guasto direzionale e di assenza tensione (RGDAT)
- n. 6 scomparti arrivo cavi dal Parco Fotovoltaico (1 terna per scomparto) con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi (1 terna) Trasformatore MT/BT con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore tipo SIPROTEC 7SJ80Siemens o equivalenti
- n. 1 Sistema Sbarre 1.000 A

Le principali caratteristiche elettriche del quadro MT saranno:

- Esecuzione: trifase, blindato, isolato in gas SF6
- Norme di riferimento: CEI EN 62271-200
- Continuità di servizio: LSC 2
- Classe di segregazione: PM
- Qualifica dell'arco: IAC A FL
- Tensione nominale: 36 kV

- Tensione di esercizio: 30 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz / 1 min valore efficace: 50 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

### 2.6.3 Alimentazione servizi ausiliari

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari della cabina di smistamento sarà previsto un sistema di distribuzione CA/CC costituito da :

- n. 1 armadio dedicato con struttura auto-portante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte completo di:
  - n. 1 sezione distribuzione CA 400/230 V
  - n. 1 sezione distribuzione CC 110 V CC
  - n. 1 raddrizzatore carica batterie
  - n. 1 batterie di accumulatori al piombo tipo ermetico 110 V CC
- n. 1 contatore statico multifunzione, classe 0,5, ad uso UTF, completo di:
  - morsettiera di prova
  - morsettiera di appoggio
  - certificazione di verifica / taratura fiscale UTF
- n. 1 trasformatore di distribuzione 30/0,4 kV, 50 kVA, isolamento in olio minerale, raffreddamento ONAN

## 2.7. Sistemi ausiliari

### 2.7.1 Sistema di video sorveglianza

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- N. 306 telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 40 m circa così suddivisi:
  - N° 64 telecamere per il Campo A;
  - N° 45 telecamere per il Campo B;
  - N° 68 telecamere per il Campo C;
  - N° 74 telecamere per il Campo D;
  - N° 38 telecamere per il Campo E;
  - N° 17 telecamere per il Campo F;

Queste saranno installate su pali in acciaio zincato di altezza pari a m 3,50 ed ancorati su opportuno pozzetto di fondazione porta palo e cavi;

- cavo *alfa* con anime magnetiche, collegato a sensori microfonic, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

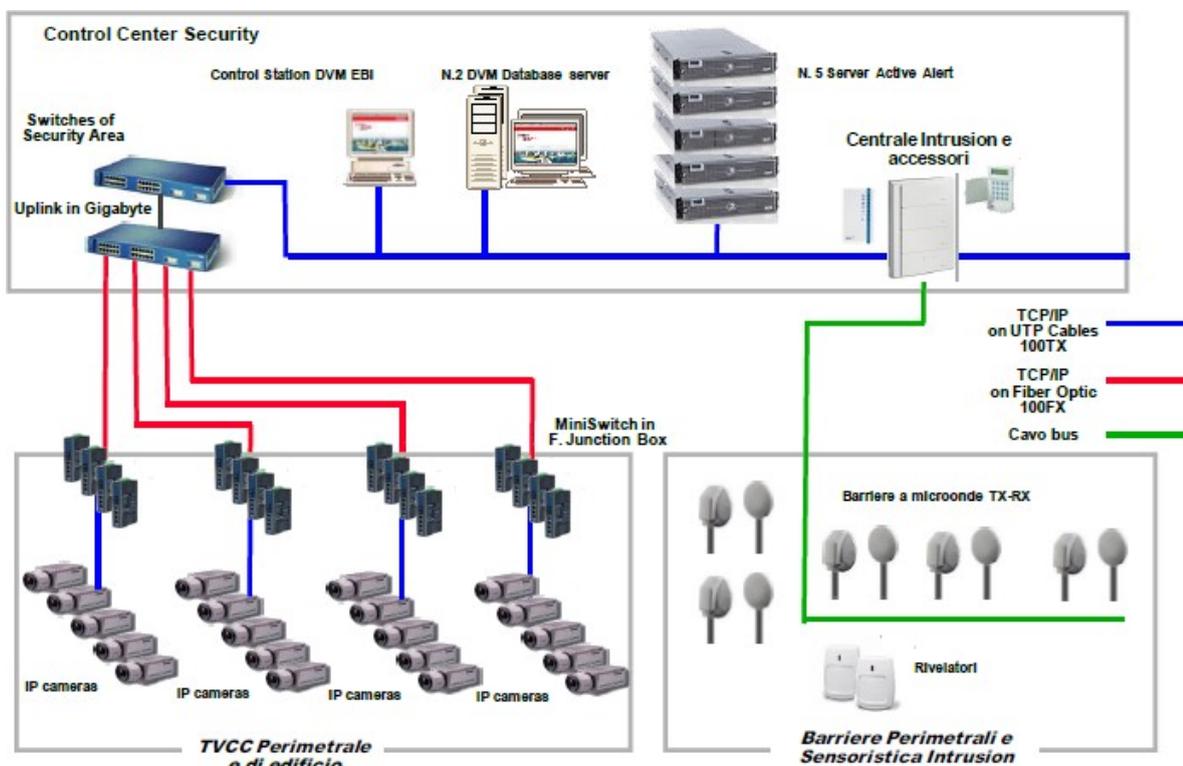
Il cavo *alfa* sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *gsm*.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.



**Schema unifilare tipo per Impianto di Video sorveglianza ed Antintrusione**

Il sistema di videosorveglianza e anti-intrusione potrebbe subire delle modifiche in fase di progettazione esecutiva.

### **2.7.2 Sistema di illuminazione**

L'impianto di illuminazione sarà dotato di un impianto di illuminazione così costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale
- Illuminazione esterno cabina

Tali sistemi sono di seguito brevemente descritti.

#### Illuminazione perimetrale

- Tipo lampada: Proiettori LED, Pn = 250W
- Tipo armatura: proiettore direzionabile
- Numero lampade: 612;

- Numero palificazioni: 306;
- Funzione: illuminazione stradale notturna e anti-intrusione;
- Distanza tra i pali: circa 40 m.

### Illuminazione esterno cabine

- Tipo lampade: Proiettori LED - 40W;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, forma ogivale;
- Numero lampade: 4;
- Modalità di posa: sostegno su tubolare ricurvo aggraffato alla parete. Posizione agli angoli di cabina;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.
- 

Il suo funzionamento sarà esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto. Ciò significa che qualora dovesse verificarsi una 'intrusione durante le ore notturne notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori a led, installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre la direzione di proiezione del raggio luminoso, sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

Da quanto appena esposto si può evincere che detto impianto di illuminazione è conforme a quanto riportato all'art.6 della L.R. N.15/05 "*Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico*", ed in particolare al comma 1, lettere a), b), e) ed f).

### **3. Caratteristiche Tecniche e prestazionali – STAZIONE UTENTE (SSE / SU)**

La Stazione Elettrica di Utenza per il collegamento alla RTN del Parco Fotovoltaico in oggetto, sorgerà sempre nel territorio dell'abitato di Latiano (BR) nelle vicinanze della futura Stazione elettrica di Terna.

L'area all'incirca di 1.600 m<sup>2</sup> all'interno della quale è prevista l'installazione della sottostazione, è situata nella parte Nord-Est del territorio comunale di Latiano, a circa 4 km dal centro urbano.

### **3.1. Opere Civili**

Le opere Civili comprenderanno le seguenti lavorazioni:

- scavi, rilevati, livellamenti, compattazioni ed eventuali opere di sostegno del terreno;
- opere di consolidamento, sostituzione, bonifica geotecnica del terreno (se necessarie)
- smaltimento dei materiali di risulta;
- realizzazione dell'edificio servizi;
- realizzazione di strade e piazzali;
- realizzazione dei basamenti in cemento armato;
- realizzazione della maglia di terra;
- realizzazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e degli scarichi idrici;
- realizzazione di cavidotti (in cunicolo in cemento armato e in tubazione di PVC);

#### **3.1.1. Opere Civili Area Stazione ed Edificio Servizi**

La stazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione perimetrale costituita da elementi in calcestruzzo prefabbricati, a pettine "spadoni" di altezza minima pari a 2.00 m, ancorati ad un cordolo di calcestruzzo armato di altezza pari a 50 cm fuori terra, per un'altezza totale della recinzione pari a 2,50 m.

La Stazione di Utenza sarà dotata di ingresso indipendente realizzato tramite cancello metallico carrabile, un cancello pedonale e di un impianto antintrusione.

All'interno dell'area di stazione sarà realizzato un edificio servizi, destinato ad alloggiare le apparecchiature di misura controllo e supervisione, nonché tutti i circuiti elettrici in bassa e media tensione.

Al suo interno saranno ubicati tutti gli apparati del sistema di comando e supervisione e dei servizi ausiliari nonché le apparecchiature MT di interfaccia con l'impianto.

L'edificio sarà conforme alla legislazione vigente.

La struttura portante dell'edificio sarà realizzata tramite pilastri, travi e pannelli in cemento armato, opportunamente dimensionati.

La copertura sarà anch'essa in cemento armato, adeguatamente impermeabilizzata e coibentata tramite: barriera anti-vapore, pannelli isolanti, guaina bituminosa.

Internamente la copertura dovrà essere finita con intonaco a base cementizia.

Sui tutti i lati dell'edificio, all'altezza dell'imposta di copertura, sarà realizzato un aggetto di 500 mm con funzione di pensilina, con intradosso intonacato

Le pareti esterne saranno formate da muratura in laterizio a cassa vuota con interposti elementi coibenti non alterabili nel tempo. La faccia interna ed esterna delle pareti sarà intonacata.

Le pareti interne saranno anch'esse realizzate in laterizio intonacato.

Esternamente ed internamente il manufatto sarà tinteggiato con colore da definire.

I serramenti saranno di tipo antisfondamento. Tutte le griglie di aerazione saranno provviste di rete antinsetti.

Nei locali destinati ai servizi ausiliari ed al sistema di controllo e supervisione, sarà posto in opera un pavimento modulare sopraelevato, mentre nei locali quadro MT e trasformatore servizi sarà realizzato pavimento di tipo industriale e un cunicolo per i cavi MT ed opportuni cavidotti per i collegamenti BT.

L'edificio sarà fornito di impianto antintrusione, di impianto elettrico FM e illuminazione e laddove espressamente richiesti di impianti rilevazione fumo e gas, telefonico, condizionamento e riscaldamento elettrico.

### **3.1.1.1 Vie di transito e piazzali**

Le vie di transito e i piazzali asfaltati saranno composti da:

- sottofondo in misto di cava dello spessore di 400 mm;
- base in misto stabilizzato dello spessore di 200 mm;
- strato di tout-venant bitumato debitamente rullato dello spessore di 70 mm (binder);
- tappetino d'usura debitamente rullato dello spessore di 30 mm;
- cordonata in elementi di cemento vibro-compresso;
- nell'area delle apparecchiature elettromeccaniche, ghiaio di spessore 10 cm.

La sagoma trasversale della carreggiata e dei piazzali sarà realizzata in tratti rettilinei con pendenza verso i pozzetti di raccolta delle acque meteoriche.

La posa in opera del materiale sarà effettuata con una corretta umidificazione ed un adeguato costipamento, preceduto, se necessario, da un mescolamento per evitare la segregazione; essa non sarà eseguita durante periodi di gelo, di pioggia o su sottofondi saturi di umidità.

La posa in sottofondo sarà preceduta da accurata costipazione del terreno in posto e, laddove si possa verificare la dispersione del materiale di cava nel terreno, si interporrà un telo di tessuto non tessuto avente funzione di separazione.

Il costipamento degli strati di fondazione e di base verrà eseguito in strati di spessore adeguato al tipo e al rendimento dei mezzi costipanti adoperati, ma in ogni caso non superiore a 300 mm allo strato sciolto.

La dimensione massima dei grani costituenti sarà non maggiore della metà dello spessore finito dello strato costipato, e in ogni caso non superiore a 70 mm negli strati di fondazione e non superiore a 30 mm negli strati di base.

### **3.1.1.2 Maglia di terra**

L'impianto di terra di stazione è costituito essenzialmente da un dispersore intenzionale interrato ad una profondità di circa 800 mm ed immerso in terreno vegetale, a cui saranno collegate le armature di tutte le opere civili (dispersori di fatto), le strutture metalliche e le apparecchiature di impianto.

La posa in opera del dispersore intenzionale ed i collegamenti con i dispersori di fatto sarà realizzata durante i lavori delle opere civili, mentre i collegamenti fra la maglia interrata e tutte le apparecchiature e strutture metalliche emergenti saranno realizzate durante i montaggi elettromeccanici.

### **3.1.1.3 Sistema di smaltimento delle acque meteoriche**

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato a quote variabili in funzione delle pendenze e sarà essenzialmente composto da:

- pozzetti di captazione, di tipo a dispersione;
- pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in strade o piazzali asfaltati;
- tubazioni in PVC serie pesante di vari diametri in funzione delle superfici asservite;
- pozzi di smaltimento delle acque.

Gli impianti tecnologici di trattamento delle acque meteoriche e vasca di accumulo delle acque reflue saranno totalmente interrate insieme al sistema di canalizzazione per il loro deflusso. Lo smaltimento delle acque reflue avverrà mediante sistema periodico di manutenzione, mentre lo smaltimento delle acque meteoriche, avverrà dopo la decantazione e disoleazione

### **3.1.1.4 Cavidotti**

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi MT e BT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore AT/MT e dei loro ausiliari con il fabbricato servizi. I vari livelli di tensione dovranno seguire percorsi fisicamente separati. I cavidotti saranno costituiti essenzialmente da:

- cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiacati con calcestruzzo rck 150;
- pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

### **3.1.1.5 Fondazioni**

I basamenti delle strutture di sostegno delle apparecchiature elettromeccaniche saranno realizzati mediante la realizzazione in opera con utilizzo di calcestruzzo armato rck 250÷300, di plinti armati con acciaio Fe B44K, previo getto di magrone di sottofondazione in calcestruzzo r.c.k. 150.

La fondazione del Trasformatore AT/MT sarà realizzata al fine di realizzare la raccolta dell'olio che può eventualmente fuoriuscire dal trasformatore o mediante base in c.a. con vasca di raccolta incorporata o una cisterna interrata separata dalla base del trasformatore e collegata a questa tramite una idonea tubazione; in entrambi i casi la capacità dovrà essere adeguata al volume dell'olio presente all'interno del trasformatore.

### **3.1.1.6 Carpenteria metallica**

La carpenteria metallica, in acciaio zincato a caldo, è rappresentata dai sostegni delle apparecchiature (TA, TV, Scaricatori, ecc.), nonché da profilati in acciaio, copertine cunicoli, bulloneria, piastre e accessori, bulloni di ancoraggio e tiranti di fondazione. Le prescrizioni generali relative ai sostegni sono contenute nel documento TERNA "Sostegni metallici".

Le operazioni di movimentazione in cantiere della carpenteria di sostegno dovranno essere effettuate adottando tutte le precauzioni necessarie affinché non si danneggi la zincatura; allo scopo si dovranno utilizzare imbragaggi non metallici.

### **3.1.1.7 Basamenti**

I basamenti saranno realizzati mediante getto in opera di calcestruzzo armato rck 250÷300 comprensivo di casseforme, armature in Fe B44K, previo magrone di sottofondazione in calcestruzzo Rck. 150.

La fondazione dei trasformatori sarà unica per tutte le tipologie di trasformatori in modo da consentire, senza opere civili aggiuntive, l'installazione di qualsiasi taglia di trasformatore fra quelli previsti.

Al fine di realizzare la raccolta dell'olio che può eventualmente fuoriuscire dal trasformatore dovrà essere prevista o una base in c.a. con vasca di raccolta incorporata o una cisterna interrata separata dalla base del trasformatore e collegata a questa tramite una idonea tubazione; in entrambi i casi la capacità sarà adeguata al volume dell'olio presente all'interno di ogni trasformatore; per tale dimensionamento si considererà la massima taglia prevista per i trasformatori e l'eventuale presenza di più di un trasformatore in olio.

Sul lato MT del trasformatore AT/MT sarà predisposta anche la fondazione per il cavalletto di ammarco dei cavi MT che interconetteranno lo stesso trasformatore con il quadro MT dell'impianto fotovoltaico alloggiato nel locale dedicato del fabbricato servizi.

## **3.2. Opere Elettriche**

### **3.2.1 Quadro MT**

Sarà installato in apposito locale nell'ambito del edificio facente parte della SE Utente, si compone di:

- interruttore Linea 1 – dalla CdS (impianto fotovoltaico);
- interruttore Linea 2 – dalla CdS (impianto fotovoltaico);
- interruttore Linea 3 – dalla CdS (impianto fotovoltaico);
- protezione trasformatore ausiliari;
- interruttore generale;
- sezionatore;
- arrivo linea da trasformatore MT/AT (150/30 kV);
- scomparto misure/ TV sbarra.

Si tratta di un quadro MT 36 kV di tipo protetto (più una risalita sbarre). Per quanto riguarda il trasformatore dei Servizi Ausiliari (SA) è prevista l'installazione un trasformatore da 100 kVA. Il quadro sarà in esecuzione da interno, di tipo protetto, realizzato in lamiera d'acciaio con spessore minimo 2 mm, saldata, ripiegata e rinforzata opportunamente, sarà completo di sbarre principali e di derivazione dimensionate secondo i carichi e le correnti di corto circuito. Ciascuno scomparto sarà composto dalle seguenti celle segregate tra loro:

- cella interruttore MT, allacciamento cavi e sezionatore di terra con porta esterna di accesso cernierata;
- cella sbarre omnibus (comune per tutto il quadro);
- cella per circuiti ausiliari BT con porta esterna di accesso cernierata.

Nei quadri saranno inseriti tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre, che possano compromettere l'efficienza delle apparecchiature e la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

A valle del trasformatore ausiliari sarà installato un quadro BT utilizzato per l'alimentazione di tutte le utenze BT della SSE Utente.

### **3.2.2 Trasformatori AT/MT**

Per la trasformazione di tensione 30/150 kV saranno utilizzati due trasformatori trifase con avvolgimenti immersi in olio, da esterno, di potenza nominale pari a 35 MVA ciascuno, entrambi muniti di variatore di rapporto sotto carico ( $150 \pm 10 \times 1,25\%$ ), con neutro ad isolamento pieno verso terra, gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra, ma comunque accessibile e predisposto al collegamento futuro se necessario e/o richiesto.

### **3.2.3 Servizi ausiliari**

I servizi ausiliari (SA) saranno alimentati da uno scomparto della sezione MT di interfaccia con l'impianto fotovoltaico mediante un trasformatore MT/BT. Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature che costituiscono i servizi ausiliari sono descritte nel seguito.

### **3.2.4 Trasformatore MT/BT**

Il trasformatore MT/BT del servizio ausiliari, sarà ubicato in un ambiente segregato all'interno dell'edificio.

Il trasformatore sarà del tipo a secco (isolato in resina epossidica) ed avrà le seguenti caratteristiche tipo:

## Caratteristiche elettriche

Dati comuni a tutte le potenze nominali														
tensione primaria (kV)	3 - 4,16 - 6	10 - 9/10	13,8 - 15 - 10/15	20 - 22 - 23 - 8,4/20 - 9/20 - 10/20 - 15/20 - 15/22										
livello d'isolamento (kV)	7,2	12	17,5	24										
tensione secondaria a vuoto (V)	400 (a richiesta: 231 - 231/400)													
regolazione MT (%)	± 2 x 2,5 % (a richiesta +2 -3 % - ± 3 x 2,5%)													
collegamenti	Triangolo/stella con neutro - Dyn11													
sovratemperatura avvolgimenti MT/BT	classe F/F (a richiesta classe B/F - classe B/B)													
Dati relativi alle diverse potenze nominali														
potenza nominale kVA <sup>(1)</sup>	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
perdite (W) a vuoto	460	660	800	880	1000	1200	1400	1650	2000	2300	2700	3100	4000	5000
a carico														
75 C°	1950	2550	3050	3250	3900	4700	5700	6600	8000	9400	11200	13700	16200	19700
120 C°	2300	3000	3600	3800	4600	5500	6700	7800	9400	11000	13000	16000	19000	23000
tensione di c.to c.to Ucc% <sup>(2)</sup>	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
corrente a vuoto Io%	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1	1	0,9	0,9	0,8
corrente d'inserzione di cresta li/ln	11	11	10,5	10,5	10,5	10	10	9	9	9	8,5	8,5	8	8
costante di tempo (s)	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6
caduta di tensione a 120°C (%)														
carico 100%														
cosφ 1	2,48	2,06	1,98	1,7	1,64	1,56	1,52	1,42	1,38	1,28	1,22	1,18	1,13	1,1
cosφ 0,8	5,5	5,17	5,11	4,89	4,85	4,78	4,75	4,67	4,64	4,57	4,52	4,49	4,45	4,43
rendimento a 120°C (%)														
carico 100%														
cosφ 1	97,31	97,76	97,85	98,16	98,25	98,35	98,41	98,52	98,57	98,69	98,76	98,82	98,86	98,89
cosφ 0,8	96,67	97,22	97,32	97,71	97,83	97,95	98,02	98,16	98,22	98,36	98,45	98,53	98,58	98,62
carico 75%														
cosφ 1	97,72	98,08	98,15	98,42	98,50	98,59	98,64	98,74	98,78	98,88	98,94	99,00	99,03	99,05
cosφ 0,8	97,16	97,61	97,70	98,03	98,14	98,24	98,31	98,43	98,48	98,61	98,68	98,76	98,79	98,82
rumore (dB) pressione acustica Lpa a 1 m	50	51	52	54	55	56	56	57	58	59	60	62	64	65
potenza acustica Lwa	61	63	63	65	67	68	69	70	71	73	74	76	79	80

<sup>(1)</sup> La potenza nominale è riferita a circolazione naturale dell'aria (AN).  
Può essere aumentata del 30% con l'applicazione di ventilatori di raffreddamento forzato (AF).

<sup>(2)</sup> A richiesta: 4% - 5% - 7% - 8%.

Nota: Per caratteristiche differenti consultare Schneider Electric

### 3.2.5 Sistema alimentazione protette

Tutte le utenze a cui è legata la sicurezza ed il controllo della stazione (sistemi di protezione, comando, misura, teleconduzione, ecc.) dovranno essere alimentate con una tensione "protetta" cioè sempre presente anche in caso di mancanza di tensione sulla rete AT.

Il livello nominale di questa tensione sarà 110 Vcc e sarà fornita da un sistema composto da batteria e raddrizzatore carica batteria con le caratteristiche di massima indicate nel seguito. Le utenze alimentate da questa tensione dovranno essere idonee a sopportare le variazioni di tensione generate dalla dinamica del sistema (tipicamente - 10% +15%).

### **3.2.6 Batteria**

La batteria sarà costituita da accumulatori al Nichel-Cadmio, di tipo a ricombinazione regolato con valvola, adatti ad installazione in ambienti non protetti e conformi alle norme CEI 21-6. La batteria dovrà essere dimensionata per garantire 6 ÷ 8 ore di autonomia in assenza di rete a tutte le utenze "protette" di stazione.

### **3.2.7 Raddrizzatore carica batteria**

Il raddrizzatore carica batteria sarà realizzato in conformità alle norme CEI 22-5, sarà alimentato a 400/230 Vca ed avrà un'uscita a 110 Vcc. Dovrà essere possibile inoltre derivare un livello c.c. a 48 V, qualora si rendesse necessario.

Sarà realizzato in configurazione doppio mono ramo e dovrà essere dimensionato per erogare contemporaneamente sia la corrente richiesta da tutti carichi di stazione sia la corrente di ricarica della batteria.

### **3.2.8 Pannelli di distribuzione 400/230 Vca e 110/48 Vcc**

Le alimentazioni delle utenze ausiliarie di stazione, sia in c.a. che in c.c., saranno fornite da due distinti pannelli di distribuzione raggruppati in un unico quadro.

Ogni alimentazione sarà protetta da un adeguato interruttore automatico di tipo magnetotermico .

Il Fornitore, in base ai carichi alimentati, dovrà definire il tipo, le taglie, le tarature delle protezioni le caratteristiche degli interruttori secondo le norme CEI garantendo il coordinamento e la selettività verticale.

Oltre ai carichi di competenza del Fornitore, dal presente pannello dovranno essere alimentate anche le seguenti apparecchiature:

- Tensione 230 Vca
- n. 1 alimentazione per quadro MT da 12 A;
- Tensione a 110 Vcc
- n. 1 alimentazione per quadro MT da 5 A.
- n. 1 alimentazione per apparati SRCS da 16 A;
- Tensione a 48 Vcc
- n. 1 alimentazione per apparati SRCS da 16 A;

L'energia richiesta dalle utenze per il tempo di sostentamento richiesto (6-8 ore) è di circa 90-100 Ah.

Per consentire piccoli interventi di manutenzione, dovrà essere prevista all'interno del quadro, almeno una presa a 400/230 Vca, portata 32 A con interruttore di blocco e fusibile e contenitore isolante con grado di protezione IP 65.

### **3.2.9 Impianto di illuminazione**

L'illuminazione esterna di servizio attivata da crepuscolare (disinseribile) dovrà garantire un grado d'illuminamento sufficiente per raggiungere le diverse strutture della stazione di trasformazione a partire dal cancello d'accesso.

L'illuminazione esterna di lavoro dovrà garantire un adeguato grado d'illuminamento nelle zone dove tipicamente vengono effettuate le manovre come ad esempio la zona interruttori, sezionatori, ecc.

L'impianto d'illuminazione all'interno dei locali del fabbricato servizi sarà realizzato mediante plafoniere fluorescenti opportunamente posizionate nei vari locali.

Un circuito d'illuminazione d'emergenza costituito da plafoniere autoalimentate (complete di batterie tampone) garantirà l'illuminazione di sicurezza dei locali; tali plafoniere dovranno garantire un'autonomia di almeno tre ore.

Le plafoniere d'emergenza saranno complete d'indicazioni grafiche sulla direzione della via di fuga.

La tipologia, le caratteristiche, la posizione ed il numero dei fari e delle plafoniere saranno proposti dal Fornitore che dovrà inoltre definire le zone di lavoro interne ed esterne e indicare il grado d'illuminazione indicativo atteso in tali zone; la soluzione definitiva sarà concordata con la proprietà dell'impianto.

L'impianto di illuminazione esterno viene realizzato con fari supportati da pali metallici zincati (tipo illuminazione stradale) e sarà suddiviso in due circuiti separati: l'illuminazione di servizio e di lavoro sarà costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale
- Illuminazione esterno fabbricato

Tali sistemi sono di seguito brevemente descritti.

#### *Illuminazione perimetrale*

- Tipo lampada: ad alogenuri metallici, Pn = 250W
- Tipo armatura: proiettore direzionabile
- Numero lampade: 9;

- Numero palificazioni: 6;
- Funzione: illuminazione stradale notturna e anti-intrusione;
- Distanza media tra i pali: circa 40m.

#### Illuminazione esterno fabbricato

- Tipo lampade: SAP 150W;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, forma ogivale;
- Numero lampade: 4;
- Modalità di posa: sostegno su tubolare ricurvo aggraffato alla parete. Posizione agli angoli di cabina;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

In fase di progetto esecutivo potranno essere apportati miglioramenti ai rapporti tra gli illuminamenti minimi e massimi e l'illuminamento medio.

### **3.2.10 Impianto di video sorveglianza**

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

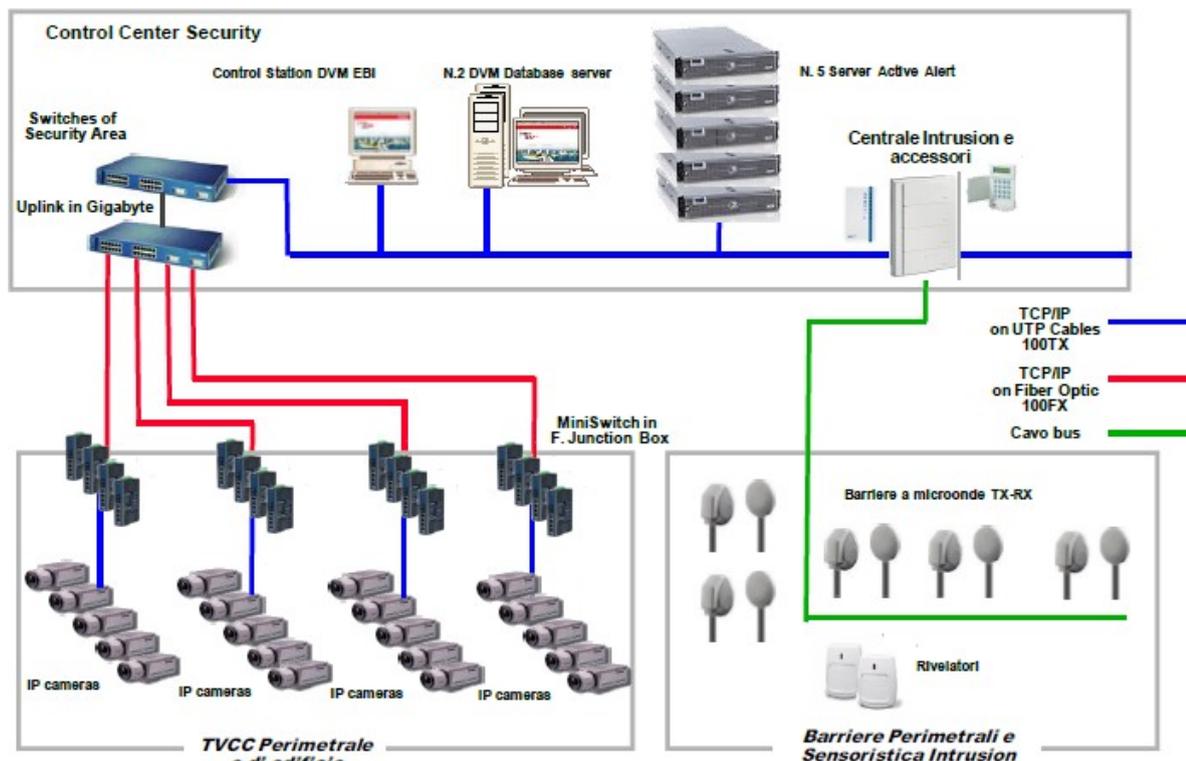
- N.6 telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 40 m così suddivisi:

Queste saranno istallate su pali in acciaio zincato di altezza pari a m 3, unitamente al sistema di illuminazione;

- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata all'ingresso del locale BT.

Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del perimetro della Sottostazione anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alla Sottostazione ai non autorizzati.



### **Schema unifilare tipo per Impianto di Video sorveglianza ed Antintrusione**

*Il sistema di videosorveglianza e anti-intrusione potrebbe subire delle modifiche in fase di progettazione esecutiva.*

#### **3.2.11 Impianto antintrusione**

La stazione sarà dotata di un sistema antintrusione costituito da interruttori perimetrali (magnetici o microswitch) montati su ogni apertura compreso il cancello d'ingresso alla stazione.

Dovrà essere realizzata una logica di controllo comprensiva di un dispositivo d'esclusione a chiave, posizionato in modo che sia facilmente accessibile.

Il sistema restituirà due segnali rispettivamente di "intrusione in atto" (scatto relè finale) e di "presenza personale" (logica esclusa tramite chiave). Al rilevamento di un intrusione, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *GSM*.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.

L'impianto sarà realizzato secondo le norme CEI EN, CEI comitato tecnico 79.

### 3.2.12 Sistema di rilevazione incendio, temperatura e gas

La stazione sarà dotata di un sistema di rilevazione incendi.

Il sistema restituirà almeno i segnali di:

- segnalazione incendio e/o eccessiva temperatura;
- anomalia sistema.

### 3.2.13 Apparecchiature AT

Le apparecchiature AT, dello stallo utente, saranno collegate tra di loro tramite conduttori rigidi o flessibili in alluminio.

A partire dal trasformatore, la disposizione elettromeccanica delle apparecchiature AT sarà la seguente:

1. Scaricatori di tensione – n. 3
2. Trasformatori di corrente in SF6 (TA di misura e protezione) – n. 3
3. Interruttore tripolare in SF6
4. Trasformatori di tensione induttivi (TVI) – n. 3
5. Sezionatore a doppia apertura con lame di terra
6. Sostegni (a traliccio) per terminali cavi AT – n. 3

Dai sostegni a traliccio partirà la linea in cavo interrato a 150 kV, che si attesterà nel nodo della RTN su cui avverrà la connessione.

Per tutte le apparecchiature AT saranno considerati i seguenti dati di progetto:

#### **Condizioni ambientali**

Tipo di installazione	Esterna 2
Zona sismica	ZONA 4
Elevazione del sito	< 1000 m.s.l.
Massima temperatura ambiente di progetto	40°C
Minima temperatura ambiente di progetto	-10°C
Umidità relativa progettuale di	max 95 %, media 90 %

riferimento	
Grado di inquinamento	Atmosfera non polluta

Le principali caratteristiche elettriche delle apparecchiature AT sono riportate di seguito.

### **Sezionatore tripolare con lame di terra**

- Esecuzione: trifase
- Isolamento: aria
- Norme di riferimento: CEI EN 61129
- Tensione nominale e massima: 170 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale
  - verso terra e tra i poli: 275 kV
  - sulla distanza di sezionamento: 315 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico
  - verso terra e tra i poli: 650 kV
  - sulla distanza di sezionamento: 750 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale: 1.250 A
- Corrente di breve durata ammissibile nominale (1 sec.): 31,5 kA
- Corrente di cresta ammissibile nominale: 78,8 kA
- Comando tripolare
  - lame di linea: motore / manuale
  - lame di terra: manuale
- Contatti ausiliari
  - lame di linea: 6NA+6NC
  - lame di terra: 6NA+6NC
- Alimentazione circuiti ausiliari
  - motore: 110 V CC
  - circuiti di comando: 110 V CC
  - resistenza di riscaldamento: 230 V 50 Hz
- Isolatori
  - tipo: C6-650

- materiale: porcellana
- colore: marrone
- linea di fuga: 3.350 mm

**Trasformatore di tensione induttivo unipolare (TV)**

- Esecuzione: monofase
- Isolamento: olio
- Norme di riferimento: CEI EN 60044-2
- Tensione massima: 170 kV
- Tensione nominale primaria:  $150:\sqrt{3}$  kV
- Tensione nominale secondaria:  $0,1:\sqrt{3}$  kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Fattore di tensione nominale
  - continuo: 1,2
  - per 30 sec: 1,5
- Tensione nominale secondaria:  $0,1:\sqrt{3}-0,1:\sqrt{3}-0,1:\sqrt{3}-0,1:3$  kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Fattore di tensione nominale
  - continuo: 1,2
  - per 30 sec: 1,5
- Avvolgimento di misura fiscale
  - prestazione: 10 VA
  - classe di precisione: 0,2
- Avvolgimento di misura
  - prestazione: 10 VA
  - classe di precisione: 0,2
- Avvolgimento di protezione
  - prestazione: 10 VA
  - classe di precisione: 3P

- Avvolgimenti di protezione
  - prestazione: 10 VA
  - classe di precisione: 3P
- Isolatori
  - materiale: polimerico
  - colore: light-grey
  - linea di fuga: 4.250 mm

**Interruttore tripolare**

- Esecuzione: trifase
- Isolamento: gas SF6
- Norme di riferimento: CEI EN 62271-100
- Tensione nominale e massima: 170 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale: 2.000 A
- Potere di interruzione nominale in corto circuito (1 sec.): 40 kA
- Potere di stabilimento nominale in corto circuito: 100 kA
- Potere di interruzione nominale in discordanza di fase: 10 kA
- Potere di interruzione nominale su linee a vuoto: 63 A
- Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto: 160 A
- Sequenza nominale di operazioni: O-0,3s-CO-1min-CO
- Tempo di chiusura: 58+/-6 ms
- Tempo di apertura: 36+/-4 ms
- Tempo di interruzione: < 57 ms
- Massima non contemporaneità tra i poli in CH / AP: 3 / 2 ms
- Comando tripolare: a molla
  - circuiti di apertura a lancio di tensione: 2
  - circuito di apertura a mancanza di tensione: 1
  - circuito di chiusura: 1
- Alimentazione circuiti ausiliari
  - circuiti di comando: 110 V CC

- motori: 110 V CC
- resistenza di riscaldamento: 230 V 50 Hz
- Isolatori
  - materiale: porcellana
  - colore: marrone
  - linea di fuga: 4.250 mm

### **Trasformatori di corrente unipolari (TA)**

- Esecuzione: monofase
- Isolamento: gas SF6
- Norme di riferimento: CEI EN 60044-1
- Tensione nominale e massima: 170 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale primaria: 300 A
- Corrente nominale secondaria: 5 A
- Corrente nominale termica di corto circuito (1 sec.): 31,5 kA
- Corrente nominale dinamica: 78,8 kA
- Corrente massima permanente di riscaldamento: 120 % In
- Avvolgimento di misura fiscale
  - prestazione: 10 VA
  - classe di precisione: 0,2S
- Avvolgimento di misura
  - prestazione: 10 VA
  - classe di precisione: 0,2
- Avvolgimento di protezione
  - prestazione: 20 VA
  - classe di precisione: 5P
  - fattore limite di precisione: 20
- Avvolgimento di protezione
  - prestazione: 20 VA
  - classe di precisione: 5P

- fattore limite di precisione: 20
- Isolatori
  - materiale: polimerico
  - colore: light-grey
  - linea di fuga: 4.250 mm

**Scaricatore di sovratensione unipolare**

- Esecuzione: monofase
- Norme di riferimento: CEI EN 60099
- Tensione di riferimento per l'isolamento ( $U_m$ ): 170 kV
- Tensione nominale ( $U_r$ ): 138 kV
- Tensione di servizio continuo (COV): 110 kV
- Corrente nominale di scarica: 10 kA
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Massima Tensione temporanea (TOV) :
  - per 1 sec: 159 kV
  - per 10 sec: 148 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 315 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 ms: 676 kV
- Massima Tensione residua di funzionamento alla corrente nominale di scarica (10kA):
  - onda fronte ripido 1/20 ms: 351 kV
  - onda 8/20 ms: 331 kV
  - onda 30/60 ms 500 A: 265 kV
- Valore di cresta della corrente per la prova di tenuta ad impulso di forte corrente: 100 kA
- Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni: 65 kA
- Capacità energetica termica / ad impulso: 8 / 5 kJ/kV
- Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata: 3
- Isolatori
  - materiale: polimerico
  - colore: light-grey
  - linea di fuga: 4.450 mm

### **Sistema misure fiscali**

Per il sistema di misure fiscali dell'energia prodotta dal parco fotovoltaico, è 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 MT):

- n. 2 contatori statici 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

Il sistema di misura sarà completo di software per programmazione e lettura contatore, e sarà consegnato al Committente con Certificazione di verifica e Taratura fiscale UTF.

### **3.3. Componenti di completamento AT**

#### **3.3.1 Morsetteria**

Le connessioni dei conduttori ai codoli delle varie apparecchiature AT 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.

#### **3.3.2 Sostegni metallici**

Le strutture metalliche per il sostegno delle apparecchiature AT 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.

#### **3.3.3 Cassette TA e TV**

I collegamenti tra i TV di stallo e i quadri saranno interfacciati da una cassetta elettro zincata, 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 elettro zincata

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 elettro zincata. 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.

### **3.4. Servizi generali e ausiliari SSE**

L'alimentazione dei servizi generali (illuminazione, anti intrusione, rivelazione fumi ecc.) e dei servizi ausiliari di stazione (SA delle apparecchiature AT, MT e dei vari sistemi in alternata) proviene da un quadro di bassa tensione, alimentato dal trasformatore dei servizi ausiliari, installato nel locale BT. Esso è costituito da due sezioni una in corrente alternata e l'altra in corrente continua. Quest'ultima proviene dal raddrizzatore di seguito brevemente descritto. E' possibile motorizzare gli interruttori principali di modo che gli stessi siano comandabili da remoto. Alcune funzioni a logica cablata sono effettuabili "internamente" al quadro stesso. Si raccomanda infine che il sistema che rende possibile la visibilità del parco dalle sedi previste dal produttore sia alimentato: o dal ramo in alternata per il tramite di UPS, o dal ramo in continua per il tramite di inverter. In questo modo l'impianto resterà visibile anche in caso di mancanza di tensione. Parimenti si raccomanda che eventuali disservizi sulle linee di alimentazione degli impianti BT siano segnalati al produttore attraverso il sistema di supervisione. Analoga considerazione vale per l'intervento di alcuni degli impianti dei servizi generali (anti-intrusione, rivelazione fumi ecc.); questi ultimi possono anche effettuare la segnalazione attraverso combinatori telefonici di cui devono essere dotati.

Inoltre è indispensabile installare un sistema di alimentazione a 110Vcc che alimenta:

- motori degli interruttori delle unità funzionali di MT;
- sistemi di azionamento interruttori e sezionatori di AT;
- bobine di apertura e chiusura interruttori AT ed MT;
- dispositivi di protezione;
- dispositivi di segnalazione;
- e quanto altro necessario.

Il raddrizzatore carica batterie sarà a doppio ramo (ramo batteria + ramo servizi) con ponte a SCR totalmente controllato, alimentato da una tensione alternata trifase e gestito da un sistema a microprocessore. Il raddrizzatore a doppio ramo permetterà di alimentare

contemporaneamente i servizi ausiliari in continua mentre cariche batterie. E' opportuno che: le batterie siano ermetiche e che il complesso (raddrizzatore + batterie) sia chiuso in apposito armadio di contenimento.

E' prevista a progetto l'installazione di un Gruppo elettrogeno diesel di potenza pari al massimo a 25kVA. La commutazione rete gruppo deve avvenire in automatico e deve essere segnalata opportunamente, in uno

con gli allarmi provenienti dallo stesso GE, al sistema di supervisione e controllo. La presenza del gruppo consente di ridurre la capacità delle batterie che sono sempre tenute in carica in virtù della commutazione cui si è fatto cenno

### **3.5. Cavi**

I cavi di potenza, adeguatamente dimensionati, saranno del tipo non propagante l'incendio a norma CEI 20-22.

I cavi MT saranno del tipo isolato in gomma qualità G7 con guaina in PVC livello isolamento 18/30kV del tipo armato.

I cavi BT saranno del tipo isolato in gomma qualità G7 con guaina in PVC livello di isolamento 0.6/1 kV.

I cavi di segnale saranno del tipo schermato isolato in gomma qualità G7 con guaina in PVC livello di isolamento 0.6/1 kV.

I percorsi dei cavi MT e BT dovranno essere fisicamente separati ovvero seguire cavidotti diversi specializzati per livelli di tensione.

## **4. Caratteristiche dei collegamenti MT e AT**

### **4.1. Caratteristiche dei collegamenti MT**

I conduttori utilizzati per i collegamenti MT a 30 kV, come già accennato in precedenza avranno le seguenti caratteristiche:

- Designazione: RG7H1R. In fase di progettazione esecutiva si potrà decidere se utilizzare conduttori in alluminio del tipo ARP1H5E o ARP1H5(AR)E nel caso di cavo Air Bag;
- Grado di isolamento: 18/30 kV;
- Tensione nominale: 30 kV;
- Conduttori a corda rigida compatta;
- Formazioni: come da progetto;

- Sezioni: come da progetto.

#### **4.1.1 Giunzioni cavi MT**

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Definiamo “*giunzione*” la giunzione tripolare delle tre fasi del conduttore più la messa a terra dello schermo. Quindi la giunzione sarà costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione (giunto), adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Tutti i materiali occorrenti e le attività di giunzione sono a carico dell'Appaltatore.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

L'esecuzione delle giunzioni deve avverrà con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In corrispondenza del giunto inoltre, verrà effettuata la trasposizione delle fasi, che permette di annullare di fatto la corrente indotta negli schermi dei cavi e minimizzare l'induzione elettromagnetica già a breve distanza.

#### **4.1.2 Terminali ed attestazione cavi MT**

Tutti i cavi MT installati nell'impianto, saranno terminati da entrambe le parti.

Le terminazioni all'interno delle celle dei quadri MT, saranno realizzate con collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, dotandole di capocorda per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto. Ogni terminale sarà dotato di una targa per l'identificazione della fase (R, S o T).

#### **4.1.3 Modalità di posa**

Tutte le linee elettriche MT da posare sia all'interno dell'impianto che quelle facenti parte della dorsale esterna (cavidotto di collegamento alla Sottostazione Utente), saranno posate in cavidotti direttamente interrati. Si prevede infatti l'utilizzo di cavi del tipo Air Bag, dotati cioè di protezione meccanica inglobata nella guaina. Tale tipologia di cavo, non necessita di altra protezione meccanica all'interno dello scavo (tegolino di protezione o tubazione in PEAD). In fase di progettazione esecutiva si potrà comunque optare per la posa delle terne di cavi all'interno di tubazioni.

Il tracciato dei cavidotti è riportato nei documenti di progetto.

I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali o alla quota del piano di campagna, saranno posati in trincee di larghezza adeguata al numero di terne e ad una profondità di circa 1,2m. Saranno posati direttamente all'interno di uno strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) di circa 30 cm. Un nastro segnalatore sarà immerso nel rimanente volume dello scavo riempito con materiale arido.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità come indicata nel progetto;
- posa dei conduttori e/o fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto; infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate nei documenti di progetto;
- reinterro parziale con sabbia vagliata;
- reinterro con terreno di scavo;
- posa del nastro per segnalazione tracciato.

I cavi MT dell'impianto saranno allettati direttamente nello strato di sabbia vagliata come descritto nel paragrafo precedente. Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- Tracciato delle linee: Il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.
- Posa diretta in trincea: La posa del cavo può essere effettuato secondo i due metodi seguenti:

- a bobina fissa:

da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura.

La bobina deve essere posta sull'apposito alza-bobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso.

Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.

- a bobina mobile:

da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro porta-bobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo.

L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.

- Temperatura di posa: Per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C
- Sforzi di tiro per la posa: Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro che devono essere applicati ai cavi non devono superare i 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione totale per i conduttori in rame e i 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione totale per i conduttori in alluminio.

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

### **5.1. Cantieri, mezzi d'opera, depositi di materiali**

#### **5.5.1 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.

#### **5.5.2 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.

### **5.5.3 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.

### **5.5.4 Ponteggi e opere provvisori**

Qualora si renda necessario utilizzare ponteggi e/o opere provvisori, 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

### **5.5.5 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.

### **5.5.6 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.

### **5.5.7 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.

## **5.2. 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.

## **5.3. Scavi e sbancamenti**

### **5.3.1 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, oltretutto 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 rinterri 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.

### **5.3.2 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 DirectionalDrilling 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.

### **5.3.3 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 ridotte 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.

### **5.3.4 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.

## **5.4. Calcestruzzi**

### **5.4.1 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.

#### **5.4.2 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.

#### **5.4.3 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.

#### **5.4.4 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.

#### **5.4.5 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 contrattistica e classe di consistenza.

#### **5.4.5.1 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.

#### **5.4.5.2 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  $1/3$  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  $1/3$  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  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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 vibratori, 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.

#### **5.4.5.3 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.

#### **5.4.5.4 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.

#### **5.4.5.5 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.

#### **5.4.5.6 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.

#### 5.4.5.7 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 :s O °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.

### **5.5. 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 rigidezza 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 rappezzati 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.

#### **5.6. 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.

## **5.7. 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.

## **5.8. 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.

### **5.9. 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.

### **5.10. 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 ammorsate 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 connessure 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-pozzolanicò 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.

### **5.11. 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 tondeggianti, 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.

## **5.12. 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.

## **5.13. Pavimentazioni**

### **5.13.1 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.

### **5.13.2 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 pavimento flottante**

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.

### **5.13.3 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.

### **5.13.4 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.

### **5.13.5 Rivestimenti, zoccoli, battiscopa**

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.

### **5.14. 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 (arricciatura) 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

#### **5.14.1 Normativa di 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.

#### **5.15. 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.

#### **5.14.1 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 antipánico 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.

#### **5.14.2 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.

## **5.16. Impianti e ausiliari**

### **5.15.1 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.

#### **5.15.1.1 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.

#### **5.15.1.2 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.

### **5.15.1.3 Impianto di terra Impianto fotovoltaico**

In corrispondenza delle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, 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 palo della struttura. La corda di rame si collegherà poi mediante appositi morsetti, alla corda di rame posata nelle trincee dei cavidotti BT, che a loro volta andranno a collegarsi all'anello di corda di rame posato intorno alle Cabine di Campo collegate a loro volta ad un anello di corda nuda di rame posato all'interno di una trincea al di sotto della viabilità perimetrale dei Campi

### **5.15.1.4 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.

## **5.15.2 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.

## **5.15.3 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.

### **5.15.3.1 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.

### **5.15.3.2 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 termo- restringente 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.

#### **5.15.4 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, telecontrollo, 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 autoestinguenta). 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 areazione, 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.

#### **5.15.5 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.

#### **5.15.6 Impianto 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 interrate, 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 rinfiacco 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, poggiante 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.

## 5.17. 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 ÷ 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 ÷ 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 N/mm<sup>2</sup>).

### 5.16.1 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 massicciata 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 g/m<sup>2</sup>.

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 m<sup>2</sup>., mediante vibrofinitrice, rullato e ricoperto di polvere di marmo o di roccia asfaltica, 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°C. Per temperature tra i 5 e 10°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 ÷ 150). Il bitume non deve mai essere immagazzinato ad una temperatura superiore a 175° 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.

### **5.16.2 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.

## **5.18. 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.

### **5.18.1 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.

#### **5.18.1.1 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.

#### **5.18.1.2 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.

### **5.18.1.3 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.

### **5.18.2 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.

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

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

#### **5.18.2.2 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.

#### **5.18.3 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.

### **5.18.3.1 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

### **5.18.3.2 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.

### **5.18.3.3 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.

### **5.18.3.4 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.

### **5.18.3.5 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.

#### **5.18.3.6 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.

#### **5.18.3.7 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.

### **5.18.4 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.

#### **5.18.4.1 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).

#### **5.18.4.2 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.

#### **5.18.4.3 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).

#### **5.18.4.4 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.

#### **5.18.4.5 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".

#### **5.18.4.6 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.

## **5.19. COLLEGAMENTI ELETTRICI**

### **5.19.1 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.

#### **5.19.1.1 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.

#### **5.19.1.2 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.

#### **5.19.2 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.

#### **5.19.2.1 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.

#### **5.19.2.2 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.

#### **5.19.2.3 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.

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.

#### **5.19.2.4 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.

#### **5.19.2.5 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.

#### **5.19.2.6 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.

### **5.19.3 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.

### **5.19.3.1 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.

### **5.19.3.2 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 morsettiere, utilizzando conduttore flessibile in Cu isolato in PVC, tipo non propagante l'incendio secondo Norma CEI (esempio: CEI 20-22 Il 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 autoestinguente, 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.

### **5.19.3.3 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).

### **5.19.3.4 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.

#### **5.19.4 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 ravnivati 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.

#### **5.19.4.1 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.

#### **5.19.4.2 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 comparto 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.

### **5.19.4.3 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.

### **5.19.4.4 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.

## **6. MATERIALI**

### **6.1. 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 benessere 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 termogrometriche.

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.

### **6.1.1 Prove di 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.

### 6.1.2 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	:s C30/37	:s 30%
	:s C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	:s 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 o 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 Rck 2: C50/60)	UNI EN 1097-2

### **6.1.3 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.

### **6.1.4 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.

### 6.1.5 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
--------------------------------------	-----------------	------------------

### 6.1.6 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.

### **6.1.7 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.

## **6.2. 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 tarlature. 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 vibratori 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 lamiere 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.

### **6.3. 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.

### **6.3.1 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 i 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.

I 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.

### **6.3.2 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.

### **6.3.3 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:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

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.

#### **6.3.4 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 B450A.

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:

- $f_y$  nom : 450 N/mm<sup>2</sup>;
- $f_{tnom}$ : 540 N/mm<sup>2</sup>.

Esso deve inoltre rispettare le seguenti caratteristiche:

<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>REQUISITI</b>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	2: $f_{ynom}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	2: $f_{tnom}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	2: 1,13 < 1,35
$(f_y/f_{ynom})_k$	:s 1,25
Allungamento $(A_{gt})_k$	2: 7,5 %
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: F < 12 mm 12 :s F :s 16 mm 16 < F :s 25 mm 25 < F :s 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 $f_{yk}$	2: $f_{ynom}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	2: $f_{tnom}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	2: 1,05
$(f_y/f_{ynom})_k$	:s 1,25

Allungamento (Agt)k	2: 2,5 %
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: F < 10 mm	4 F

### 6.3.5 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 Agt, allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione  $F_m$ , bisogna considerare che:

- se Agt è misurato usando un estensimetro, Agt deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se Agt è determinato con il metodo manuale, Agt deve essere calcolato con la seguente formula:

$$Agt = Ag + Rm/2000$$

Dove:

Ag è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo Fm;

Rm è la resistenza a trazione (N/mm<sup>2</sup>).

La misura di Ag deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza r2 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 r1 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.

### 6.3.6 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 :s 16 mm per B450C e fino a F :s 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.

### **6.3.7 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:  $6 \text{ mm} : sF : s 16 \text{ mm}$ . Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro F che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} : s F : s 10 \text{ mm}$ . 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 tralicci 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	Ceq	0,52	0,50
----------------------	-----	------	------

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del Ceq 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 :s F :s	< F:s 40
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	± 4,5

### 6.3.8 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 tralici 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.

### 6.3.9 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	2: 6.0%	per acciai B450C
Agt minimo	2: 2.0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	1,11 :s ft/fy :s 1,37	per acciai B450C
Rottura/snervamento	ft/fy 2: 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.

#### **6.4. 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.

#### **6.5. 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.

## **7. ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE**

### **7.1. Controlli in corso d'opera**

#### **7.1.1. 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).

### **7.1.2. 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.

## **7.2. Controlli finali**

### **7.2.1. 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.

### **7.2.2. 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.

## **7.3. Consegna delle opere**

### **7.3.1. 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.

### **7.3.2. 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.

### **7.3.3. 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.

## **7.4. Collaudi**

### **7.4.1. 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.

### **7.4.2. 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.

### **7.4.3. 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.

#### **7.4.4. 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.

#### **7.4.5. 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.

#### **7.4.6. 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.

#### **7.4.7. 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.

#### **7.4.8. 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.