REGIONE: MOLISE

PROVINCIA: CAMPOBASSO

COMUNE: MONTORIO NEI FRENTANI, LARINO

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Montorio nei Frentani (CB) denominato "Montorio nei Frentani 21.7"

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI DEL PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTI

Coordinamento tecnico di progetto

Ingegner
Michele Di stefano
mdistefano@nrgplus.global
Firmato digitalmente da: DI STEFANO MICHELE
Data: 12/05/2022 17:11:15

Supporto tecnico di progetto

Ingegner
Cosimo Totaro
(per NRG Plus Italia S.r.l.)
engineering@nrgplus.global
Firmato digitalmente da:
TOTARO COSIMO
Firmato il 12/05/2022 16:03
Seriale Certificato: 104959219249117117639966989398696058023
Valido dal 06/12/2019 al 05/12/2022
ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

RESPONSABILE TECNICO NRG+

Ingegner
Maurizio De Donno
(per NRG Plus Italia S.r.l.)
mdedonno@nrgplus.global
MAURIZIO DE DONNO
12.05.2022 12:20:50 GMT+01:00

IL PROPONENTE

GREEN VENTURE MONTORIO S.R.L.
Viale Giorgio Ribotta 21,
Eurosky Tower – interno 0B3
00144 - Roma (RM)
P. IVA 02324050687

MAGGIO 2022

NOTA: È vietata qualsiasi copia, riproduzione o divulgazione, totale o parziale, senza autorizzazione scritta. Tutti i diritti riservati.

INDICE

1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI STRUTTURALI 6
1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO 6
1.2 LAYOUT D'IMPIANTO 6
2. COMPONENTI E OPERE ELETTROMECCANICHE 9
2.1 MODULI FOTOVOLTAICI 9
2.1.1 SPECIFICHE E CARATTERISTICHE TECNICHE 9
2.1.2 CONTROLLO QUALITÀ DELLA FORNITURA 11
2.1.3 FREQUENZA DEI CONTROLLI E CRITERI DI ACCETTAZIONE 13
2.1.4 INCLUSIONI DELLA FORNITURA 13
2.1.5 ESCLUSIONI DELLA FORNITURA 13
2.1.6 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE 13
2.1.7 PARTI DI RICAMBIO 14
2.1.8 TEST & ISPEZIONI – VERIFICHE TECNICO FUNZIONALI SUI COMPONENTI 14
2.1.9 GARANZIA 14
2.2 STRUTTURE DI FISSAGGIO 15
2.2.1 SPECIFICHE E CARATTERISTICHE TECNICHE 15
2.2.2 LEGGI E DECRETI 17
2.2.3 ORDINE DI PRIORITÀ 19
2.2.4 UBICAZIONE 20
2.2.5 REQUISITI DI SICUREZZA 20
2.3 INVERTER 20
2.3.1 SPECIFICHE E CARATTERISTICHE TECNICHE 20
2.3.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 23
2.3.3 UNITÀ DI MISURA 24
2.3.4 REQUISITI DI SICUREZZA 24
2.3.5 CONTROLLO QUALITÀ DELLA FORNITURA 24
2.3.6 INCLUSIONI DELLA FORNITURA 25
2.3.7 ESCLUSIONI DELLA FORNITURA 25

2.3.8 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE 25
2.3.9 PARTI DI RICAMBIO 25
2.3.10 GARANZIA 26
2.4 CAVI ELETTRICI 26
2.4.1 CAVI ELETTRICI LATO C.C. 26
2.4.2 CAVI ELETTRICI LATO A.C. 30
2.4.3 CAVI MT 32
2.4.4 CAVI DI SEGNALE E COMANDO 35
2.4.5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 36
2.4.6 UBICAZIONE E CONDIZIONI AMBIENTALI 37
2.4.7 REQUISITI DI SICUREZZA 38
2.4.8 TARGHE 38
2.4.9 CONTROLLO DI QUALITÀ 38
2.4.10 TEST & ISPEZIONI – VERIFICHE TECNICO FUNZIONALI SUI COMPONENTI 39
2.4.11 PROVE STRUMENTALI 39
2.4.12 ISPEZIONE 40
2.4.13 FASE DI OFFERTA E DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO 40
2.4.14 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE 40
2.4.15 INCLUSIONE DELLA FORNITURA 40
2.4.16 ESCLUSIONE DELLA FORNITURA 40
2.4.17 GARANZIE 41
2.5 CANALIZZAZIONI 41
2.6 TERMINALI E DERIVAZIONI 42
2.7 IMPIANTO DI TERRA 43
3. COMPONENTI OPERE CIVILI 45
3.1 CABINATI 45
3.1.1 CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT 49
3.1.2 CABINA DI RICEZIONE E CONTROLLO 51
3.1.3 CABINE DI STOCCAGGIO MATERIALE 53
3.1.4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 53
3.1.5 UBICAZIONE E CONDIZIONI AMBIENTALI 58

3.1.6 REQUISITI DI SICUREZZA 58
3.1.7 TARGHE 58
3.1.8 CONTROLLO DI QUALITÀ 58
3.1.9 TEST & ISPEZIONI – VERIFICHE TECNICO FUNZIONALI SUI COMPONENTI 59
3.1.10 FASE DI OFFERTA E DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO 60
3.1.11 PARTI DI RICAMBIO 60
3.1.12 PARTI SPECIALI 61
3.1.13 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE 61
3.1.14 INCLUSIONE DELLA FORNITURA 61
3.1.15 ESCLUSIONE DELLA FORNITURA 62
3.1.16 GARANZIA 62
3.2 BASAMENTI E OPERE IN CALCESTRUZZO 62
3.3 POZZETTI E CAMERETTE 63
3.4 DRENAGGI E REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE 63
3.5 OPERE DI VERDE 64
3.6 RECINZIONE PERIMETRALE 64
3.6.1 SPECIFICA TECNICA 64
3.6.2 CANCELLO DI ACCESSO 65
3.6.3 CANCELLI PEDONALI 65
3.7 VIABILITÀ INTERNA 66
3.7.1 GENERALITÀ 66
3.7.2 PROVE DI QUALIFICAZIONE E ACCETTAZIONE 66
3.7.3 PROVE DI COLLAUDO 67
3.8 SCAVI 67
4. COMPONENTI E OPERE SERVIZI AUSILIARI 68
4.1 SISTEMA DI MONITORAGGIO 68
4.2 SISTEMA ANTINTRUSIONE (VIDEOSORVEGLIANZA, ALLARME E GESTIONE ACCESSI) 68
4.3 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE 70
5. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE 71
5.1 NORME GENERALI DI ESECUZIONE 71

5.2 OPERE GENERALI 71
5.2.1 CANTIERE..... 71
5.2.2 VIE DI ACCESSO 71
5.2.3 PONTEGGI E OPERE PROVVISIONALI 72
5.2.4 MACCHINARI E MEZZI D'OPERA 72
5.2.5 CUSTODIA..... 72
5.2.6 SGOMBERO 72
5.2.7 TRACCIAMENTI 72
5.3 MODATLIÀ ESECUZIONE OPERE ELETTROMECCANICHE 73
5.3.1 CONNESSIONI MT 73
5.3.2 CONNESSIONI BT..... 76
5.3.3 APPARECCHIATURE ELETTRICHE 81
5.4 CONNESSIONE DI APPARECCHIATURE E STRUTTURE METALLICHE AI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA 86
5.5 MODATLIÀ ESECUZIONE OPERE CIVILI 88
5.5.1 SCAVI 88
5.3.2 CALCESTRUZZI 91
6. ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE 105
6.1 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....105
6.2 CONTROLLI FINALI 106
6.3 CONSEGNA DELLE OPERE.....106
6.4 COLLAUDI 108

1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI STRUTTURALI

1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Il presente elaborato descrive le caratteristiche tecniche e prestazionali degli elementi che compongono il sistema fotovoltaico denominato *"Montorio nei Frentani 21.72"* della potenza di 21.715,20 kWp, in agro di Montorio nei Frentani nella Provincia di Campobasso, realizzato con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, con una potenza di picco di 600Wp.
La Società Proponente intende realizzare un impianto fotovoltaico nel Comune di Montorio nei Frentani (CB), ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario.

1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

<u>Dati caratteristiche tecniche generali:</u>

La centrale fotovoltaica avrà le seguenti caratteristiche generali:
- potenza fotovoltaica di 21.715,20 kWp
- potenza apparente inverter prevista di 20.808,00 kVA
- potenza nominale disponibile (immiss. in rete) pari a 16.650,00 kW
- produzione annua stimata: 30.121 MWh
- superficie totale sito (area recinzione): 21,9 ettari
- superficie occupata: 11,3 ettari
    - viabilità interna al campo: 6.800 mq
    - moduli FV (superficie netta): 96.333 mq
    - cabine: 644 mq
    - basamenti (pali ill. e videosorveglianza): 76 mq
    - drenaggi: 2.494 mq
    - superficie mitigazione a verde (siepe): ~6.797 mq

<u>Dati caratteristiche tecniche elettromeccaniche:</u>

Il generatore fotovoltaico nella sua totalità tra i due siti sarà costituito da:
- n. 36.192 moduli fotovoltaici Trina Solar TSM-600DE20 da 600 W;
- n. 1.110 strutture fisse da 2x16 moduli in verticale, 42 strutture fisse da 2x8 moduli in verticale con le seguenti caratteristiche dimensionali:
    - ancoraggio a terra in pali in acciaio zincato infissi direttamente nel terreno <u>senza fondazioni o plinti;</u>

    - altezza minima da terra dei moduli 75 cm;
    - altezza massima da terra dei moduli 2,7 m ±0.3m;
    - pitch 7,2 m
    - tilt 25°.
- n. 102 inverter HUAWEI SUN2000-215KTL che possono lavorare in conformità alle prescrizioni presenti del Codice di Rete, configurati con configurazione: 102 inverter con 32 stringhe in serie.

Nell'impianto saranno inoltre presenti complessivamente:

- n. 7 cabine di trasformazione: trattasi di cabine prefabbricate, oppure container delle stesse dimensioni, ciascuna con volumetria lorda complessiva pari a 19200x2900x2440 mm (W x H x D), così composte:
    - vano quadri BT;
    - vano trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari 5-50 kVA;
    - trasformatore MT/BT (installato all'aperto);
    - vano quadri MT.
- n. 1 cabina di ricezione MT sezionamento e controllo: cabina prefabbricata avente volumetria lorda complessiva pari a 33000x4000x6500 mm (W x H x D), al loro interno saranno installati:
    - Locale Distribuzione con quadro di distribuzione di media tensione, trasformatore ausiliario MT/BT e quadro per i servizi ausiliari della centrale;
    - Locale Monitoraggio e Controllo con la componentistica dei sistemi ausiliari e monitoraggio.
- n. 1 cabina di stoccaggio materiale: cabina prefabbricata avente volumetria lorda complessiva pari a 12200x2440x2600 mm (W x H x D).
- rete elettrica interna a media tensione 30 kV per il collegamento tra le varie cabine di trasformazione e le cabine di ricezione
- rete elettrica interna a 1500V tra i moduli fotovoltaici e gli inverter;
- rete elettrica interna a 800V tra gli inverter e le cabine di trasformazione;
- impianto di terra (posizionato lungo le trincee dei cavi di potenza) e maglia di terra delle cabine.

<u>Dati caratteristiche tecniche civili:</u>

Tutte le opere civili necessarie alla corretta collocazione degli elementi dell'impianto e al fine di garantire la fruibilità in termini di operazione e mantenimento dell'impianto nell'arco della sua vita utile:

- recinzione perimetrale a maglia metallica plastificata pari a ca. 2,25 ml dal terreno con circa 15 cm come misura di mitigazione ambientale, con pali a T infissi 60 cm;

- viabilità interna al parco larghezza di 3.5 metri realizzata con un materiale misto cava di cava o riciclato spessore ca. 30-50cm;
- minima regolarizzazione del piano di posa dei componenti dell'impianto fotovoltaico (strutture e cabinati) in ogni caso con quote inferiori a 1 metro al fine di non introdurre alterazioni della naturale pendenza del terreno;
- scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna e a sezione ristretta per la realizzazione delle trincee dei cavidotti MT, BT e ausiliari, in ogni caso inferiori a 1 metro;
- canalizzazioni all'ingresso delle cabine, cavi inverter e cabine, cavi perimetrali per i sistemi ausiliari;
- basamenti dei cabinati (cabine di trasformazione BT/MT e cabine di ricezione) e plinti di fondazione delle palificazioni per illuminazione, videosorveglianza perimetrale e recinzione;
- pozzetti per le canalizzazioni perimetrali e gli accessi nelle cabine di trasformazione;
- opere di inerbimento del terreno nudo e piantumazione fascia arborea di protezione e separazione con l'installazione di adeguato impianto di irrigazione;
- eventuali drenaggi in canali aperti a sezione ristretta, a protezione della viabilità interna e delle cabine, nel caso si riscontrassero basse capacità drenanti delle aree della viabilità interna o delle aree di installazione delle cabine.

Dati caratteristiche tecniche sistemi ausiliari:

I sistemi ausiliari che saranno realizzati sono:

- sistema di controllo e monitoraggio impianto fotovoltaico;
- sistema antintrusione lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine, costituito da un sistema di videosorveglianza con telecamere fisse poste su pali in acciaio, da un sistema di allarme a barriere microonde (RX-TX di circa 60 m) con centralina di gestione degli accessi;
- sistema di illuminazione con fari LED 50W con riflettore con ottica antinquinamento luminoso posti su pali in acciaio, altezza 3 m, lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (illuminazione perimetrale, controllo, etc.).
- rete telematica interna per la trasmissione dei dati del campo fotovoltaico;
- rete idrica per l'irrigazione della fascia arborea di mitigazione del verde.

2. COMPONENTI E OPERE ELETTROMECCANICHE

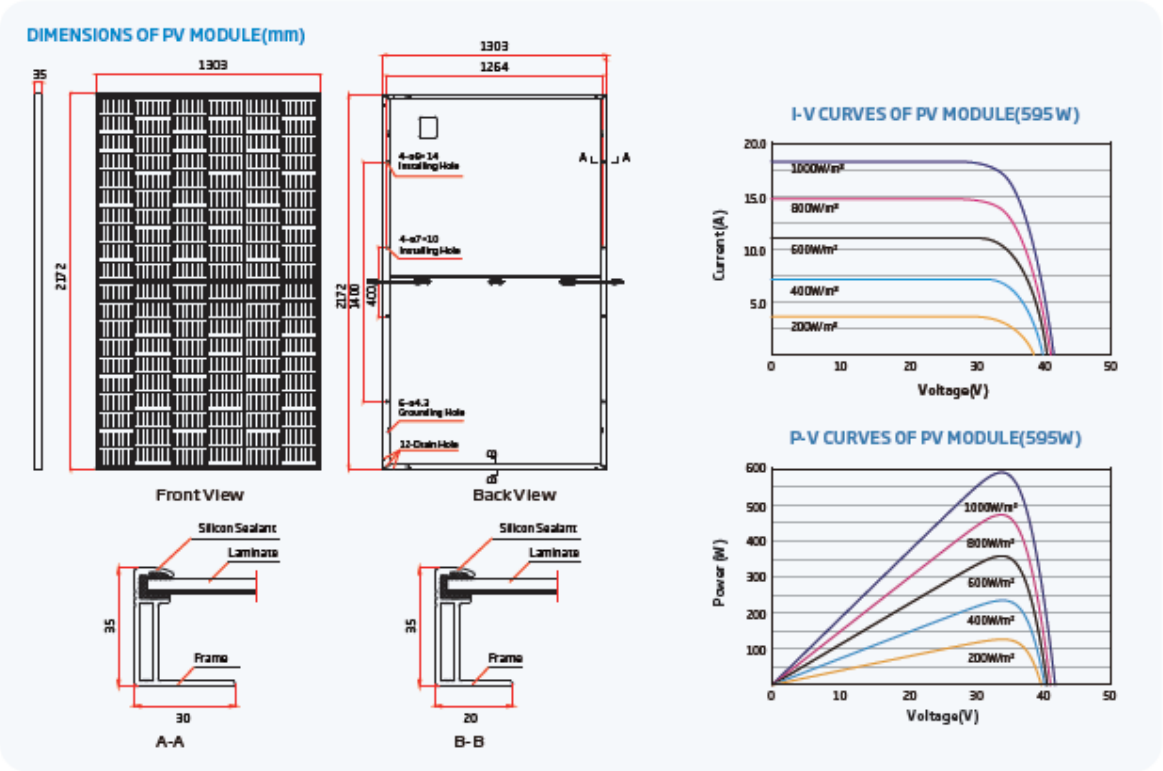
Gli elementi tecnici che si andranno a descrivere nella presente relazione sono:
a) Moduli fotovoltaici;
b) Strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici;
c) Inverter;
d) Cavi elettrici;
e) Canalizzazioni;
f) Terminali e derivazioni;
g) Impianto di terra.

2.1 MODULI FOTOVOLTAICI

2.1.1 SPECIFICHE E CARATTERISTICHE TECNICHE

La scelta dei moduli deve garantire il grado di assoluta affidabilità, durabilità e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento. Selezione di fornitura moduli attuata tra fornitori con rating Tier-1. I moduli saranno con celle di silicio monocristallino o policristallino con composizione vetro-tedlar con cornice, J-box sul retro con impiego di vetro temperato, resine EVA, strati impermeabili e cornice in alluminio. La scatola di giunzione, avente grado di protezione IP68, contiene i diodi di by-pass che garantiscono la protezione delle celle dal fenomeno di hotspot.
I cavi forniti a corredo saranno del tipo precablati sez min 4 mm2 completi di connettori preinnestati tipo MC4 o similari. Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.
I moduli fotovoltaici saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie. Devono essere certificati secondo IEC 61215 e IEC 61730 rilasciate da laboratori accreditati secondo la norma ISO/IEC 17025 e avere Classe di isolamento Safety Class II e della Direttiva CEE 89/392.
Il collegamento meccanico tra i vari moduli e tra questi e le strutture metalliche secondarie di sostegno, verranno effettuati mediante profili in alluminio anodizzato con bulloneria in acciaio inossidabile o zincato.
La consistenza dei singoli campi elettrici, quindi numero dei moduli collegati in serie per costituire le singole stringhe e numero di stringhe collegate in parallelo all'interno dei rispettivi inverter, sono riportati negli elaborati grafici.
Il modulo fotovoltaico previsto è il modello della Trina Solar tipo TSM 600DE20 con potenza nominale di 600 Wp o similari (in funzione della disponibilità del mercato) di dimensioni pari a 2172×1303×35 mm e caratteristiche similari a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:

Vertex BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-PMAX (Wp)*	585	590	595	600	605
Power Tolerance-PMAX (W)			0 ~ +5		
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Maximum Power Current-IMPP (A)	17.31	17.35	17.40	17.44	17.49
Open Circuit Voltage-Voc (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current-Isc (A)	18.37	18.42	18.47	18.52	18.57
Module Efficiency η m (%)	20.7	20.8	21.0	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000W/m2, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±2%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-PMAX (Wp)	443	447	451	454	458
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	31.5	31.7	31.9	32.0	32.2
Maximum Power Current-IMPP (A)	14.05	14.09	14.13	14.18	14.22
Open Circuit Voltage-Voc (V)	38.5	38.7	38.9	39.1	39.3
Short Circuit Current-Isc (A)	14.81	14.85	14.88	14.92	14.96

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	120 cells
Module Dimensions	2172×1303×35 mm (85.51×51.30×1.38 inches)
Weight	30.9 kg (68.1 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of PMAX	- 0.34%/°C
Temperature Coefficient of Voc	- 0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC(IEC) 1500V DC(UL)
Max Series Fuse Rating	30A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation
(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGUREATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40 container: 558 pieces

Fig. 1 - Dimensioni, specifiche tecniche e prestazionali pannelli fotovoltaici Trina Solar

2.1.2 CONTROLLO QUALITÀ DELLA FORNITURA

Al fine di garantire la qualità della fornitura, il fornitore deve essere conforme alla ISO 9001.
I materiali e le apparecchiature utilizzati devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte, ovvero secondo le Norme CEI, ai sensi della Legge 1 marzo 1968 ed alle norme IEC di riferimento.
Il materiale elettrico specificato nella Direttiva Europea 2006/95/CE deve essere costruito conformemente ai criteri di sicurezza contenuti nel testo di legge e recare le marcature corrispondenti, tra cui la marcatura CE di conformità.
Al fine di garantire la qualità del prodotto oggetto della fornitura dovranno essere effettuate tutte le verifiche delle caratteristiche secondo quanto prescritto dalle seguenti norme che descrivono le sequenze di prove di tipo (cioè prove su un certo numero di campioni che il Costruttore rende disponibili) da eseguire sui moduli:

- CEI EN 61215 per moduli al Silicio cristallino;
- CEI EN 61730-1 e CEI EN 61730-2, forniscono ulteriori elementi per valutare la costruzione e la qualificazione ai fini della sicurezza dei moduli fotovoltaici;
- CEI EN 61730-1 e CEI EN 61730-2 fornisce la presunzione di conformità ai requisiti essenziali della Direttiva Bassa Tensione (Direttiva BT 2006/95/CE) ove applicabile, cioè per i moduli soggetti a commercializzazione, aventi tensioni a vuoto Voc superiori a 75 V.

La conformità dei moduli alle norme CEI dovrà essere documentata dall'esito positivo di prove di tipo eseguite, presso un laboratorio accreditato, per le specifiche prove indicate da tali norme, in conformità alla Norma CEI UNI EN ISO/IEC 17025. Tale laboratorio deve essere accreditato da Organismi di certificazione appartenenti all'EA (European Accreditation Agreement) o che abbiano stabilito accordi di mutuo riconoscimento in ambito EA o in ambito ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation).
Per poter apporre la marcatura CE sui moduli, e inoltre necessario che questi rispondano anche ai requisiti essenziali della Direttiva di Compatibilità Elettromagnetica (Direttiva 2004/108/CE) e, cioè, siano conformi alle norme armonizzate che forniscono la presunzione di conformità a tale Direttiva.
Dovranno essere prodotti il Certificato di approvazione di tipo, il Certificato di conformità e il Rapporto di prova.
Essi dovranno essere redatti in lingua italiana, in modo tale da illustrare chiaramente il contesto e la validità delle prove eseguite. Il Rapporto di prova è redatto in conformità alla Norma CEI UNI EN ISO/IEC 17025, in

seguito all'approvazione di tipo secondo la Norma CEI EN 61215 o CEI EN 61646 o CEI EN 62108, dall'ente che ha eseguito le prove di qualifica. Il rapporto contiene le caratteristiche prestazionali misurate e i dettagli sui difetti e la ripetizione delle prove.
I certificati dovranno contenere almeno le seguenti informazioni:

Certificato di approvazione di tipo

- Nome del Laboratorio di prova
- Tipo e Numero di accreditamento del Laboratorio di prova
- Data e numero dell'attestato di prova
- Nome e sede del Costruttore del modulo fotovoltaico
- Modello (con esatta indicazione della sigla) del singolo modulo o delle differenti versioni del modulo
- Principali caratteristiche del modulo: tipo di celle (in Si mono o Si policristallino, in Si amorfo, in CdTe,), numero di celle, dimensione delle celle, potenza nominale del modulo
- Indicazione della/e norma/e secondo cui sono stati provati i moduli (con esplicita esclusione di eventuali prove previste, ma non eseguite)
- Durata dell'attestato, nel caso in cui questa e prevista dal regolamento dell'ente di accreditamento e/o del laboratorio)

Certificato di conformità

- Nome dell'organismo di certificazione
- Data e numero del Certificato di prova
- Nome e sede del Costruttore del modulo fotovoltaico
- Modello (con esatta indicazione della sigla) del singolo modulo o delle differenti versioni del modulo
- Principali caratteristiche del modulo: tipo di celle (in Si mono o Si policristallino, in Si amorfo, in CdTe,), numero di celle, dimensione delle celle, potenza nominale del modulo
- Indicazione della/e norma/e secondo cui sono stati provati i moduli (con esplicita esclusione di eventuali prove previste, ma non eseguite).
- Riferimenti del rapporto di prova
- Nome del laboratorio di prova e Tipo e Numero di accreditamento
- Indicazione dell'eventuale controllo in fabbrica (Factory inspection)
- Durata della Certificazione.

Dovrà essere fornito anche il certificato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Certificate).
Si richiama, infine, la necessita che, nel caso di modulo fotovoltaico commercializzato con il nome di una Ditta differente da quella che ha

costruito il modulo, occorre che venga rilasciato dal laboratorio accreditato un certificato OEM (Original Equipment Manufacturer certificate) nel quale è espressamente riportato il nome del Costruttore, in aggiunta al nome della Ditta che commercializza il modulo.

2.1.3 FREQUENZA DEI CONTROLLI E CRITERI DI ACCETTAZIONE

Per il piano di campionamento e i criteri di accettazione si farà riferimento alla norma ISO 2859 ultima versione e si procederà con le seguenti assunzioni:

- Livello di qualità accettabile: AQL 1.5 su difetti maggiori
- Livello di qualità accettabile: AQL 2.5 su difetti minori
- Difetti "critici" non saranno accettati
- Livello di ispezione generale II

Laddove una fornitura sia divisa in lotti in seguito a:

- Produzione in sedi differenti
- Prodotta in periodi di tempo diversi con sopraggiunti mutamenti delle procedure di produzione, testing, packaging
- Prodotta utilizzando componenti da fornitori diversi

i suddetti piani di campionamento si applicheranno allo specifico lotto, sede, serie.

Il campionamento dev'essere il più possibile casuale e non suggerito o indicato dal fornitore, preferendo il campionamento su diversi pallet e container.

2.1.4 INCLUSIONI DELLA FORNITURA

Sono inclusi nella fornitura tutti gli accessori di montaggio eventualmente necessari; restano inclusi tutti gli oneri per i materiali di consumo e quanto necessario alla corretta installazione.
Inoltre, il fornitore dei moduli dovrà aderire ad un Consorzio di riciclo e dovrà dichiarare il nome del Consorzio di riciclo a cui aderisce.

2.1.5 ESCLUSIONI DELLA FORNITURA

Sono esclusi dalla fornitura tutti i materiali quali, canaline portacavi, tubazioni e quant'altro non specificatamente menzionato.

2.1.6 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE

Restano a totale carico del fornitore i costi di imballaggio e spedizione delle apparecchiature.
La località in cui verrà spedita la fornitura verrà comunicata dalla Committente.

2.1.7 PARTI DI RICAMBIO

Non sono incluse parti di ricambio nella fornitura.
Il fornitore dovrà indicare in un form specifico la lista delle parti di ricambio raccomandate per i primi due anni di manutenzione e di operabilità per la durata utile dell'impianto.
I componenti andranno quotati separatamente come prezzi unitari e le quantità finali andranno calcolate sulla base delle quantità totali di componenti installati in impianto.
L'Appaltatore dovrà, altresì, proporre la lista completa di parti di ricambio per la fase di Commissioning & Start-up.

2.1.8 TEST & ISPEZIONI – VERIFICHE TECNICO FUNZIONALI SUI COMPONENTI

Le prove che andranno eseguite sui moduli fotovoltaici sono tutte quelle prescritte dalle norme vigenti in materia.
La procedura per il rilievo della caratteristica I-V deve rispettare quanto prescritto dalle seguenti norme: CEI EN 60891, 60904-1, 60904-2 e 60904-3.
Al momento dell'accettazione nel sito di installazione, i moduli potranno comunque essere sottoposti a prove e misure necessarie per verificarne la conformità alla normativa di riferimento e alle specifiche di progetto.

2.1.9 GARANZIA

I moduli fotovoltaici, oggetto della presente specifica dovranno essere dotati delle seguenti garanzie:

- 10 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;
- 25 anni di garanzia del rendimento con decadimento lineare della potenza e secondo le seguenti soglie minime:
  - 10 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 90%
  - 25 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 80%.

Ad ogni modo dovrà essere rispettato il decadimento lineare dell'intero.
Il fornitore dovrà sostituire in breve tempo qualsiasi parte difettosa a causa di materiali poveri, inadeguata progettazione o produzione o qualsiasi azione/omissione del fornitore che si è verificata nel corso della consegna.
Tutte le garanzie sopra descritte sono a carico del fornitore.

2.2 STRUTTURE DI FISSAGGIO

2.2.1 SPECIFICHE E CARATTERISTICHE TECNICHE

La struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà di tipo fisso, in acciaio zincato a caldo, adeguatamente dimensionati e ancorati al terreno con un sistema di vitoni o infissi nel terreno o tramite pali battuti. Come tipologia saranno monopalo o bipalo, in base alla disponibilità di prodotto, soluzioni del tutto equivalenti da un punto di vista geologico e parimente utilizzabili. Sono strutture completamente adattabile alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile e l'intero sistema di supporto dei moduli è dimensionato in modo tale da resistere alle sollecitazioni dovute al carico vento e neve e alle sollecitazioni sismiche.

Saranno realizzate montando profili speciali in acciaio zincato a caldo, imbullonati mediante staffe e pezzi speciali. Le travi portanti orizzontali, posate su longheroni agganciati direttamente ai sostegni verticali, formeranno i piani inclinati per l'appoggio dei moduli con un tilt (angolo) fisso pari a 25° per il sito in oggetto.
Si compongono in generale dei seguenti elementi:

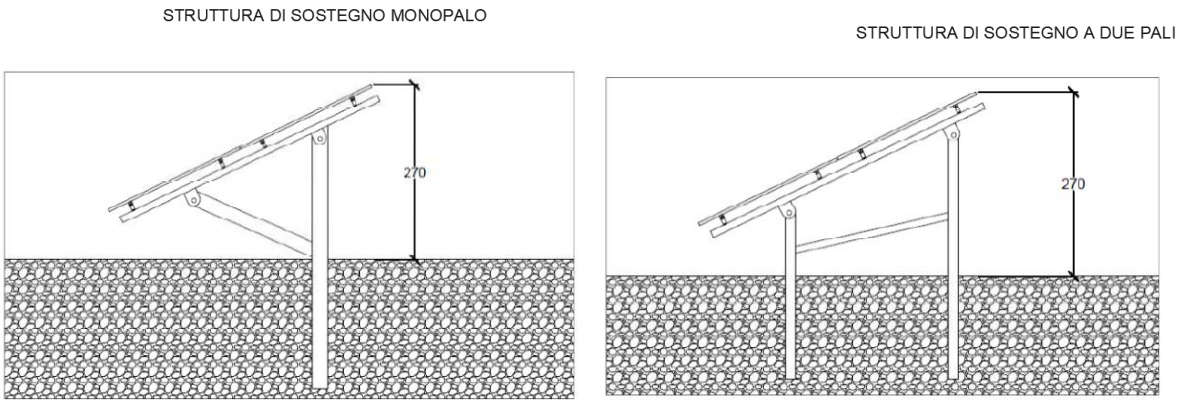


Fig. 2 - Struttura di supporto moduli

Componenti meccanici della sottostruttura:
(1) pali di lunghezza variabile in base alle caratteristiche geotecniche dell'area di infissione, generalmente caratterizzate da infissione nel suolo variabili tra 1.5 e 2.5 metri per le monopalo e tra 1,2 e 2 per le bipalo (la dimensione finale sarà calcolata in sede di progettazione esecutiva in base alle prove di estrazione e alle caratteristiche tecniche delle strutture);
(2) testa palo in acciaio zincato a caldo;
(3) corrente e profilo di supporto in acciaio zincato a caldo;
(4) profili di supporto moduli, in acciaio zincato a caldo;

(5) morsetti per l'ancoraggio dei moduli ai profili.
Per quanto riguarda i pali di supporto collocati nel terreno, in fase esecutiva potrebbero essere adottati degli accorgimenti puntuali di protezione, in alcune aree soggette a erosione da scorrimenti meteorici superficiali o caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche non idonee alla tipologia di palo ad infissione. Saranno installati in totale:

- 1.110 strutture con configurazione 2x16, composte da due file sovrapposte ognuna formata da 32 moduli;
- 42 strutture con configurazione 2x8, composte da due file sovrapposte ognuna formata da 16 moduli;

Caratteristiche di installazione: tilt 25 °, azimut 0.

Fig. 3 – Immagini reali della struttura di supporto moduli

Per la collocazione degli inverter saranno utilizzate delle strutture a palo infisso in acciaio zincato a caldo, dotate di tettuccio parasole:

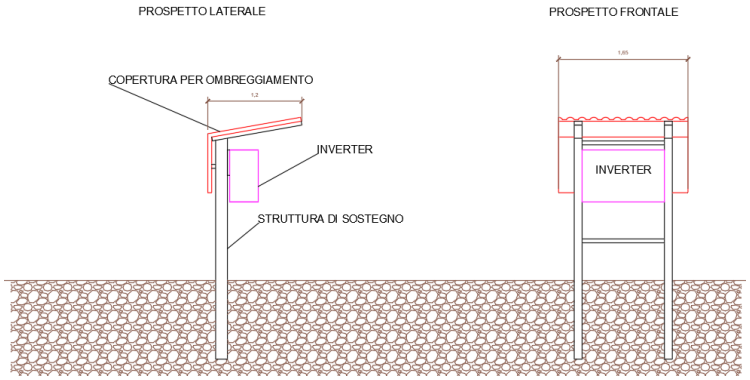


Fig. 4 - Tipico struttura supporto inverter

2.2.2 LEGGI E DECRETI

Per l'esecuzione dei lavori devono essere seguite le norme legislative nazionali e regionali in vigore; tali prescrizioni hanno la precedenza su quanto specificato in questo documento.
In particolare, per lavori in Italia si deve far riferimento:

- prescrizioni del D.M. dei LL.PP. 11.3.1988
- D.M. 17/1/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".
- UNI EN 1991-1-4.2005: Eurocodice 1, Azioni sulle strutture, parte 1-4, azioni in generale azioni del vento, punto 7.3.

<u>Esecuzione</u>

UNI 552:1986 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni
UNI 3158:1977 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove
UNI ENV 1090-1:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici
UNI ENV 1090-2:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo
UNI ENV 1090-3:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento
UNI ENV 1090-4:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi
UNI ENV 1090-6:2003 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile
UNI EN ISO 377:1999 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche
UNI EN 10002-1:1992 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)
UNI EN 10045-1:1992 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova

<u>Elementi di collegamento</u>

UNI EN ISO 898-1:2001 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere
UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso

UNI EN 20898-7:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm
UNI 5592:1968 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C
UNI EN Iso 4016:2002 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

Profilati cavi

UNI EN 10210-1:1996 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10210-2:1999 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
UNI EN 10219-1:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10219-2:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

Prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
UNI EN 10025-6:2005 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

Movimentazione e controllo

IEC 62817:2014 - Photovoltaic systems - Design qualification of solar trackers
UL 2703 - Mounting Systems, Mounting Devices, Clamping/Retention Devices, and Ground Lugs for use with flat-plate photovolotaic modules and panes
IEC 60204-1:2016 - Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
IEC 60335-1 sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare
2006/42/CE - Direttiva Macchine
UNI EN 1005-1 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Termini e definizioni
UNI EN 1005-2 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 2: Movimentazione manuale di macchinario e di parti componenti il macchinario
UNI EN 1005-3 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Limiti di forza raccomandati per l'utilizzo del macchinario
UNI EN 1005-4 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 4: Valutazione delle posture e dei movimenti lavorativi in relazione al macchinario
EN 349:1993+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Spazi minimi per evitare lo schiacciamento di parti del corpo
EN ISO 12100:2010 Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio (ISO 12100:2010)
EN 1037:1995+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Prevenzione dell'avviamento inatteso

2.2.3 ORDINE DI PRIORITÀ

Per priorità è data secondo l'ordine seguente:

1. Norme e leggi italiane;
2. Specifiche di progetto;
3. Norme e leggi internazionali.

In caso di conflitto o ambiguità nella modalità di applicazione di una specifica o standard, sarà considerata la richiesta più stringente e segnalata ad Eni la variazione dalla specifica o standard.
Ove le specifiche di progetto non siano in contrasto con le Leggi e i regolamenti italiani ed Europei, ma risultino più stringenti, avranno priorità su tutti.

2.2.4 UBICAZIONE

Le strutture di sostegno e tutti i loro componenti associati compresi nello scopo di fornitura, dovranno essere idonei per installazioni all'aperto in località ubicate nelle immediate vicinanze del mare.

2.2.5 REQUISITI DI SICUREZZA

Le apparecchiature dovranno essere adeguatamente protette contro il rischio di contatti accidentali con le parti in tensione.
Opportune barriere meccaniche e segnalazioni in lingua italiana, dovranno essere previste a totale carico del fornitore, per prevenire i contatti accidentali e segnalare le parti calde o in tensione.

2.3 INVERTER

2.3.1 SPECIFICHE E CARATTERISTICHE TECNICHE

L'inverter è sostanzialmente il gruppo di conversione è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.
La soluzione inverter è del tipo Distribuito, per cui gli ingressi sono costituiti dalle stringhe dei moduli fotovoltaici che sono direttamente connesse all'inverter, mentre le uscite sono direttamente inviate nella cabina di trasformazione dove sono collocati i quadri di parallelo in bassa tensione.
L'impianto è connesso sulla rete MT per cui il dispositivo di interfaccia è gestito sul lato MT e quindi la programmazione dei dispositivi di interfaccia dei singoli inverter devono permettere regolazioni più ampie rispetto a quelle imposte sul dispositivo di interfaccia generale. Il firmware con le rispettive regolazioni sarà "uplodado" nelle macchine in fase di messa in servizio e deve essere lo stesso per tutte le macchine.
L'inverter non necessariamente dotato di display avrà la comunicazione ad onde convogliate o in cavo per l'interfacciamento con il sistema scada di controllo delle prestazioni, al fine di visualizzare energia prodotta, parametri caratteristici elettrici, ore di funzionamento e allarmi.
Verranno utilizzati 102 inverter Huawei SUN2000-215KTL-H0.
Il gruppo di conversione è previsto il modello HUAWEI SUN2000-215KTL-H0; le caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella riportata di seguito:

Fig. 5 - Inverter SUN2000-215KTL-H0

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.00%
European Efficiency	≥98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosϕ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes

Fig. 6 - Specifiche tecniche dell'inverter

Il sistema di conversione e controllo di ciascun inverter è costituito essenzialmente dalle seguenti parti:

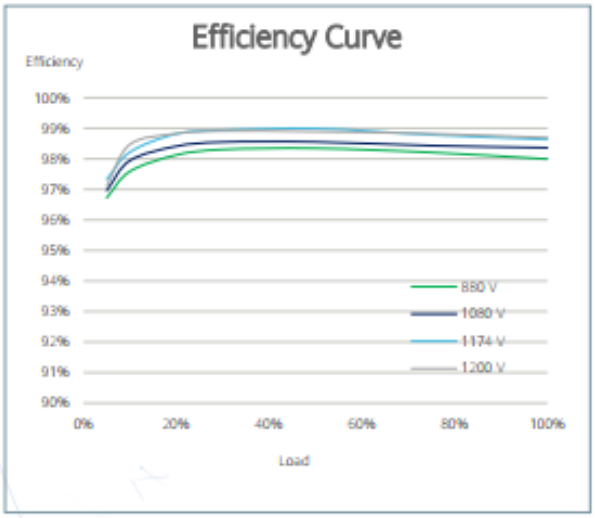
- filtro lato corrente continua
- ponte a semiconduttori (IGBT)
- unità di controllo
- filtro di uscita
- sistema di acquisizione dati (DAS)

Il convertitore statico DC/AC è un inverter PWM di tipo full digital a commutazione forzata, che, funzionando in parallelo alla rete elettrica di distribuzione, erogherà nella rete stessa l'energia generata dal campo fotovoltaico inseguendo il punto di massima potenza. L'inverter è fornito di filtri per il contenimento delle armoniche verso rete secondo la vigente normativa; il fattore di potenza può essere regolato tra 0.8 in ritardo e 0.8 in anticipo. L'unità convertitore comprende un filtro per ridurre il ripple di corrente lato corrente continua e garantire che la corrente fluisca continuativamente in tutte le condizioni operative mantenendo il ripple di corrente entro qualche percento. Il ponte a semiconduttori (IGBT) a commutazione forzata consente di trasferire l'energia del campo fotovoltaico verso il trasformatore MT/BT a 30.000 V. Il convertitore sarà galvanicamente isolato dalla rete e dotato di opportuni sistemi di protezione contro le sovratensioni di commutazione, i cortocircuiti e le sovratemperature. L'unità di controllo è costituita da:

- schede di pilotaggio del convertitore
- circuiti di regolazione
- logiche e limiti convertitore
- alimentatore servizi interni
- protezioni
- circuiti ausiliari di interazione
- controllo MPPT (maximum power point tracking) e gestione di sistema.

L'inverter si attiverà automaticamente quando l'irraggiamento supera una soglia predeterminata regolabile e si disattiverà quando la potenza scende al di sotto del 10% del valore nominale.
L'inverter si disattiverà inoltre in caso di malfunzionamenti e di corto circuito.
Il controllo del cosφ dell'inverter è settato su cosφ=1; tuttavia esso regola continuamente il cosφ mantenendolo nel range di funzionamento previsto.
Nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche tecniche dell'inverter.

General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless



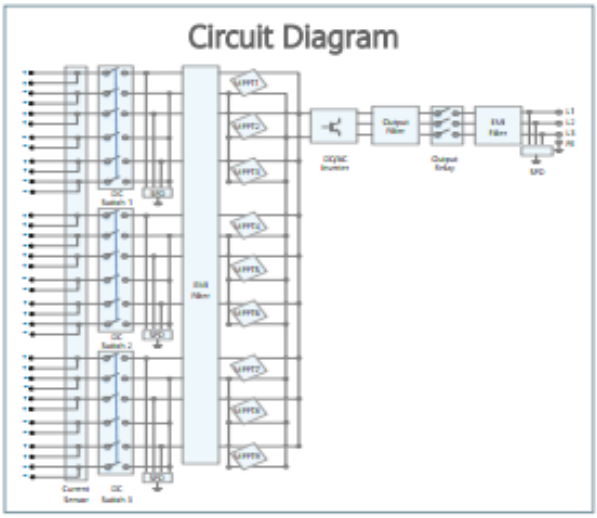


Fig. 7 - Dimensioni, specifiche tecniche e prestazionali dell'inverter

2.3.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

<u>Inverter:</u>

- CEI 0-16 ED. III (2012) - VDE 0126-1-1 (2006)
- IEEE1547 (2003); - IEEE1547.1 (2005); EN 61000–6–2
- EN 61000–6–4; IEC 61683: 1999-11

<u>Conversione della potenza:</u>

- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1- 1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1- 3: Trasformatori e reattori

- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza
- CEI EN 60044-1 (CEI 38-1) Trasformatori di misura
- CEI 38-2 Trasformatori per convertitori statici

2.3.3 UNITÀ DI MISURA

Tutte le unità di misura sono e devono essere conformi al Sistema Internazionale (S.I.).

2.3.4 REQUISITI DI SICUREZZA

Le apparecchiature dovranno essere adeguatamente protette contro il rischio di contatti accidentali con le parti
in tensione. Opportune barriere meccaniche e segnalazioni in lingua italiana, dovranno essere previste a totale
carico del fornitore, per prevenire i contatti accidentali e segnalare le parti calde o in tensione.

2.3.5 CONTROLLO QUALITÀ DELLA FORNITURA

Al fine di garantire la qualità della fornitura, il fornitore deve essere conforme alla ISO 9001.
I materiali e le apparecchiature utilizzati devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte, ovvero secondo le Norme CEI, ai sensi della Legge 1 marzo 1968 ed alle norme IEC di riferimento.
Il materiale elettrico specificato nella Direttiva Europea 2006/95/CE deve essere costruito conformemente ai criteri di sicurezza contenuti nel testo di legge e recare le marcature corrispondenti, tra cui la marcatura CE di conformità.
Dovranno essere prodotti il Certificato di approvazione di tipo, il Certificato di conformità e il Rapporto di prova.
Essi dovranno essere redatti in lingua italiana, in modo tale da illustrare chiaramente il contesto e la validità delle prove eseguite. I certificati dovranno contenere almeno le seguenti informazioni:

<u>Certificato di approvazione di tipo</u>

- Nome del Laboratorio di prova
- Tipo e Numero di accreditamento del Laboratorio di prova
- Data e numero dell'attestato di prova
- Nome e sede del Costruttore dell'Inverter

- Modello (con esatta indicazione della sigla) del singolo Inverter o delle differenti versioni dell'Inverter

Certificato di conformità

- Nome dell'organismo di certificazione
- Data e numero del Certificato di prova
- Nome e sede del Costruttore dell'Inverter
- Modello (con esatta indicazione della sigla)
- Principali caratteristiche dell'Inverter
- Riferimenti del rapporto di prova
- Nome del laboratorio di prova e Tipo e Numero di accreditamento
- Indicazione dell'eventuale controllo in fabbrica (Factory inspection)
- Durata della Certificazione.

2.3.6 INCLUSIONI DELLA FORNITURA

Sono inclusi nella fornitura tutti gli accessori di montaggio eventualmente necessari; restano inclusi tutti gli oneri per i materiali di consumo e quanto necessario alla corretta installazione.

2.3.7 ESCLUSIONI DELLA FORNITURA

Sono esclusi dalla fornitura tutti i materiali quali, canaline portacavi, tubazioni e quant'altro non specificatamente menzionato.

2.3.8 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE

Restano a totale carico del fornitore i costi di imballaggio e spedizione delle apparecchiature.
La località in cui verrà spedita la fornitura verrà comunicata dalla Committente.

2.3.9 PARTI DI RICAMBIO

Non sono incluse parti di ricambio nella fornitura.
Il fornitore dovrà indicare in un form specifico la lista delle parti di ricambio raccomandate per i primi due anni di manutenzione e di operabilità per la durata utile dell'impianto.
I componenti andranno quotati separatamente come prezzi unitari e le quantità finali andranno calcolate sulla base delle quantità totali di componenti installati in impianto.
L'Appaltatore dovrà, altresì, proporre la lista completa di parti di ricambio per la fase di Commissioning & Start-up.

2.3.10 GARANZIA

Gli Inverter, oggetto della presente specifica dovranno essere dotati delle seguenti garanzie:

- 10 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;

Il fornitore dovrà sostituire in breve tempo qualsiasi parte difettosa a causa di materiali poveri, inadeguata progettazione o produzione o qualsiasi azione/omissione del fornitore che si è verificata nel corso della consegna.
Tutte le garanzie sopra descritte sono a carico del fornitore.

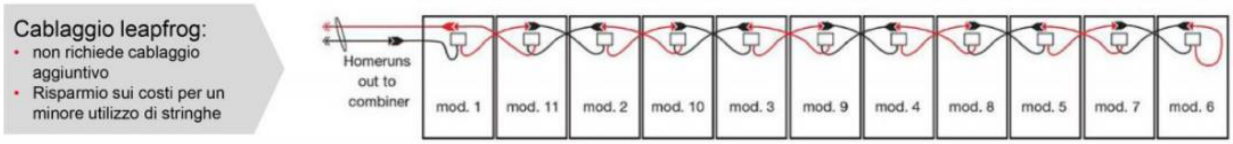
2.4 CAVI ELETTRICI

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi sono riportati nel documento specifico "Calcoli Preliminari degli impianti" e nei planimetrici di progetto.

2.4.1 CAVI ELETTRICI LATO C.C.

<u>Cavi elettrici lato c.c.– Tipologie</u>

Per il collegamento elettrico "serie" dei moduli necessari per realizzare le singole stringhe previste dal presente progetto, si utilizzeranno i cavi elettrici posti a corredo dei moduli stessi. Per le connessioni "entra/esci" verranno utilizzati connettori preintestati tipo MC4 o similari.
Per le connessioni, fermo restando che le lunghezze dei moduli lo consentano, si utilizzerà la connessione leap-frog (vedi schema) al fine di ridurre al minimo le lunghezze dei cavi dc e le relative perdite:



La lunghezza dei cavi elettrici posti a corredo dei moduli e la conformazione delle corrispettive stringhe installate sulle strutture in progetto è ritenuta sufficiente per effettuare i collegamenti serie e quindi non sono previsti ulteriori giunti o nuovi cavi elettrici. Per quanto riguarda il bloccaggio dei cavi, questi saranno ancorati alla struttura metallica secondaria prevista dal progetto mediante fascette plastificate in materiale adatto per la posa all'esterno e resistente alla radiazione UV. L'intero cablaggio non sarà visibile dall'esterno in quanto protetto dai moduli stesi.
Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e gli inverter sono previsti conduttori di tipo solare unipolare flessibile stagnato in doppio

isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.
Caratteristiche tecniche:

- conduttore: corda flessibile di rame stagnato o in alluminio, classe 5
- isolante: mescola LS0H di gomma reticolata speciale di qualità G21 LS0H = Low Smoke Zero Halogen
- max. tensione di funzionamento 1800 Vc.c.
- temperatura ambiente: da -40°C fino a +90°C per installazione fissa e flessibile
- temperatura di corto circuito: 200° C al conduttore max 5 sec
- raggio minimo di curvatura: 4xD (D=Diametro totale del cavo)
- durata di vita attesa pari a 30 anni
- verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- resistenza alla corrosione
- ampio intervallo di temperatura di utilizzo;
- resistenza ad abrasione;
- ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi;
- resistenza ad agenti chimici;
- facilità di assemblaggio;
- compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

Sezioni tipiche in funzione delle distanze tra i dispositivi:

- S = 6 mm2 Iz (60 C°)
- S = 10 mm2 Iz (60 C°)
- S = 16 mm2 Iz (60 C°)

CAVI BASSA TENSIONE ENERGIA E CABLAGGIO - zero alogeni
LOW VOLTAGE POWER AND WIRING CABLES - halogen free

AFG21M21 PV 20 0,6/1 kV

RoHS CE

RIFERIMENTO NORMATIVO/*STANDARD REFERENCE*

Costruzione e requisiti/*Construction and specifications*	CEI 20-91
Propagazione incendio/*Fire propagation*	EN 60332-1-2
Emissione gas/*Gas emission*	EN 50267-2-1
Emissione fumi/*Smoke emission*	EN 50267-2-2
Direttiva Bassa Tensione/*Low Voltage Directive*	2006/95/CE
Direttiva RoHS/*RoHS Directive*	2011/65/CE

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:
- **Tensione massima Um:** 1200 V c.a.
- **Tensione massima (anche verso terra) Um:** 1800 V c.c.
- **Temperatura massima di esercizio:** 90°C
- **Temperatura minima di esercizio:** -55°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- **Temperatura minima di posa:** -40°C
- **Temperatura massima di sovraccarico:** 120°C
- **Temperatura massima di corto circuito:** 250°C
- **Sforzo massimo di trazione:** 15N/mm²
- **Raggio minimo di curvatura:** 4 volte il diametro esterno massimo

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:
Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216-1)

CONDIZIONI DI IMPIEGO:
Per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari. Adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS
- ***Maximum voltage Um:*** *1200 V c.a.*
- ***Maximum voltage (also to ground) Um:*** *1800 V c.c.*
- ***Maximum operating temperature:*** *90°C*
- ***Minimum operating temperature:*** *-55°C (without mechanical stress)*
- ***Minimum installation temperature:*** *-40°C*
- ***Maximum temperature of overload:*** *120°C*
- ***Maximum short circuit temperature:*** *250° C*
- ***Maximum tensile stress:*** *15 N/mm²*
- ***Minimum bending radius:*** *4 x maximum external diameter*

SPECIAL FEATURES
Power transmission, signal transmission indor and outdor, even wet. Suitable for working up to 25 years standard conditins. Long term working (temperature index TI): 120° C referred to 20.000 hours (CEI EN 60216-1)

USE AND INSTALLATION
For interconnection of photovoltaic elements. Suitable for fixed installation indoor and outdoor, in pipes exposed or embedded or in similar closed systems. Suitable for laying directly underground or in pipe underground.

Fig. 8 - Caratteristiche tecniche cavi bassa tensione c.c.

AFG21M21 PV 20 0,6/1 kV

COSTRUZIONE DEL CAVO / *CABLE CONSTRUCTION*

CONDUTTORE
Materiale: Alluminio, formazione flessibile, classe5

CONDUCTOR
Material: *Aluminium flexible wire, class 5*

GUAINA RIEMPITIVA
Materiale: mescola speciale reticolata PEG21 (LS0H)
Colore: naturale

BINDER
Material: *Cross-linked special compound (LS0H), type PEG21*
Colour: *natural*

GUAINA ESTERNA
Materiale: mescola speciale reticolata M21 (LS0H)
Colore: nero, rosso, blu

OUTER SHEATH
Material: *Cross-linked special compound (LS0H), type M21*
Colour: *black, red, blue*

MARCATURE:
- CABLES & EQUIPMENTS - AFG21M21 PV 20 - <N° COND. X SEZIONE> <ANNO> <MARCATURA METRICA>

MARKINGS
- *CABLES & EQUIPMENTS - AFG21M21 PV 20 - <N° CONDUCT. S SECTION> <YEAR> <METRIC MARKING>*

Unipolari/Single core

Formazione *Size*	Ø indicativo conduttore *Approx. conduct. Ø*	Spessore medio isolante *Average insulation thickness*	Ø esterno max *Outer Ø*	Peso indicativo cavo *Approx. cable weight*	Resistenza elettrica max a *Max electrical resistance at 20° C*	Portata di corrente *Current rating* A	
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ammessa a 60°C *Permissible at 60°C*	Interrato a *Underground at 20°C*
1 x 2,5	2,0	0,7	6,5	28,17	11,660	32,80	25,60
1 x 4	2,6	0,7	7,15	35,07	7,340	44,00	32,80
1 x 6	3,4	0,7	7,5	46,51	4,890	56,00	41,60
1 x 10	4,4	0,7	7,99	67,26	2,920	78,40	56,00
1 x 16	5,7	0,7	9,1	94,25	1,770	105,60	72,80
1 x 25	6,9	0,9	10,4	138,64	1,170	140,80	94,40
1 x 35	8,1	0,9	11,7	174,23	0,816	174,40	115,20
1 x 50	9,8	1,0	14,05	239,87	0,604	220,80	142,40
1 x 70	11,6	1,1	15,9	314,57	0,423	277,60	174,40
1 x 85	12,8	1,1	16,6	373,81	0,330	310,24	190,62
1 x 95	13,3	1,1	17,6	405,48	0,320	332,80	206,40
1 x 120	15,1	1,2	19,9	498,21	0,253	390,40	238,40
1 x 150	16,8	1,4	22,01	618,15	0,206	-	-
1 x 185	18,8	1,6	24,2	772,98	0,164	-	-
1 x 240	21,4	1,7	26,88	975,27	0,125	-	-
1 x 300	23,9	1,8	31,7	1194,00	0,092	-	-
1 x 400	27,5	2,0	35,1	1568,52	0,069	-	-

Fig. 9 - Caratteristiche tecniche cavi bassa tensione c.c.

2.4.2 CAVI ELETTRICI LATO A.C.

Cavi elettrici lato a.c.– Tipologie

Il collegamento elettrico, lato corrente alternata, tra l'inverter e il quadro di parallelo BT delle cabine di trasformazione, verrà effettuato mediante cavi elettrici in alluminio tipo ARG16R16 0,6/1 kV o equivalente le seguenti specifiche principali che il cavo deve soddisfare:

- Conduttore in alluminio;
- Tipo e qualità di isolamento: Mescola di gomma HEPR etilenpropilenica ad alto modulo a 90°C (G16)
- Guaina (rivestimento non metallico): Composto di PVC, qualità R16
- Nel caso in cui i cavi siano esposti al sole, devono essere protetti tramite condotti o devono essere resistenti ai raggi UV.

Bassa Tensione
Low Voltage

ARG16R16 0,6/1 kV Repero® unipolare

Energia
Power

CPR (UE) n°305/11
C_{ca} - s3, d1, a3

Regolamento Prodotti da Costruzione/*Construction Products Regulation*
Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014
Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

DoP n°1043/17

CEI 20-13
CEI EN 60332-1-2
2014/35/UE
2011/65/CE

Costruzione e requisiti/*Construction and specifications*
Propagazione fiamma/*Flame propagation*
Direttiva Bassa Tensione/*Low Voltage Directive*
Direttiva RoHS/*RoHS Directive*

NB 0051

DESCRIZIONE

Cavo unipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Conduttore
Corda di alluminio rigida, classe 2

Isolante
Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16

Guaina esterna
Mescola di PVC di qualità R16

Colore anime
Normativa HD 308

Colore guaina
Grigio

Marcatura a inchiostro
BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16R16 0,6/1 kV (sez)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)

DESCRIPTION

Single-core power cable with aluminum conductor, HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).

Conductor
Aluminium stranded wire, class 2

Insulation
Rubber HEPR compound G16 quality

Outer sheath
PVC compound, R16 quality

Cores colour
HD 308 Standard

Sheath colour
Grey

Inkjet marking
BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16R16 0,6/1 kV (section)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (year) (m) (traceability)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)

Temperatura minima di posa: 0°C

Temperatura massima di corto circuito:
250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C

Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego
Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Adatto per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammessa anche la posa interrata.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Nominal voltage Uo/U: *0,6/1 kV*

Maximum operating temperature: *90°C*

Minimum operating temperature: *-15°C*
(without mechanical stress)

Minimum installation temperature: *0°C*

Maximum short circuit temperature:
250°C up to 240 mm² section, over 220°C

Maximum tensile stress: *50 N/mm²*

Minimum bending radius: *6 x maximum external diameter*

Use and installation
Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Suitable also for laying underground.

Fig. 10 - Caratteristiche tecniche cavi bassa tensione a.c.

Formazione Formation	Ø indicativo conduttore Approx. conductor Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Spessore medio guaina Average sheath thickness	Ø indicativo produzione Approx. production Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Resistenza elettrica max a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Portata di corrente Current rating In aria libera Free in air 30°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	Interrato Underground 20°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A	A	A
1 x 16	4,9	0,7	1,4	9,1	109	1,91	70	64	98	75
1 x 25	6,1	0,9	1,4	10,7	151	1,20	102	88	119	95
1 x 35	7,1	0,9	1,4	11,7	185	0,868	136	110	141	115
1 x 50	8,2	1,0	1,4	13,0	230	0,641	164	131	167	134
1 x 70	9,9	1,1	1,4	14,9	315	0,443	218	175	204	173
1 x 95	11,4	1,1	1,5	16,6	405	0,320	261	209	245	196
1 x 120	13,1	1,2	1,5	18,5	510	0,253	310	250	277	238
1 x 150	14,4	1,4	1,6	20,4	620	0,206	350	280	313	250
1 x 185	16,2	1,6	1,6	22,6	750	0,164	415	334	350	300
1 x 240	18,4	1,7	1,7	25,2	955	0,125	490	392	413	331
1 x 300	20,7	1,8	1,8	27,9	1150	0,100	567	-	454	400
1 x 400	23,6	2,0	1,9	31,4	1520	0,0778	665	-	512	450
1 x 500	26,5	2,2	2,0	34,9	1850	0,0605	765	-	578	505
1 x 630	30,2	2,4	2,2	39,8	2415	0,0469	880	-	646	580

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1° C.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando quattro cavi a contatto con temperatura dei conduttori di 90°C.
N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1° C.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering four cables in contact with conductor temperature of 90°C.

Fig. 11 - Caratteristiche tecniche cavi bassa tensione a.c.

Il collegamento elettrico, lato corrente alternata, tra quadro ausiliario e circuiti ausiliari, verrà effettuato mediante cavi elettrici in alluminio tipo FG17 o equivalente.

2.4.3 CAVI MT

Il collegamento elettrico, lato media tensione, tra cabine di conversione all'interno del campo fotovoltaico fino alla cabina di consegna saranno utilizzati cavi con airbag tipo ARP1H5(AR)EX o armati. Nel caso in cui vengano scelti altri tipi di cavo, queste le specifiche che occorre rispettare:

- Conduttore in alluminio;
- Conduttore rigido a trefoli (compattato);
- Tipo e qualità di isolamento:
    - Mescola di gomma etilenpropilenica ad alto modulo a 90°C (G7)
    - Mescola di polietilene reticolato a 85°C (XLPE), se il cavo è fatto con un nastro legante non igroscopico
    - Mescola di elastomero termoplastico (tipo HPTE)
- Schermo e conduttori concentrici:
    - Nastro di rame, filo piatto o schermo di filo
    - Nastro di alluminio laminato longitudinalmente
- Guaina (rivestimento non metallico)
    - Composto termoplastico, tipo Ez

ARP1H5(AR)EX P-Laser AIR BAG™ CABLE SYSTEM

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo
Anima
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno
Mescola estrusa
Isolante
Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)
Semiconduttivo esterno
Mescola estrusa
Rivestimento protettivo
Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)
Protezione meccanica
Materiale Polimerico (Air Bag)
Guaina
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)
Marcatura
PRYSMIAN (**) ARP1H5(AR)EX <tensione> <sezione> <fase 1/2/3> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni
Temperatura di sovraccarico massima 140°C
Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K = 100
N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei
Terminali
ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)
Giunti
ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard
HD 620/IEC 60502-2

Cable design
Core
Compact stranded aluminium conductor
Inner semi-conducting layer
Extruded compound
Insulation
Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)
Outer semi-conducting layer
Extruded compound
Protective layer
Semiconductive watertight tape
Screen
Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)
Mechanical protection
Polymeric material (Air Bag)
Sheath
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)
Marking
PRYSMIAN (**) ARP1H5(AR)EX <rated voltage> <cross-section> <phase 1/2/3> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

Applications
Overload maximum temperature 140°C
K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K = 100
N.B. *According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.*

Suitable accessories
Terminations
ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)
Joints
ECOSPEED™ (pag. 140)

Condizioni di posa / *Laying conditions*

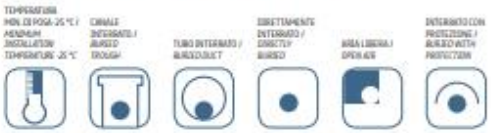


Fig. 12 - Caratteristiche tecniche cavi media tensione

ARP1H5(AR)EX P-Laser **AIR BAG™** CABLE SYSTEM

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / *Aluminium conductor* - ARP1H5(AR)EX

sezione nominale *conductor cross-section* (mm²)	diametro conduttore *conductor diameter* (mm)	diametro sull'isolante *diameter over insulation* (mm)	diametro esterno nominale *nominal outer diameter* (mm)	peso del cavo *weight* (kg/km)	raggio minimo di curvatura *minimum bending radius* (mm)
Dati costruttivi / *Construction charact.* - 12/20 kV					
50	8,2	18,0	31	2150	660
70	9,7	19,1	32	2420	680
95	11,4	20,6	34	2760	720
120	12,9	22,1	35	3130	740
150	14,0	23,4	37	3460	780
185	15,8	25,6	39	3990	820
240	18,2	27,8	41	4700	870
300	20,8	31,0	45	5520	950
Dati costruttivi / *Construction charact.* - 18/30 kV					
50	8,2	24,8	38	3180	800
70	9,7	25,1	38	3340	800
95	11,4	26,0	39	3610	820
120	12,9	26,9	40	3900	840
150	14,0	27,6	41	4180	870
185	15,8	29,0	42	4620	890
240	18,2	31,4	45	5380	950
300	20,8	34,6	49	6500	1030

sezione nominale *conductor cross-section* (mm²)	posa in aria *open air installation* (A)	posa interrata p=1 °C m/W *underground installation p=1 °C m/W* (A)	posa interrata p=2 °C m/W *underground installation p=2 °C m/W* (A)
Caratt. elettriche / *Electrical charact.* - 12/20 kV			
50	193	173	133
70	240	213	163
95	292	255	196
120	338	291	223
150	381	325	250
185	439	369	283
240	520	430	330
300	601	487	374
Caratt. elettriche / *Electrical charact.* - 18/30 kV			
50	194	173	133
70	240	212	163
95	293	254	195
120	338	290	223
150	382	325	250
185	439	369	283
240	519	429	325
300	599	486	373

Fig. 13 - Caratteristiche tecniche cavi media tensione

Nel caso in cui la resistività termica del terreno sia inaccettabile (es. terreno roccioso con valori superiori a 2,5 k m/W), il riempimento della trincea deve essere scelto in modo da ridurla a valori normali (< 2 k m/W) e in sede di progetto esecutivo occorrerà considerare l'esatta resistività termica del terreno e utilizzare il relativo fattore di correzione (secondo i criteri di dimensionamento dei cavi).
In presenza di cavi non armati, si rende necessaria l'installazione di una protezione meccanica in materiale inerte o coppi di cemento o altro materiale idoneo con un'elevata resistenza meccanica.
Il collegamento elettrico delle connessioni equipotenziali delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, il progetto prevede cavi N07V-K con sezione minima pari a 6mmq.

2.4.4 CAVI DI SEGNALE E COMANDO

Cavi di segnale e comando – tipologie

A seconda del segnale, sarà installato il tipo di cavo appropriato come descritto di seguito:

- Comando: Cavo multipolare tipo FG17 sezione minima del nucleo 1,5 mm2;
- Segnali digitali: Cavo multipolare tipo FG7HO2R sezione minima del nucleo 1,5 mm2;
- Segnali analogici: Cavo multipolare tipo FG7HO2R sezione minima del nucleo 0,5 mm2;
- Segnali BUS RS485: Cavo a coppie ritorte e schermato a 4 fili Belden Code 3106A;
- Segnali Ethernet: cavo Ethernet Cat.6a F/UTP o STP;
- Segnali ottici: Fibra ottica mono o multi con numero di fibre pari a 12 o 24, a seconda delle distanze.

Cavi di segnale – specifiche

Tutti i cavi utilizzati per le connessioni dei dati, sicurezza e comando di segnale saranno di tipo schermato con schermo coprente al 100%, possono essere armati e potranno essere interrati direttamente, oppure non armati e dovranno essere posati in apposite condutture PVC o HDPE e meccanicamente protetti.
I cavi dei segnali, da installare fuori dalle cabine di controllo, da preferire con caratteristiche anti-roditori, qualora esista la necessità e non siano installati dispositivi dissuasori, e resistenti alle radiazioni ultraviolette in grado di assicurare una durata di vita garantita durata di vita garantita di almeno 25 anni.

Fibra ottica – Specifiche

I colori delle fibre ottiche devono essere stabili durante i cicli di temperatura e non devono essere soggetti a sbiadimento o sbiadire o sbavare l'uno sull'altro o nel materiale di riempimento gel. I colori non devono far aderire le fibre tra di loro. Tutte le fibre ottiche devono essere sufficientemente prive di imperfezioni e inclusioni superficiali per soddisfare i requisiti ottici, meccanici e ambientali della presente specifica, meccaniche e ambientali di questa specifica.
Il cavo non deve contenere elementi metallici (dielettrici) a meno che non sia richiesta l'armatura.
Le giunzioni di fibre ottiche all'interno di singole lunghezze di cavo non sono permesse.

Le giunzioni di fibre ottiche all'interno di singole lunghezze di cavo non sono permesse.
Le condutture devono essere sigillate con un gel non igroscopico, non nutritivo per i funghi, elettricamente non conduttivo, con gel omogeneo privo di sporcizia e materiale estraneo, facile da rimuovere con solventi convenzionali non tossici.
Specifiche meccaniche per le fibre ottiche:

- Raggio minimo di curvatura (mm): ≤ 150 mm
- Resistenza allo schiacciamento: ≥ 2500 N
- Resistenza all'impatto: ≥ 10x 2 Nm

2.4.5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutti i sistemi, le apparecchiature ed i materiali dovranno essere in accordo alle normative vigenti nel paese dove devono essere installati.

Al momento dell'utilizzo della suddetta specifica di società l'Appaltatore/Fornitore dovrà verificare la validità di ogni singola norma (ultima edizione disponibile) ed, inoltre, dovrà verificare l'eventuale emissione di nuove normative alle quali attenersi.

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non

superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici

Invece, per i cavi di potenza BT:

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma con tensioni nominali da 1 a 30 kV (con V1 e V2)
- CEI 20-35 Prove su cavi sottoposti al fuoco
- CEI 20-22/III Prove d'incendio su cavi elettrici. Parte 3: prove su fili e cavi disposti a fascio
- CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici

Infine, per i cavi solari:

- CEI 20-91 Costruzione e requisiti/Construction and specifications
- CEI EN 60332-1-2 Propagazione fiamma/Flame propagation
- CEI EN 50267-2-1 Emissione gas/Gas emission
- CEI EN 61034-2 Emissione fumi/Smoke emission
- 2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive
- 2011/65/CE Direttiva RoHS/RoHS Directive
- CA01.00546 Certificato IMQ/IMQ Certificate

Le norme riportate si riferiscono a condizioni normali di progetto e installazione.

La priorità è data secondo l'ordine seguente:

1. Norme e leggi italiane;
2. Specifiche di progetto;
3. Norme e leggi internazionali.

In caso di conflitto o ambiguità nella modalità di applicazione di una specifica o standard, sarà considerata la richiesta più stringente.
Ove le specifiche di progetto non siano in contrasto con le Leggi e i regolamenti Italiani ed Europei, ma risultino più stringenti, avranno priorità su tutti.

2.4.6 UBICAZIONE E CONDIZIONI AMBIENTALI

I cavi e tutti i loro componenti associati compresi nello scopo di fornitura, dovranno essere idonei per installazioni all'aperto.
Le condizioni ambientali e le temperature di design da utilizzare per il dimensionamento di tutte le apparecchiature elettriche saranno indicate nel Progetto Esecutivo.

2.4.7 REQUISITI DI SICUREZZA

Le apparecchiature dovranno essere adeguatamente protette contro il rischio di contatti accidentali con le parti in tensione. Opportune barriere meccaniche e segnalazioni in lingua italiana dovranno essere previste a totale carico dell'Appaltatore al fine, anche, di prevenire i contatti accidentali e segnalare parti calde o in tensione dell'impianto.

2.4.8 TARGHE

Ogni cavo dovrà essere dotato di opportuna marchiatura di identificazione, che dovrà essere permanentemente installata sul componente ed in maniera sicura e indelebile.
Tali marchiature dovranno essere posizionate in maniera tale da risultare facilmente leggibili dopo che il componente è stato installato.
Le informazioni contenute saranno specifiche per l'apparecchiatura, dovranno essere conformi ai TAG di Progetto e dovranno contenere:

- Marcatura CE;
- Norme di riferimento;
- Nome e marchio di fabbrica del costruttore;
- Numero di identificazione del cavo;
- Data di costruzione;
- ID di Progetto del Componente;
- Eventuali informazioni addizionali richieste del contrattista dell'Appaltatore o dal Committente.

2.4.9 CONTROLLO DI QUALITÀ

Al fine di consentire un prolungato funzionamento del componente in ambiente esterno e salino, i cavi dovranno essere realizzati con un adeguato standard qualitativo, cioè dovranno possedere idonee caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche.
I materiali e i componenti da utilizzare per la realizzazione del cavo dovranno rispondere alle norme precedentemente citate ed essere realizzati e costruiti secondo la a regola d'arte, ovvero secondo le Norme CEI di riferimento ed ai sensi della Legge 1 Marzo 1968.
Il materiale elettrico specificato nella Direttiva Europea 2006/95/CE deve essere costruito conformemente ai criteri di sicurezza contenuti nel testo di legge e recare le marcature corrispondenti, tra cui la marcatura CE di conformità.
Al fine di garantire ulteriore qualità della fornitura, il Fornitore dovrà essere un'azienda certificata secondo la ISO 9001.

Inoltre, onde garantire la qualità del prodotto oggetto della fornitura, dovranno essere effettuate tutte le verifiche delle caratteristiche in accordo a quanto prescritto dalle seguenti norme che descrivono le sequenze di prove di tipo (cioè prove su un certo numero di campioni che il Costruttore rende disponibili).

2.4.10 TEST & ISPEZIONI – VERIFICHE TECNICO FUNZIONALI SUI COMPONENTI

Il fornitore dovrà effettuare su ogni singolo componente oggetto della presente fornitura come minimo requisito i test riportati nel presente documento.
I Test tipo previsto per i cavi di potenza dovranno essere rilasciati da un laboratorio autorizzato e dovrà essere sottoposto alla committente durante la fase di offerta.
I costi relativi a tutti i test menzionati, sono da considerarsi a totale carico dell'Appaltatore. Il Committente avrà facoltà di presiedere ai suddetti test.
Si richiede all'Appaltatore di quotare separatamente il prezzo unitario di ogni tipo di test specifico sui componenti al fine di permettere ulteriori verifiche sugli apparati (se ritenute necessarie).
L'Appaltatore dovrà inoltre produrre una dichiarazione di conformità dei cavi forniti, in mancanza del quale, i cavi non verranno accettati.
Il certificato di Conformità dovrà contenere le seguenti informazioni minime:

- Nome dell'organismo di certificazione;
- Data e numero del Certificato di prova;
- Nome e sede del Costruttore;
- Indicazione della/e norma/e secondo cui sono stati provati i dispositivi (con esplicita esclusione di eventuali prove previste, ma non eseguite);
- Riferimenti del rapporto di prova;
- Nome del laboratorio di prova e Tipo e Numero di accreditamento;
- Durata della Certificazione;
- Riferimento alle Norme Armonizzate: EN604391-1; EN50178; EN61000-6-2; EN61000-6-4; Direttiva bassa tensione 2006/95/CE; Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2004/108/CE.

2.4.11 PROVE STRUMENTALI

Tutti i cavi MT e BT installati dovranno essere sottoposti alle verifiche previste dalle Norme vigenti, e, in particolare, alle prove di rigidità secondo la norma CEI 11-17: nello specifico, dovranno essere sottoposti a prova di

isolamento con tensione variabile a 0,1 Hz, così come richiesto al paragrafo 8.3 della CEI 11-17.

2.4.12 ISPEZIONE

Con l'esame a vista si dovrà verificare:

- la corretta sistemazione dei conduttori;
- la conformità agli schemi circuitali di cablaggio e collegamenti;
- la siglatura dei cavi in conformità a quanto riportato sugli schemi;
- la qualità delle connessioni (con eventuali misure casuali, effettuabili con strumenti di misura della continuità).

2.4.13 FASE DI OFFERTA E DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

Il fornitore dovrà includere, senza richiesta di alcun sovrapprezzo, lo sviluppo e il rilascio della documentazione
di progetto, tutta la documentazione di progetto dovrà essere fornita in lingua italiana.
L'Appaltatore dovrà inoltre rilasciare il manuale operativo del componente in lingua italiana.

2.4.14 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE

Restano a totale carico del fornitore i costi di imballaggio e spedizione dei cavi.
La località in cui verrà spedita la fornitura verrà comunicata dal Committente.

2.4.15 INCLUSIONE DELLA FORNITURA

Oltre ai cavi, dovranno essere forniti tutti gli accessori di montaggio eventualmente necessari, comprensivo di
tutti gli oneri per i materiali di consumo e quanto necessario alla loro corretta installazione.
Sarà a carico dell'Appaltatore, in fase di progetto esecutivo, la compilazione dell'elenco di tutti i cavi presenti in impianto.

2.4.16 ESCLUSIONE DELLA FORNITURA

Dalla presente fornitura rimane escluso quanto non menzionato nel precedente paragrafo.

2.4.17 GARANZIE

La fornitura dovrà essere garantita per un periodo minimo di 24 mesi a partire dalla data di avvio dell'impianto, se non diversamente specificato fra le Parti. La fornitura dovrà essere progettata per una durata di vita utile pari almeno alla durata dell'impianto.
L'Appaltatore dovrà sostituire in breve tempo qualsiasi parte difettosa a causa di materiali poveri, inadeguata progettazione o produzione e qualsiasi azione/omissione del fornitore che si è verificata nel corso della consegna.
Tutte le garanzie sopra descritte sono a carico dell'Appaltatore.

2.5 CANALIZZAZIONI

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi sono riportati negli schemi allegati e planimetrici di progetto.

Canalizzazioni - Tipologie

I cavi elettrici con connettori tipo MC4 o similari preassemblati sui moduli fotovoltaici saranno posati a vista utilizzando le strutture metalliche di supporto ai moduli stessi ed ancorati alla struttura con opportune fascette in materiale plastico resistente alla radiazione UV.
I cavi, lato corrente continua, utilizzati per il collegamento delle stringhe del campo elettrico fotovoltaico agli inverter saranno posti longitudinalmente alla struttura di supporto moduli e ancorandoli alla medesima struttura, nei tratti ove disponibile, e/o posti all'interno di opportuni cavidotti interrati realizzati con tubazioni plastiche in PVC o HDPE, nei tratti di collegamento trasversale tra una fila di moduli e l'altra.
I cavi, lato corrente alternata di bassa tensione, utilizzati per il collegamento tra l'uscita degli inverter e il quadro di parallelo BT inverter posto nella cabina di trasformazione, saranno posti direttamente interrati o in cavidotti tubo a
doppia parete corrugato esternamente - liscia internamente, in polietilene tipo medio, con resistenza allo schiacciamento pari a 450N. Si utilizzeranno cavidotti all'ingresso delle cabine di trasformazione.
I cavi, lato corrente alternata tra il quadro di parallelo ed il trasformatore sono integrati nella cabina di trasformazione posti all'interno di canalizzazioni all'interno del box apparecchiature elettriche.
I cavi, lato corrente alternata di media tensione, tra il quadro di media tensione della cabina di trasformazione ed il quadro di media tensione della cabina di ricezione saranno posti direttamente interrati o posti in cavidotti tubo a doppia parete corrugato esternamente - liscia internamente, protetti meccanicamente da uno strato di materiale inerte.

I cavi elettrici utilizzati per gli impianti ausiliari, quali illuminazione perimetrale, antifurto, etc. saranno posati in opera in cavidotti con tubazioni plastiche in PVC o HDPE con canalizzazioni separate tra linea dati e linee di potenza. Tali tubazioni possono essere condutture per cavi, canaline per cavi, canalizzazioni o pozzi scavati nella struttura di un edificio ecc. L'uscita del cavo dal canale in pvc attraverso il punto di ingresso nelle scatole deve essere protetta meccanicamente con adeguato pressacavo, nel caso di cavo singolo, o da una adeguata guaina semirigida, nel caso di più cavi. Se non diversamente stabilito, le canaline provenienti dal piano di calpestio, saranno protetti alla base da un adeguato collo di protezione.

I cavi all'interno dei locali avranno la possibilità di essere infilati e sfilati dalle tubazioni con facilità e nei punti di derivazione dove risulti problematico l'infilaggio, saranno installate scatole di derivazione, in metallo o in PVC a seconda del tipo di tubazioni, complete di coperchio fissato mediante viti filettate.

2.6 TERMINALI E DERIVAZIONI

Tutte le terminazioni devono essere effettuate secondo le migliori pratiche utilizzando guaine termo restringenti.
Occorrerà garantire il corretto abbinamento dei cavi in alluminio e rame per evitare qualsiasi problema che possono sorgere a causa dei diversi metalli, utilizzando connettori bimetallici in rame/alluminio.
In caso di utilizzo di cavi in alluminio non compatibili con le apparecchiature installate (in termini di rigidità, sezione, ecc) occorrerà fornire scatole di interfaccia per adattare cavi e apparecchiature.
Tutte derivazioni dei vari circuiti devono essere eseguite esclusivamente entro cassette di derivazione e mediante morsetti trasparenti in materiale isolante ed autoestinguente, con serraggio dei cavi tramite vite unica in conformità alle norme CEI.
Le cassette di derivazione impiegate potranno essere:

- Cassette da esterno a doppio isolamento in materiale isolante auto-estinguente (resistente fino a 650°C alla prova del filo incandescente CEI 23-19), con marchio di qualità, in esecuzione IP65, posate a vista a parete/pavimento;
- Cassette da esterno a doppio isolamento in vetroresina, di forma ottagonale, in esecuzione IP54 posate a vista in aree esterne alla cabina.

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo. Le cassette saranno del tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi. Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati.

2.7 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è unico per lato di bassa e media tensione e sarà conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte dei dispositivi di protezioni MT.
I conduttori di terra e di protezione avranno sezione adeguata a sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI. La sezione dei conduttori sarà tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi.

Rete di terra

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da conduttori nudi di rame o in acciaio zincato del tipo per posa nel terreno e dispersori in rame in prossimità delle cabine MT, a cui saranno collegati, mediante conduttori e sbarre equipotenziali in rame. La rete di terra sarà interrata ad una profondità di almeno 0,5m lungo le trincee dei cavi ac. e la sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza.
A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e tutte le masse estranee (recinzione, etc) e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. Le giunzioni fra elementi del dispersore saranno protette contro le corrosioni.

Rete di terra cabine

L'impianto di terra delle cabine sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione non inferiori a 35 mm2 o equivalenti in piattina in acciaio zincato, interrati ad una profondità di almeno 0,7 m, collegati a dispersori in rame infissi al suolo in prossimità degli angoli della rete di terra delle cabine.

Messa a Terra di cabina

Le cabine di trasformazione avranno collegati alla rete di terra della cabina i seguenti elementi:

- il centro stella dell'avvolgimento secondario (neutro);
- le carpenterie metalliche;
- le carcasse dei trasformatori;
- le manopole dei sezionatori;
- i comandi degli interruttori automatici;

- i telai delle finestre e delle porte metalliche;
- i cassoni di contenimento delle apparecchiature.

I suddetti collegamenti faranno capo singolarmente ad un collettore di terra posizionato all'interno della cabina di trasformazione, allo scopo di eseguire le necessarie misurazioni. Saranno montate su bulloni zincati, verniciate in giallo e le connessioni fra le stesse saranno realizzate con saldatura a castorin. L'intero sistema di terra soddisferà alle corrispondenti norme C.E.I. (11-1) con particolare riguardo alle tensioni di passo e di contatto.

Collegamenti equipotenziali

I conduttori di protezione, per i collegamenti ai nodi di terra delle masse metalliche di tutte le apparecchiature e condutture elettriche in AC e di tutte le eventuali masse metalliche estranee accessibili, saranno costituiti da corda di rame flessibile, isolata in PVC giallo-verde, di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22. Saranno costituiti da cavi unipolari facenti parte della stessa conduttura dei conduttori attivi e da anime di cavi multipolari.
Tutti i conduttori di protezione equipotenziale avranno colorazione giallo-verde e la loro destinazione sarà identificata, nei punti principali di connessione, mediante targhette. Detti conduttori in parte saranno contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno dorsali indipendenti comuni a più circuiti.
I morsetti di collegamento alle masse metalliche avranno caratteristiche tali da assicurare un contatto sicuro nel tempo.

Conduttori di terra – Sezioni

La sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza e la sezione sarà adeguata a sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI, tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi.
La sezione dei collegamenti equipotenziali avrà sezione variabile non inferiore a quella indicata dall'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8 che esprime il relativo calcolo nella seguente relazione:

$$S_p = RADQ\ (I_2\ t)\ /\ K$$

dove:

- S_p sezione del conduttore di protezione (mm2),
- I valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

La Norma CEI EN 60439-1 definisce un metodo che permette di stabilire la sezione del conduttore di protezione in funzione della sezione dei conduttori attivi, a condizione che sia utilizzato lo stesso materiale dei conduttori attivi.

Sezione dei conduttori attivi(mmq)	Sezione minima del PE(mmq)
S <= 16	S
16 <= S < 35	16
35 <=S <= 400	S/2
400 <= S <= 800	200
S <= 800	S/4

I conduttori impiegati per collegamenti equipotenziali nelle cabine avranno sezione minima pari alla metà della sez. del conduttore di protezione principale dell'impianto e per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione anche superiore.

3. COMPONENTI OPERE CIVILI

3.1 CABINATI

Saranno installati i seguenti cabinati:
n. 7 cabine di trasformazione BT/MT (dimensioni W x H x D: 19200x2900x2440 mm): cabinati in container in acciaio o ad elementi prefabbricati;
n.1 cabina di ricezione e controllo (dimensioni W x H x D: 33000x4000x6500 mm): cabinato in container in acciaio o ad elementi prefabbricati.
n.1 cabina di stoccaggio materiale (dimensioni W x H x D: 12200x2440x2600 mm): cabinato in container in acciaio o ad elementi prefabbricati.

Il dettaglio delle caratteristiche costruttive e degli elementi elettrici inclusi nei cabinati è esplicitato nei paragrafi della relazione tecnica delle opere elettriche.
Di seguito sono riportate le tipologie e dimensioni fisiche degli elementi:

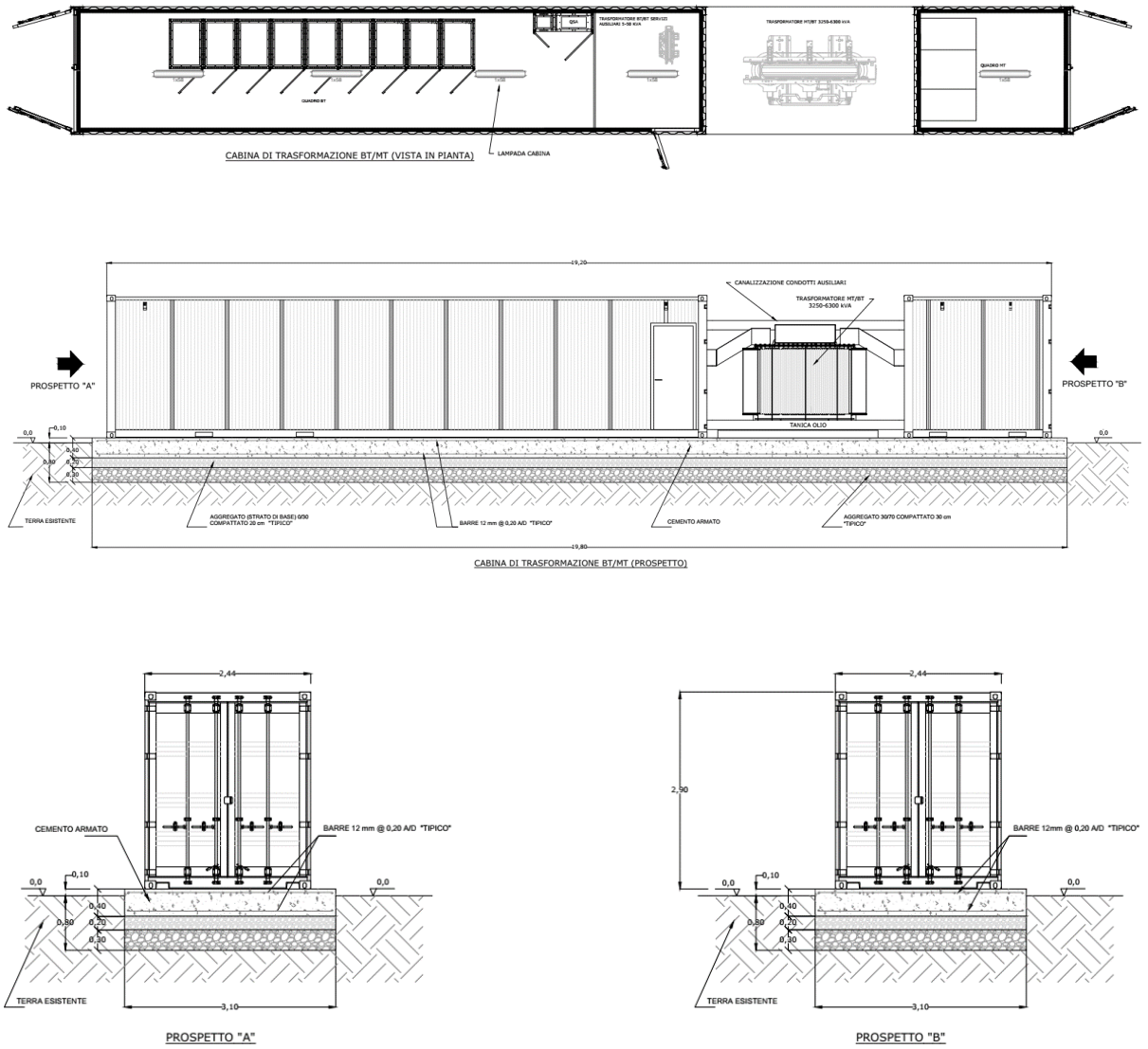


Fig.14 – Cabina di trasformazione BT/MT

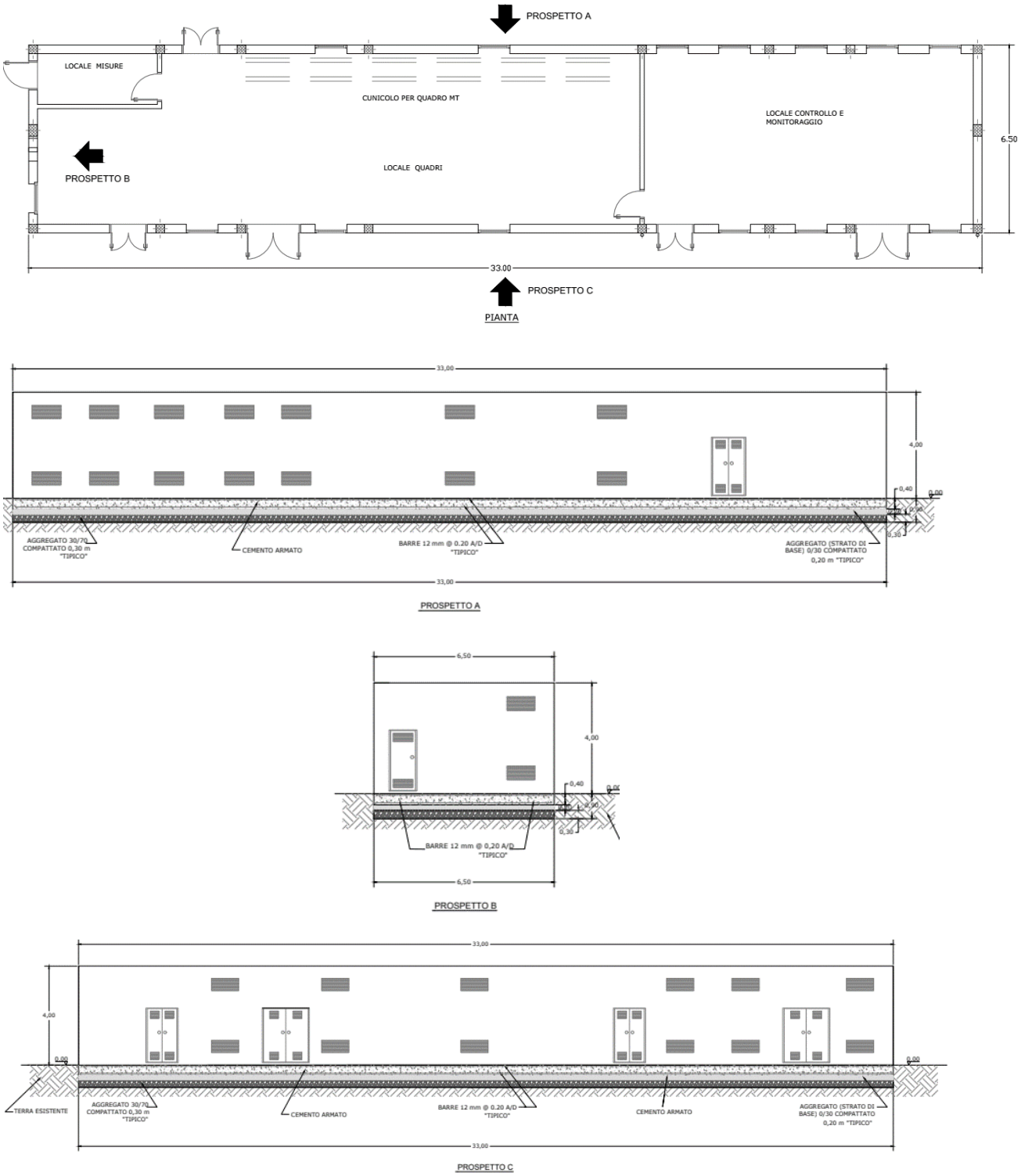


Fig. 15 - Cabina di ricezione

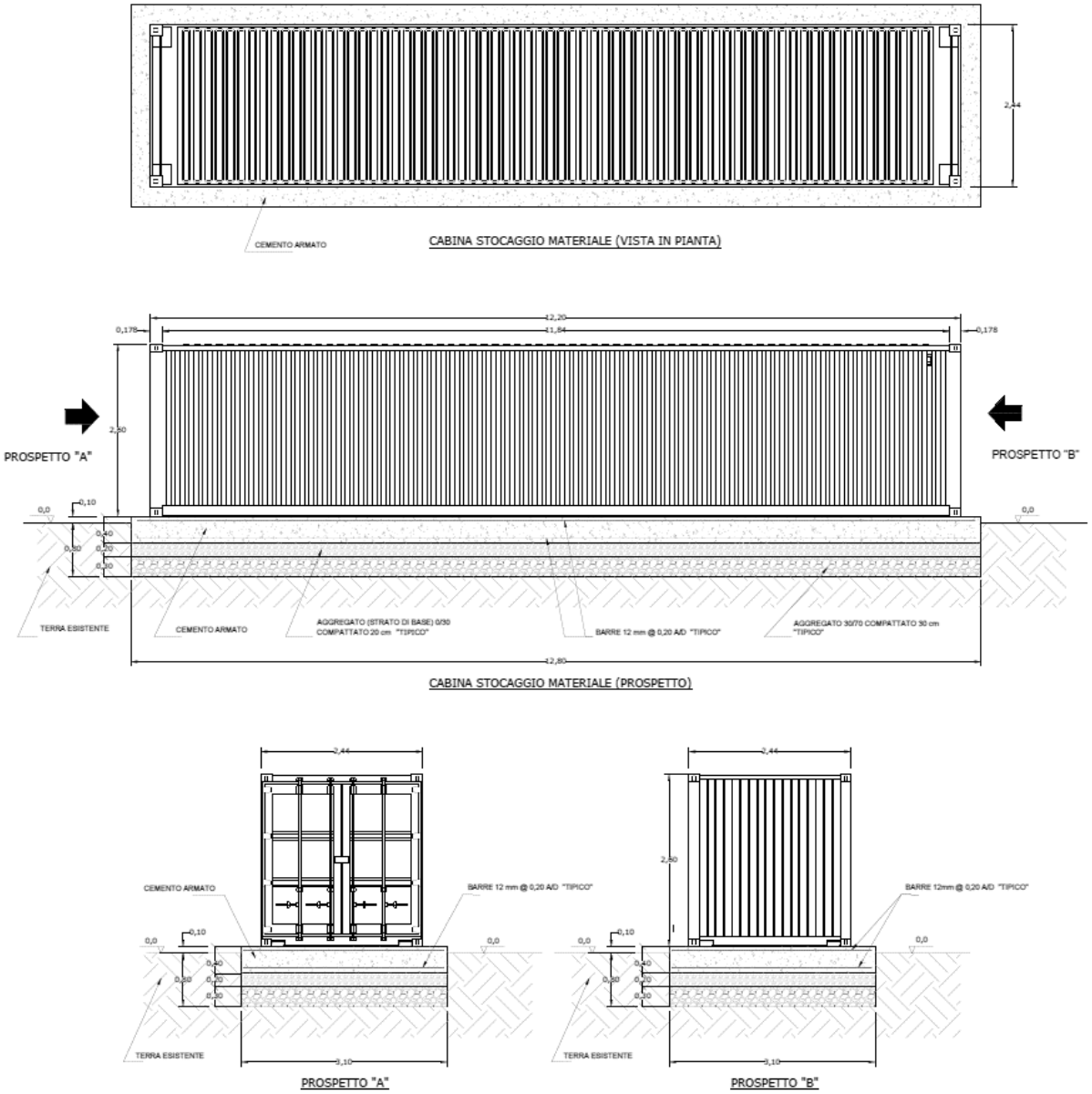


Fig. 16 - Cabina stoccaggio materiale

3.1.1 CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT

Come cabine di trasformazione MT/BT saranno adottate delle soluzioni cabinate a container oppure prefabbricate progettate secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a "regola d'arte" e dalle norme antinfortunistiche vigenti.
È prevista l'installazione di 7 cabine di trasformazione, ciascuna con volumetria lorda complessiva pari a 19200x2900x2440 mm (W x H x D), così composte:

- vano quadri BT;
- vano trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari 5-50 kVA;
- trasformatore MT/BT (installato all'aperto);
- vano quadri MT.

<u>Trasformatore MT/BT</u>

Per poter immettere l'energia elettrica erogata dagli inverter sulla rete di elettrica è necessario innalzare il livello della tensione del generatore fotovoltaico a 30kV.
Per conseguire questo obiettivo si dovranno utilizzare appositi trasformatori elevatori MT/BT.
Verranno installati n.18 trasformatori di elevazione MT/BT della potenza di 3250 kVA.
Tutti i trasformatori MT/BT elevatori saranno a singolo secondario con tensione di 800V ed avranno una tensione al primario di 30 kV e avranno le caratteristiche indicate di seguito:

- tipo in OLIO
- frequenza nominale 50 Hz
- campo di regolazione tensione maggiore +/-2x2,5%
- livello di isolamento secondario 3 kV
- livello di isolamento primario 36kV
- simbolo di collegamento Dy 11
- collegamento secondario stella
- collegamento primario triangolo
- installazione esterna
- grado protezione dell'involucro esterno IP54
- tipo raffreddamento olio minerale
- altitudine sul livello del mare ≤ 1000m
- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- livello scariche parziali ≤ 10 pC.

Quadro MT

Si prevede l'impiego di quadri MT 36kV 16kA di tipo protetto (METAL ENCLOSED), i quadri di progetto sono di tipo modulare in modo da formare quadri di distribuzione e trasformazione per quanto in progetto. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Il quadro elettrico di media tensione, di tipo protetto, sarà costituito dai seguenti scomparti:

- scomparto di arrivo linea, che conterrà il sezionatore generale di linea interbloccato con il sezionatore di terra;
- scomparto di protezione del trasformatore MT/BT;
- scomparto di protezione con interruttore generale sulla ripartenza linea;
- scomparto di misura (ove previsto).

Gli scomparti di protezione saranno dotati di protezione sovracorrenti, costituito da un interruttore tripolare e da un sezionatore di linea, corredato da relè di protezione in corrente (50 e 51, 51N).

Quadro BT

Le linee in corrente alternata alimentate dagli inverter di uno stesso sottocampo, saranno collegate ad un quadro elettrico di bassa tensione installato all'interno del locale di conversione ed equipaggiato con dispositivi di generatore, uno per ogni inverter, e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico. Generalmente si utilizzano interruttori automatici per usi domestici e similari conformi alla norma CEI 23-3 se la corrente di impiego del circuito da proteggere è inferiore a 125 A. Se la corrente del circuito da proteggere è superiore a 125 A si utilizzano interruttori automatici per usi industriali, conformi alla norma CEI 17-5. Se richiesto dal sistema di protezione contro i contatti indiretti, gli interruttori hanno anche un relè differenziale (di tipo AC se l'inverter è dotato di trasformatore di isolamento, in caso contrario di tipo B) la cui corrente differenziale nominale di intervento è coordinata con la resistenza di terra dell'impianto di terra.

Trasformatore ausiliario BT/BT e quadro per i servizi ausiliari

Sono previsti, inoltre, degli scomparti servizi ausiliari in ciascuna cabina di trasformazione MT/BT, all'interno di ognuno dei quali verrà installato un trasformatore ausiliario BT/BT 800/400V da 5-50kVA con il relativo quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei seguenti servizi ausiliari di cabina:

- relè di protezione;
- sganciatori degli interruttori MT;

- relè ausiliari per la segnalazione delle avarie;
- ventilatori;
- datalogger.

Il primario del trasformatore servizi ausiliari sarà protetto da un fusibile abbinato ad un interruttore di manovra sezionatore, mentre per la protezione delle linee di bassa tensione attraverso le quali verranno alimentati i servizi ausiliari, si utilizzeranno interruttori automatici di tipo magnetotermico differenziale, installati in un apposito quadro di bassa tensione denominato "quadro elettrico servizi ausiliari".

3.1.2 CABINA DI RICEZIONE E CONTROLLO

Per la cabina di ricezione sarà adottata una soluzione cabinata a container, oppure prefabbricata, progettata secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a "regola d'arte" e dalle norme antinfortunistiche vigenti.
È prevista l'installazione di una cabina di ricezione con volumetria lorda complessiva pari a 33000x6500x4000 mm, costituita da più vani e saranno costituite dai seguenti elementi:

- quadro di distribuzione di media tensione;
- trasformatore ausiliario MT/BT e quadro per i servizi ausiliari della centrale;

Nelle opere di connessione, è inoltre prevista una cabina di ricezione all'interno di una stazione elettrica 150/30 kV (nuovo punto di raccolta), in cui si installerà, nello scomparto interruttore generale, il dispositivo generale (DG), costituito da un interruttore tripolare e un sezionatore di linea, dotato del sistema di protezione generale (SPG) con relè di protezione 50 e 51, 59N, 67N. La protezione di interfaccia (PI) sarà invece attuata sul lato alta tensione insieme alla protezione generale di impianto e comprenderà le protezioni 27, 59, 81<, 81>, 59N, 50, 51, 51N, 21, 87T, 87L.
Per tutti i dettagli della cabina di ricezione nella stazione elettrica 150/30 kV si rimanda agli elaborati delle opere di connessione.

<u>Quadri di distribuzione MT</u>

Si prevede l'impiego di quadri MT di tipo protetto (METAL ENCLOSED), i quadri di progetto sono di tipo modulare in modo da formare quadri di distribuzione per quanto in progetto, la tensione nominale dei quadri MT sarà 30 kV. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la

sicurezza per il personale. Il quadro elettrico di media tensione, di tipo protetto, sarà costituito dai seguenti scomparti:

- scomparto di arrivo linea
- scomparti partenza linee;
- scomparto di misura (ove previsto);
- scomparto servizi ausiliari.

Lo scomparto di arrivo nella cabina di ricezione conterrà il sezionatore generale di linea interbloccato con il sezionatore di terra.
Lo scomparto di partenza linea conterrà un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, costituito da un interruttore tripolare e da un sezionatore di linea, corredato da relè di protezione in corrente (50 e 51, 50N e 51N, 67N). Da ciascuno scomparto linea, partirà una linea di media tensione in cavo interrato che andrà ad attestarsi sul quadro elettrico di media tensione installato all'interno della corrispondente cabina di trasformazione (nel caso delle cabine di ricezione di campo) o di ricezione di campo.
Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento equipotenziale all'impianto di terra. Saranno protetti da scaricatori contro le scariche atmosferiche.

Trasformatore ausiliario MT/BT e quadro per i servizi ausiliari

È previsto installare nello scomparto servizi ausiliari nella cabina di ricezione, un trasformatore MT/BT da 50kVA con il relativo quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei seguenti servizi ausiliari di centrale:

- relè di protezione;
- sganciatori degli interruttori MT;
- relè ausiliari per la segnalazione delle avarie;
- impianto illuminazione perimetrale;
- impianto di videosorveglianza;
- dispositivo di monitoraggio delle performance;
- dispositivi di comunicazione e dati.

Il primario del trasformatore servizi ausiliari sarà protetto da un fusibile abbinato ad un interruttore di manovra sezionatore, mentre per la protezione delle linee di bassa tensione attraverso le quali verranno alimentati i servizi ausiliari, si utilizzeranno interruttori automatici di tipo magnetotermico differenziale, installati in un apposito quadro di bassa tensione denominato "quadro elettrico servizi ausiliari".
La cabina di ricezione dei campi saranno dotate di locale controllo e monitoraggio, contenente al loro interne le seguenti apparecchiature principali:

- quadro di bassa tensione dei sistemi ausiliari

- rack sistema di videosorveglianza
- rack sistema informatico per comunicazione dati
- postazione operatore
- climatizzatore.
- UPS.

3.1.3 CABINE DI STOCCAGGIO MATERIALE

Per le cabine di stoccaggio sarà adottata una soluzione cabinata a container, oppure prefabbricata, progettata secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a "regola d'arte" e dalle norme antinfortunistiche vigenti.
È prevista l'installazione di una tipologia con volumetria lorda complessiva pari a 12200x2440x2600 mm (W x H x D), costituita da un singolo o più vani interni dove verranno alloggiati all'interno armadi per lo stoccaggio del materiale.

Fig. 17 – Vista interna cabina di stoccaggio materiale

3.1.4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutti sistemi, le apparecchiature ed i materiali dovranno essere in accordo alle normative vigenti nel paese dove devono essere installati.
In particolare, si farà riferimento al Codice di Rete Nazionale; inoltre, gli inverter da installare saranno dotati di caratteristiche tecniche compatibili con le prescrizioni indicate da Terna.
Al momento dell'utilizzo della suddetta specifica di società, l'Appaltatore/Fornitore dovrà verificare la validità di ogni singola norma (ultima edizione disponibile) ed inoltre dovrà verificare l'eventuale emissione di nuove normative alle quali attenersi.
Riferendosi a condizioni normali di progetto e di installazioni, le normative e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono riportate sotto.
Criteri di progetto e documentazione:

- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori

Sicurezza elettrica:

- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- EC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita.
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari.
- CEI EN 60269-2 (CEI 32-4) prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate

Quadri elettrici:

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Scariche atmosferiche e sovratensioni:

- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Dispositivi di potenza:

- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua

- EI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali
- EI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici

Compatibilità elettromagnetica:

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti perle emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti –Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase.
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche -Immunità per gli ambienti industriali

- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche -Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

Energia solare:

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare – Vocabolario
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

Sistemi di misura dell'energia elettrica:

- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparati per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità - Temperatura e umidità elevate

3.1.5 UBICAZIONE E CONDIZIONI AMBIENTALI

Le Cabine Elettriche e tutti i loro componenti associati compresi nello scopo di fornitura, dovranno essere idonei per installazioni all'aperto.
Le condizioni ambientali e le temperature di design da utilizzare per il dimensionamento di tutte le apparecchiature elettriche sono saranno quelle indicate nella progettazione esecutiva.

3.1.6 REQUISITI DI SICUREZZA

Le apparecchiature dovranno essere adeguatamente protette contro il rischio di contatti accidentali con le parti in tensione. Opportune barriere meccaniche e segnalazioni in lingua italiana, dovranno essere previste a totale carico del fornitore, per prevenire i contatti accidentali e segnalare le parti calde o in tensione.

3.1.7 TARGHE

Ogni componente dovrà essere dotato di una targa di identificazione del dispositivo e dovrà essere permanentemente installata sul componente ed in maniera sicura e indelebile.
Dovranno essere posizionate in maniera tale da risultare facilmente leggibile dopo che il componente è stato installato in situ.
Le informazioni contenute saranno specifiche per l'apparecchiatura ed in accordo con i TAG di Progetto e dovranno contenere:

- Marcatura CE
- Norme di riferimento
- Nome e marchio di fabbrica del costruttore
- Numero di identificazione del quadro
- Data di costruzione
- ID di Progetto del Componente
- Eventuali informazioni addizionali richieste dall'Appaltatore o dal Committente

3.1.8 CONTROLLO DI QUALITÀ

Al fine di consentire un prolungato funzionamento del componente in ambiente esterno e salino, la Cabina Elettrica dovrà essere realizzata con un adeguato standard qualitativo.
I materiali e le apparecchiature utilizzati devono rispondere alle norme precedentemente citate ed essere realizzati e costruiti secondo la a regola d'arte, ovvero secondo le Norme CEI di riferimento ed ai sensi della Legge 1 marzo 1968.
Il materiale elettrico specificato nella Direttiva Europea 2006/95/CE dovrà essere costruito conformemente ai criteri di sicurezza contenuti nel testo

di legge e recare le marcature corrispondenti, tra cui la marcatura CE di conformità.
Al fine di garantire ulteriore qualità della fornitura, il fornitore deve essere azienda certificata secondo la ISO 9001.

3.1.9 TEST & ISPEZIONI – VERIFICHE TECNICO FUNZIONALI SUI COMPONENTI

L'Appaltatore dovrà effettuare su ogni singolo componente oggetto della presente fornitura almeno i test riportati nella presente specifica.
Delle seguenti prove dovranno essere forniti i relativi certificati di collaudo:

- controllo a vista;
- prova di isolamento a frequenza industriale;
- prove di tensione sui circuiti ausiliari;
- prove di funzionamento meccanico;
- prove funzionali dei dispositivi ausiliari elettrici;
- prova di corrente di breve durata;
- prova di riscaldamento;
- prova di isolamento;
- prova di tenuta all'arco interno;
- Prove di autonoma degli UPS.

I costi relativi a tutti i test menzionati sono da considerare a totale carico dell'Appaltatore.
La committente o il cliente finale avrà facoltà di presiedere ai suddetti test.
Verrà redatto un Ispection Test Plan (ITP) per tutte le apparecchiature incluse nello scopo di fornitura, in cui verranno riportati i test e le procedure con cui verranno effettuati i Test. L'ITP verrà rilasciato dal fornitore e sottoposto alla committente per revisione o commenti.
Si richiede al fornitore di quotare separatamente, il prezzo unitario, di ogni tipo di test speciali sui componenti al fine di poter essere richiesti ulteriori verifiche sugli apparati se ritenuti necessari.
L'Appaltatore dovrà, inoltre, produrre una dichiarazione di conformità di ogni componente fornito, in mancanza della qual, i componenti non verranno accettati.
Il certificato di Conformità dovrà contenere le seguenti informazioni minime:

- Nome dell'organismo di certificazione;
- Data e numero del Certificato di prova;
- Nome e sede del Costruttore;

- Indicazione della/e norma/e secondo cui sono stati provati i dispositivi (con esplicita esclusione di eventuali prove previste, ma non eseguite);
- Riferimenti del rapporto di prova;
- Nome del laboratorio di prova e Tipo e Numero di accreditamento;
- Durata della Certificazione;
- Riferimento alle Norme Armonizzate: IEC/EN61439; EN50178; EN61000-6-2; EN61000-6-4; Direttiva bassa tensione 2014/35/UE; Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2004/108/CE.

Tutte le prove, i test di funzionamento e performance delle Cabine Elettriche e loro componenti dovranno essere eseguiti nella medesima configurazione della fornitura con le apparecchiature localizzate all'interno del cabinato nelle posizioni definitive.
Il rendimento dell'inverter, dichiarato dal Costruttore, sarà tassativamente verificato e certificato da un Ente Certificatore accreditato, a cura dell'Appaltatore. Il rendimento dichiarato dovrà essere inteso al netto degli autoconsumi.

3.1.10 FASE DI OFFERTA E DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

L'Appaltatore dovrà includere, senza richiesta di alcun sovrapprezzo, lo sviluppo e il rilascio della documentazione di progetto. Tutta la documentazione di progetto dovrà essere fornita in lingua italiana.
Il fornitore dovrà inoltre rilasciare il manuale operativo del componente in lingua italiana.
Dati da fornire:

- schemi elettrici circuitali di cablaggio;
- disegno delle fondazioni del quadro con sistema di fissaggio a pavimento e forature soletta;
- schema unifilare;
- disegno d'assieme con dimensioni di ingombro e pesi statici e dinamici;
- manuale di installazione e manutenzione del quadro;
- manuale di manutenzione ed installazione delle apparecchiature principali;
- certificati di collaudo delle apparecchiature installate.

3.1.11 PARTI DI RICAMBIO

L'Appaltatore dovrà proporre inoltre la lista completa di parti di ricambio per la fase di Commissioning & Start-up.

I componenti andranno quotati separatamente come prezzi unitari e le quantità finali andranno calcolate sulla base delle quantità totali di componenti installati in impianto.
Il fornitore dovrà indicare in un form specifico la lista delle parti di ricambio raccomandate per i primi due anni di manutenzione e di operabilità per la durata utile dell'impianto.

3.1.12 PARTI SPECIALI

L'Appaltatore dovrà fornire una lista dei componenti, durante la fase di offerta, dei componenti speciali e della strumentazione richiesta per l'installazione, i test in situ, il collaudo, la manutenzione e la riparazione delle apparecchiature comprese nello scopo di fornitura.

3.1.13 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE

Restano a totale carico del fornitore i costi di imballaggio e spedizione delle apparecchiature.
La località in cui verrà spedita la fornitura verrà comunicata dal Committente.

3.1.14 INCLUSIONE DELLA FORNITURA

Oltre alle apparecchiature sopracitate, dovranno essere forniti tutti gli accessori di montaggio eventualmente necessari, i supporti di fissaggio, incluso inoltre tutti gli oneri per i materiali di consumo e quanto necessario alla corretta installazione.
Si precisa che tutte le opere di cui alle specifiche seguenti dovranno essere fornite, trasportate, montate, messe in servizio e collaudate dall'Appaltatore, secondo le modalità indicate negli allegati al progetto e nella presente specifica, tenendo presente che dovrà essere cura della stessa Impresa il montaggio a perfetta regola d'arte compreso ogni onere per dare dette opere funzionanti.
Le opere e gli impianti descritti nel presente documento si devono ritenere forniti e posati in opera completi di:

- certificati di prova e di collaudo, pratiche e certificazioni di Enti pubblici e normatori;
- accessori di completamento, tubazioni, canale, passerelle, cunicoli, cavedi, scatole di derivazione, supporti, placche, viti, staffe di montaggio e di fissaggio;
- collegamenti elettrici, meccanici e strutturali;
- realizzazioni di barriera antifiamma e setti separatori antifiamma nelle zone di ingresso cavi dei quadri;
- targhette identificatrici dei cavi e dei componenti l'impianto;

- cartelli monitori;
- opere civili accessorie ed assistenze murarie;
- schemi unifilari, di montaggio, funzionali, morsettiere e tutti gli schemi di dettaglio, rispettando quanto previsto dalle Norme CEI e UNI;
- trasporto ed eventuali autorizzazioni per trasporti eccezionali;
- utilizzo di mezzi speciali per il posizionamento alla quota di installazione;
- quant'altro necessario per dare l'opera completa a regola d'arte e perfettamente funzionante secondo le Norme vigenti.

3.1.15 ESCLUSIONE DELLA FORNITURA

Dalla presente fornitura sono esclusi tutti i cavi di collegamento verso le utenze esterne e quant' altro non specificatamente menzionato.

3.1.16 GARANZIA

Tutte le apparecchiature fornite dovranno essere provviste di una garanzia base a partire dalla data di avvio dell'impianto, se non diversamente specificato nella documentazione per ordine e concordato con il Committente, oltre ad una durata di vita utile pari almeno alla durata dell'impianto. L'Appaltatore dovrà sostituire in breve tempo qualsiasi parte difettosa a causa di materiali poveri, inadeguata progettazione o produzione o qualsiasi azione/omissione del fornitore che si è verificata nel corso della consegna.
Tutte le garanzie sopra descritte sono a carico dell'Appaltatore.

3.2 BASAMENTI E OPERE IN CALCESTRUZZO

Verranno realizzati dei basamenti in calcestruzzo con scavo di profondità mediamente intorno a 80-90 cm e comunque non superiore a 1,2 m.
I basamenti in calcestruzzo comprenderanno:

- basamenti dei cabinati (cabine di trasformazione BT/MT e cabina di ricezione);
- plinti di fondazione dei pali della illuminazione e videosorveglianza perimetrale: conglomerato cementizio per formazione di blocco di fondazione per pali, con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a Rck 20 N/mm2; con formazione di foro centrale (anche mediante tubo di cemento rotocompresso o PVC annegato nel getto) e fori di passaggio dei cavi.
- basamenti di rinforzi dei pali della recinzione perimetrale

3.3 POZZETTI E CAMERETTE

L'impiego di pozzetti o camerette sarà limitato ai casi di reale necessità, per facilitare la posa dei cavi lungo percorsi tortuosi o per migliorare ispezionabilità dei giunti; saranno posizionati nei pressi delle cabine per consentire l'accesso dei cavi interrati alle condutture in ingresso alle cabine; saranno altresì posizionati nei pressi dei pali di illuminazione/video sorveglianza al fine di consentire lo smistamento delle condutture ai dispositivi localizzati nelle immediate vicinanze.
I pozzetti saranno realizzati in cemento con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a Rck 20 N/mm^2, con fondo aperto formato con misto granulometrico per uno spessore di 20 cm, al fine di evitare il ristagno dell'acqua all'interno. Le coperture saranno chiusini prefabbricati in cemento armato prefabbricato o materiale di caratteristiche adeguate (policarbonato, acciaio, etc).
In fase di realizzazione dei pozzetti e relativa collocazione dei cavi occorrerà tener presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine; quindi, i fori devono essere dotati di adeguati colletti e condutture guida;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

3.4 DRENAGGI E REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Non si rileva necessità di un sistema di regimentazione delle acque, in quanto la superficie dell'impianto fotovoltaico sarà quasi totalmente permeabile. Le strutture di fissaggio moduli saranno tali da non ostacolare il normale deflusso delle acque superficiali, e le cabine creeranno un impedimento sostanzialmente minimo. Le strade saranno realizzate in materiale inerte drenante, per cui sarà garantita il normale scorrimento delle acque superficiali.
In ogni caso, nella eventualità in cui le proprietà drenanti della viabilità interna o delle aree di installazione delle cabine non riescano a far fronte a una regimentazione delle acque di fronte ad eventi meteorici di significativa importanza, un sistema di regimentazione può essere integrato al lato della viabilità interna e/ perimetrale e/o in prossimità delle cabine per mezzo della costruzione di cunette drenanti realizzate effettuando uno scavo a sezione ristretta, di tipo aperto o rivestito con geo tessuto e riempito con stabilizzato di piccola pezzatura.

3.5 OPERE DI VERDE

Saranno eseguite le seguenti opere:

- Inerbimento del terreno nudo: semi, formato da un miscuglio di varietà diverse (composizione in peso: 20% Poa pratensis, 10% Lolium perenne cv. Sirtaky, 35% Festuca arundinacea cv. Silver Hawk, 35% Festuca arundinancea cv. Prospect Green), fertilizzazione alla semina con Concime NP 7-16 CaO Zn C ed insetticida antiformiche.
- Piantumazione fascia arborea di protezione e separazione, con la messa a dimora di specie arboree, arbustive e cespugliose autoctone.
- Installazione dell'impianto di irrigazione fascia arborea, mediante impianto automatizzato e temporizzato, composto da una tubazione in polietilene ad alta densità o polivinile atossico, comprensivo di raccorderia, irrigatori, valvole ed innesti rapidi.

3.6 RECINZIONE PERIMETRALE

L'area su cui sorgerà l'impianto fotovoltaico sarà completamente recintata con una recinzione altezza pari a ca. 2,25 ml dal terreno di circa 15 cm come misura di mitigazione ambientale adoperata allo scopo di consentire il passaggio della piccola fauna terrestre.

3.6.1 SPECIFICA TECNICA

La recinzione sarà realizzata in rete a maglia metallica plastificata 5 x 5 cm con filo con diametro 2,5 mm, con vivagni di rinforzo in filo di ferro zincato e sarà fissata al terreno con pali verticali di supporto in acciaio zincati, realizzati a sezione a T 40x40x4.5 cm, infissi nel suolo a 60cm con rinforzi in cls distanti gli uni dagli altri 2.5 ml.

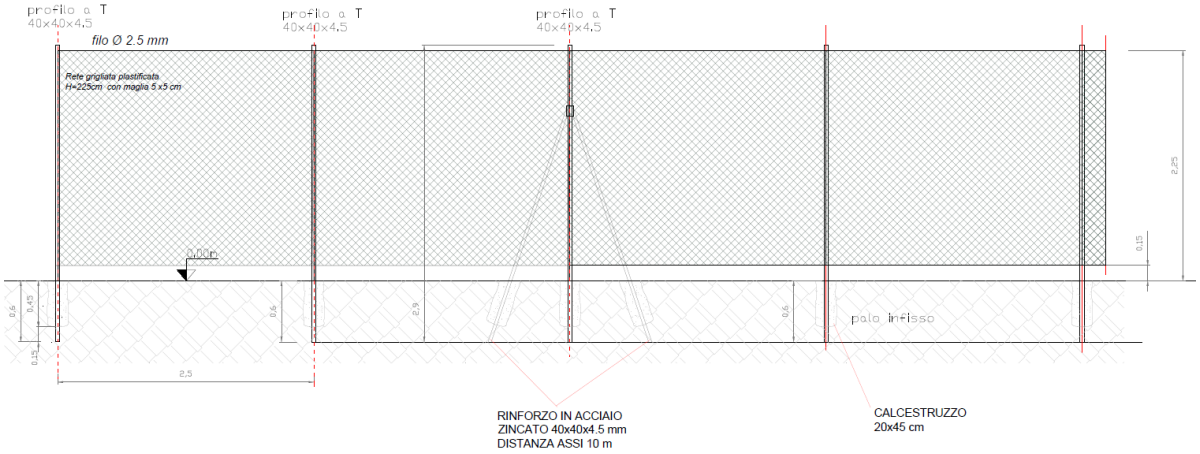


Fig. 18 – Particolare della recinzione

L'accesso all'area sarà garantito attraverso un cancello a doppia anta a battente di larghezza pari a 5 m, idoneo al passaggio dei mezzi pesanti. Il cancello sarà realizzato in acciaio zincato a caldo con supporti in acciaio 15 x 15 cm e fissato su trave di fondazione in cemento armato.

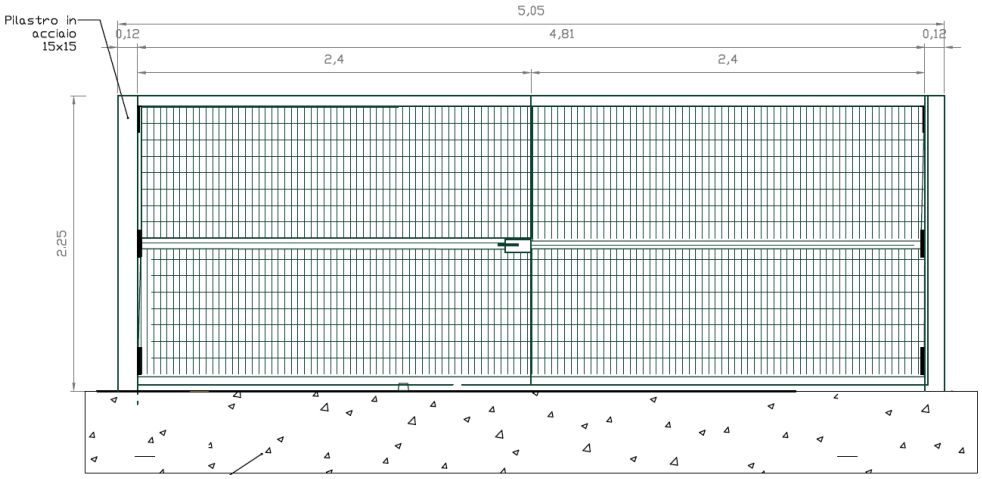


Fig. 19 – Cancello carrabile

3.6.2 CANCELLO DI ACCESSO

È prevista l'installazione di cancelli di accesso all'impianto che dovranno essere marcati CE. Il cancello dovrà avere le medesime caratteristiche anti-scavalcamento/effrazione delle recinzioni in cui sono inseriti.

3.6.3 CANCELLI PEDONALI

Nel caso fosse prevista l'installazione di cancelli pedonali questi devono avere le seguenti caratteristiche.
I cancelli pedonali, ad azionamento manuale e provvisti di serratura rispondente a norma EN 1303-2005 (cilindro europeo), saranno installati in corrispondenza del cancello/i carraio.
I cancelli dovranno avere le medesime caratteristiche anti-scavalcamento/effrazione delle recinzioni in cui sono inseriti. I cancelli saranno realizzati mediante:

- Pannello: il tamponamento è possibile con qualsiasi tipologia di recinzione (recinzioni a lamelle escluse). Il materiale dovrà essere acciaio del tipo S 235 JR UNI EN 10025:2005, rifinito mediante zincatura a caldo UNI EN ISO 1461:1999 e verniciato con polveri poliestere su materiale zincato a caldo secondo norme UNI EN ISO 146:1999.
- Piantane: il cancello pedonale sarà predisposto utilizzando le piantane del cancello di accesso e della recinzione.

3.7 VIABILITÀ INTERNA

3.7.1 GENERALITÀ

La circolazione dei mezzi all'interno dell'area sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità per il collegamento delle cabine MT/BT, disposte all'interno dell'area sulla quale sorgerà la centrale fotovoltaica al fine di garantire la fruibilità ad esse, e strade per poter accedere alle vele fotovoltaiche per la manutenzione ordinaria e straordinaria.
Per la esecuzione di questa viabilità sarà effettuato uno sbancamento di 30-50 cm, ed il successivo riempimento con un materiale misto cava di cava o riciclato. Le strade avranno una larghezza di 3.5 metri e avranno una pendenza trasversale del 3% per permettere un corretto deflusso delle acque piovane. Il raggio delle strade interne sarà adeguato al trasporto di tutti i materiali durante la fase di costruzione e durante le fasi di O&M.

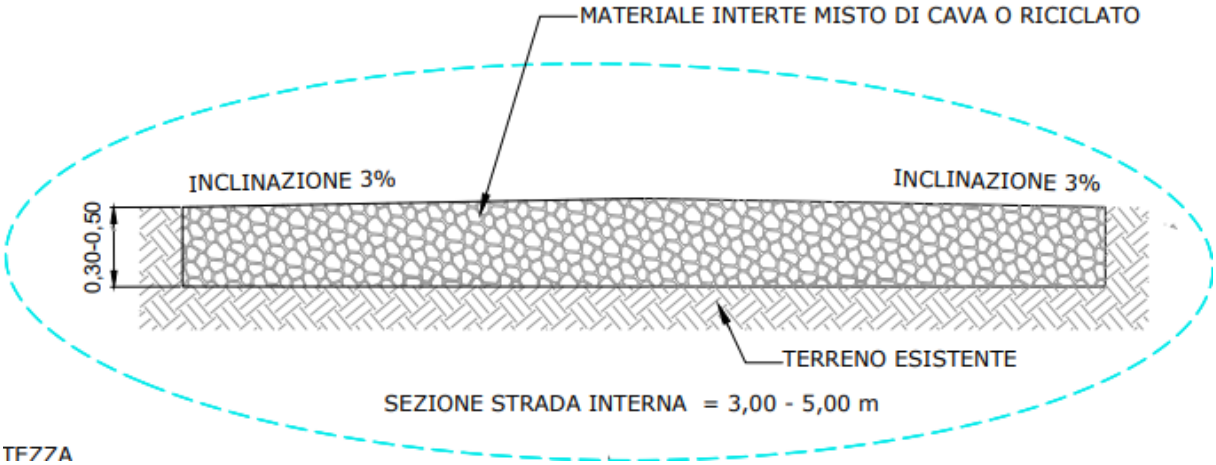


Fig. 20 – Sezione strada perimetrale

La fondazione stradale sarà eseguita con tout-venant di cava, costituiti da materiali rispondenti alle norme CNR UNI 10006 e relativo costipamento 95% della densità AASHO modificata.

3.7.2 PROVE DI QUALIFICAZIONE E ACCETTAZIONE

Per ogni partita omogenea di materiale fornito in cantiere si dovranno prevedere, prima della posa dello stesso, almeno 2 prove di classificazione completa comprensive di:

- Granulometria per via umida (non aerometria)
- Limiti di Atterberg (se possibile eseguirli)
- Prova di costipamento tipo Proctor modificato

Per ogni partita omogenea di materiale, prima della posa dello stesso, la Direzione dei Lavori si potrebbe riservare di richiedere, a carico dell'Impresa se da essa fornito, un'analisi chimica eseguita ai sensi del D.M 471/99 secondo il seguente protocollo analitico indicativo. I limiti di riferimento saranno comunicati in fase di richiesta dell'analisi.

3.7.3 PROVE DI COLLAUDO

A discrezione della Direzione dei Lavori, potrebbe essere richiesta l'effettuazione di 1 prova di carico su piastra ogni 300 m lineari su un tratto della nuova viabilità realizzata.

3.8 SCAVI

Saranno eseguite due tipologie di scavi:

- gli scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna;
- gli scavi a sezione ristretta per la realizzazione delle trincee dei cavidotti MT, BT e ausiliari.

Entrambe le tipologie saranno eseguite con mezzi meccanici o, qualora particolari condizioni lo richiedano, a mano, evitando scoscendimenti e franamenti e, per gli scavi dei cavidotti, evitando che le acque scorrenti sulla superficie del terreno si riversino nei cavi.
In particolare:

- gli scavi per la realizzazione della fondazione delle cabine si estenderanno fino ad una profondità di ca. 80 cm;
- gli scavi quelli per la realizzazione della viabilità interna saranno eseguiti mediante scotico del terreno fino alla profondità di ca. 30-50 cm.
- gli scavi per la realizzazione dei cavidotti avranno profondità variabile in genere tra 0,50 m e 1,00 m;

Il rinterro dei cavi e cavidotti, a seguito della posa degli stessi, avverrà su un letto di materiale permeabile arido (sabbia o pietrisco minuto) su fondo perfettamente spianato e privo di sassi e spuntoni di roccia, e riempimento con materiale permeabile arido o terra proveniente da scavi o da cava, con elementi di pezzatura non superiori a 30 mm, eseguito per strati successivi di circa 30 cm accuratamente costipati.

4. COMPONENTI E OPERE SERVIZI AUSILIARI

4.1 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema sarà dotato di un sistema scada di monitoraggio delle prestazioni energetiche e degli allarmi elettrici, installato all'interno dei cabinati, la cui struttura risponda a condizioni di modularità e di rispetto dei blocchi funzionali fondamentali di cui si compone generalmente un sistema di acquisizione dati.
Il sistema è costituito da uno o più datalogger (in funzione del tipo di dispositivo e dal numero di variabili che dovrà acquisire) con moduli di espansione (sistema elettronico di controllo, di acquisizione e trasmissione dati) in grado di acquisire i dati provenienti dalle seguenti apparecchiature:

- la stazione meteo principale;
- la/e stazione/i meteo secondaria/e (eventuale);
- gli inverter;
- i relè degli interruttori MT;
- i contatti binari (ON/OFF) relativo allo stato degli interruttori dei quadri elettrici MT;
- il contatore di energia;

Permette il monitoraggio locale al servizio degli operatori di manutenzione (con tempi di latenza realtime ridottissimi) e la trasmissione via internet a web cloud con tutte le informazioni acquisiti dal campo fotovoltaico come grandezze elettriche cumulative e di dettaglio delle singole unità di produzione.

Il sistema di trasmissione dei dati per l'impianto in oggetto utilizzerà:

- preferibilmente una comunicazione a onde convogliate attraverso i cavi di potenza degli inverter (al fine di limitare la collocazione di linee dati seriale) o in alternativa con classica comunicazione seriale;
- comunicazione seriale tra i sensori e i datalogger;
- comunicazione in fibra ottica tra le cabine di campo e la cabina di ricezione.

4.2 SISTEMA ANTINTRUSIONE (VIDEOSORVEGLIANZA, ALLARME E GESTIONE ACCESSI)

L'area di impianto sarà completamente recintata e sorvegliata e dotata di un sistema antintrusione che consente di inviare allarmi via web e/o SMS alla rilevazione di una infrazione, costituito dai seguenti sistemi che funzioneranno in modo integrato:

- sistema di videosorveglianza perimetrale
- sistema di allarme e antintrusione a barriere a microonde
- sistema di gestione degli accessi

Il sistema di videosorveglianza registrerà tutti gli eventi di movimenti interni all'area di progetto e di passaggio nei pressi dell'anello perimetrale. È costituito da:

- telecamere fisse con o senza faretti all'infrarosso che permettono il funzionamento 24h/24h posti su pali a una distanza l'una dall'altra di circa 30 metri;
- server per videosorveglianza, videoregistratore, monitor LCD, Armadio rack, cavi rack.

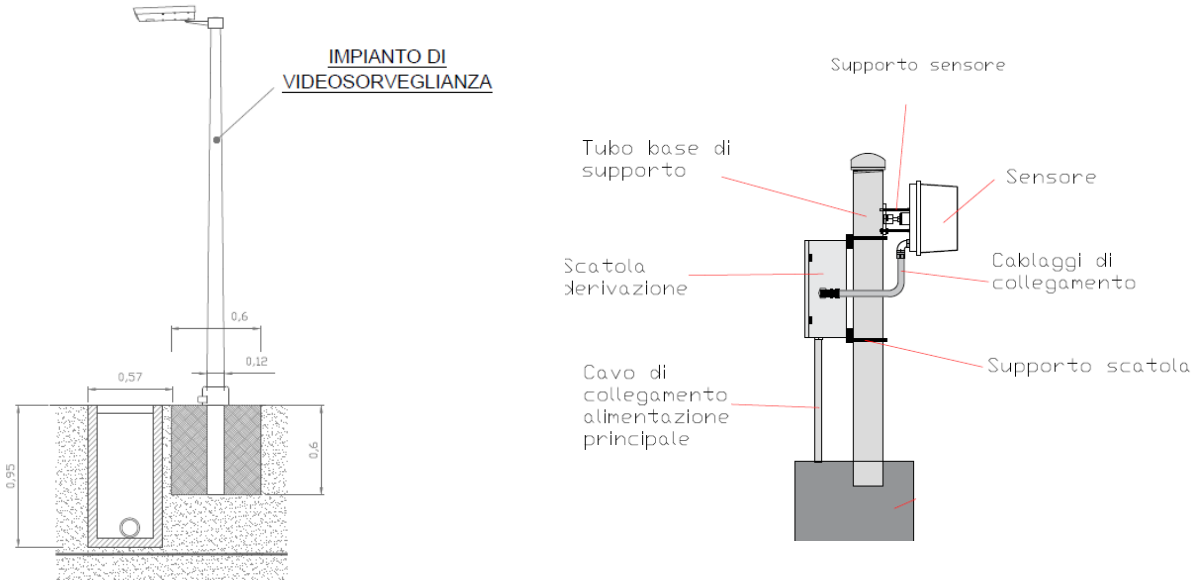


Fig. 21 – Sistema antintrusione

Il sistema di allarme e antintrusione a barriere a microonde rileva l'accesso nell'area dell'impianto ed in prossimità delle cabine.

- barriere a microonde (distanza RX-TX di circa 60 m) da installare lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine;
- centrale antintrusione, DGP in campo installati in adeguati box su palo, lettore di badge, tastiera di gestione, rivelatori volumetrici, rivelatori volumetrici a doppia tecnologia, contatti magnetici, sirena esterna, rilevatori di fumo, pulsante antincendio, cavi bus (RS485), cavi di allarme, cavi di alimentazione, cavi antincendio, batterie, ups, ecc.

Il sistema di gestione degli accesi monitora gli stati degli ingressi del parco fotovoltaico e alle cabine di controllo e sarà implementato con sensoristica a contatti magnetici sui relativi elementi:

- cancello di ingresso
- porte della cabina di controllo

Gli accessi sono gestiti con lettori e schede badge di accesso, al fine di consentire il tracciamento storico degli operatori che hanno accesso e gestiscono nel tempo l'impianto.
I suddetti sistemi di allarme e videosorveglianza potranno essere integrati o sostituiti con altre tecnologie al momento della costruzione.

4.3 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE

Il sistema di illuminazione sarà realizzato in prossimità dell'accesso al parco FV, nei pressi delle cabine e lungo la recinzione perimetrale.
La tipologia costruttiva della illuminazione perimetrale è costituita da palo di illuminazione di altezza fuori terra pari a 3 - 5 m posizionati all'interno dell'area, mentre per le aree nei pressi delle cabine saranno usati dei diffusori in policarbonato con altezza palo di circa un 1 metro.
I corpi illuminanti saranno con lampada a LED 50W 230V-50Hz, con riflettore con ottica antinquinamento luminoso in alluminio e diffusore in cristallo temperato resistente agli shock termici e agli urti, portalampada in ceramica, e ciascuno sarà dotato di propria protezione termica e sezionatore.

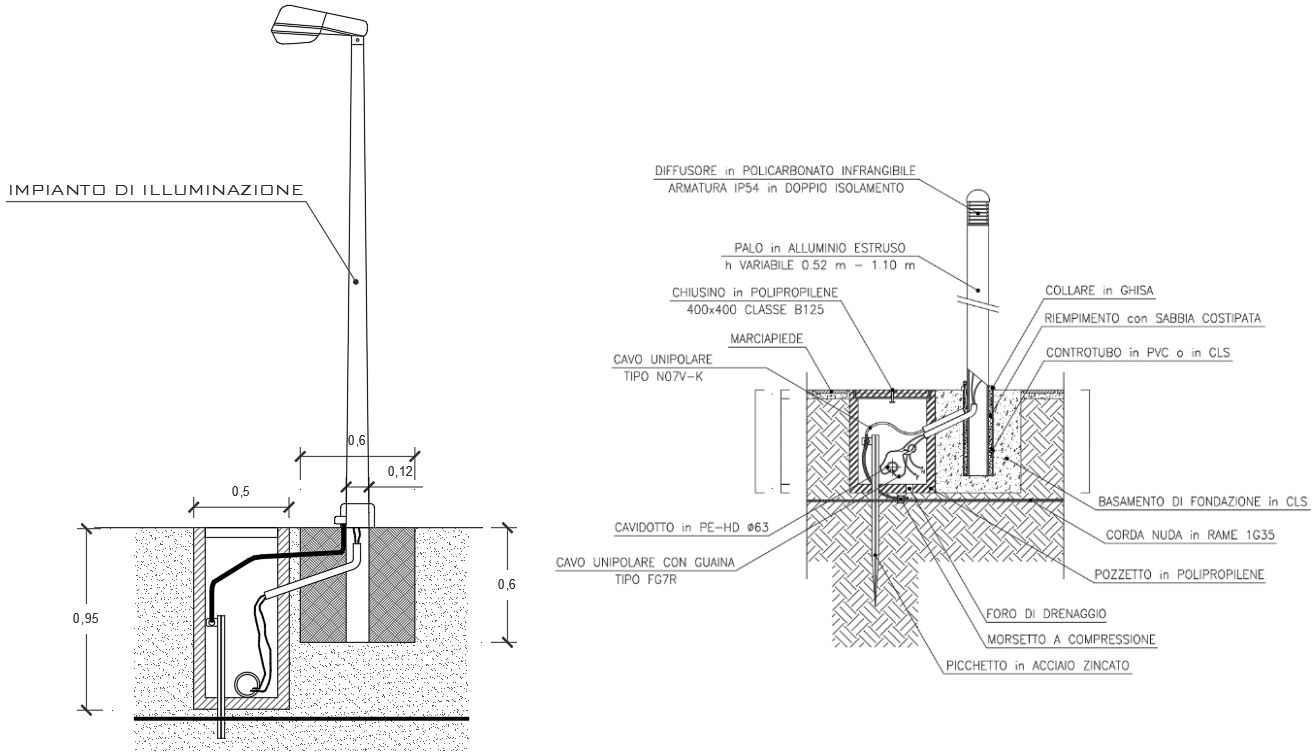


Fig. 22 – Sistema di illuminazione

5. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE

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.

5.2 OPERE GENERALI

5.2.1 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.

5.2.2 VIE DI 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 previ 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.

5.2.3 PONTEGGI E OPERE PROVVISIONALI

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

5.2.4 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.

5.2.5 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.

5.2.6 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.

5.2.7 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 MODATLIÀ ESECUZIONE 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.

5.3.1 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 ravvivatura della superficie; la bulloneria deve essere in acciaio inox ad elevata resistenza.

<u>Collegamenti MT in cavo</u>

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 inciderne la guaina, ad interasse medio di 1 metro; su montanti, pali o paline, devono essere fissati usando materiali amagnetici; mentre 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 Sbancamenti) 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 poliuretanica 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 addottati tutti gli accorgimenti e le opere provvisionali necessarie per evitare, per quanto possibile, incroci o accavallamenti.

Giunzioni dei cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si provvederà alla giunzione di due spezzoni.
Convenzionalmente si definisce "giunzione" la giunzione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo; pertanto, ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.
Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di giunto unipolare per posa interrata di cavi MT di qualsiasi sezione, con isolamento estruso e schermo a fili, grado di isolamento del giunto 36 kV, da realizzare con guaine autorestringenti, montate in fabbrica su tubo di supporto, che assicurino la ricostruzione dell'isolamento e della protezione il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo.

Per ciascun giunto dovrà essere inoltre compresa la fornitura e la posa in opera del "ball- marker" passivo non deteriorabile interrato con codice di riconoscimento a cui si assoceranno le informazioni relative al giunto e di una protezione meccanica da realizzare con tegoli in pvc o in cav e un letto di sabbia in cui annegare il giunto di almeno 20 cm.
Inoltre, l'Appaltatore fornirà le localizzazioni esatte dei giunti su cartografia in scala 1:5000, identificando le coordinate WGS84 corrispondenti. Il tutto eseguito secondo le prescrizioni tecniche di progetto ed a perfetta regola d'arte.

Giunti di interruzione o messa a terra degli schermi

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

- connettori BT,
- cavo N07V-K di sezione minima 16 mm2,
- capocorda per giunzione Cu-Acciaio,
- picchetto a croce in acciaio zincato,
- pozzetto non ispezionabile completo di chiusino da affogare nel terreno 40x40 cm,
- barre di terra in rame da fissare alla parete del pozzetto.

Terminazioni per collegamenti MT in cavo

L'esecuzione delle terminazioni dei cavi MT deve essere fatta esclusivamente da personale specializzato, rispettando rigorosamente le istruzioni del fornitore e quanto previsto dalle norme CEI e dalle prescrizioni del Committente.

Nell'esecuzione dei terminali all'interno delle celle dei quadri MT, l'Appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, normalmente a corredo del terminale, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione e bulloneria, da collegare alle strutture metalliche.

In caso di terminazioni poste in prossimità di TA toroidali, l'Appaltatore deve provvedere a cortocircuitare le trecce flessibili tra loro e a collegare il punto di unione alla terra dello scomparto tramite fornitura in opera di cavo unipolare sez. 1x25 mm² di colore giallo-verde, transitando all'interno del TA. È 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 capicorda con la testa sigillata (non pressata) e senza foro di ispezione, per evitare infiltrazioni d'umidità all'interno del cavo.

Collegamenti MT in conduttore nudo

I collegamenti devono essere realizzati con piatto, corda o tondo di rame di sezione prescritta dal Committente.

Se richiesto dal Committente, le connessioni realizzate, compreso tutti i punti di giunzione/derivazione, devono essere accuratamente isolate con idonee guaine dielettriche termorestringenti, tubolari o nastrate, del colore di volta in volta precisato dal Committente, con idonea rigidità dielettrica.

Le connessioni finite devono presentarsi esenti da sbavature, lacerazioni superficiali, schiacciamenti o altro. Le giunzioni tra conduttori in piatto rame devono essere normalmente realizzate per sovrapposizione e bloccaggio tramite bulloneria in acciaio inox.

Morsetteria per collegamenti MT in conduttore nudo

Per le giunzioni realizzate mediante morse a cavallotti e bulloni e altri elementi di morsetteria a bulloni, il serraggio deve essere eseguito con chiave dinamometrica fino ai valori di coppia indicati dalle tabelle fornite dal costruttore della morsetteria.

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

5.3.2 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 d

egli spezzoni disponibili prima di tagliare da nuove bobine.

La posa dei cavi BT deve avvenire analogamente a quanto prescritto per la posa dei cavi MT nel presente documento.

Collegamenti BT tra quadri ed apparecchiature

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

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

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 GRAFOPLASTo similare);
- numerazione di ciascun conduttore mediante fascette segnafilo (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 morsettiera, utilizzando conduttore flessibile in Cu isolato in PVC, tipo non propagante l'incendio secondo Norma CEI (esempio: CEI 20-22 II sigla N07V-K, rispondente alla tab. DV201, con sezione di 6 mm2 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 PVCed 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 mm². Tali conduttori devono essere posati entro guaine metalliche flessibili ricoperte esternamente con rivestimento in PVC, complete di raccordi che realizzino il collegamento a terra di entrambe le estremità; una di queste deve quindi essere equipaggiata del prescritto connettore volante.

I cavi di tipo telefonico per telesegnali, telecomandi, ecc., si attestano in modo analogo a quanto sopra indicato, salvo l'utilizzo di accessori speciali per le terminazioni; in alcuni casi si rende necessario il bloccaggio meccanico dei singoli cavi prima di eseguire il collegamento elettrico.

Terminazioni a connettore

I cavi da collegare tramite connettori devono essere privati della guaina per una lunghezza variabile, in funzione del grado di mobilità richiesto, di volta in volta, dalle singole terminazioni; i conduttori devono essere quindi protetti con calze isolanti estensibili. I conduttori non utilizzati devono essere isolati singolarmente con guaina termorestringente o morsetto isolante.

I singoli conduttori, privati dell'isolamento all'estremità da connettere, devono essere fissati ai contatti (pin) del connettore con l'ausilio dell'apposita pinza avendo cura di non lasciare scoperte parti di conduttore nudo; i contatti devono essere poi inseriti negli alloggiamenti da rendere attivi e bloccati.

L'eventuale inserimento di componenti elettronici (diodi ecc.) deve essere effettuato garantendone l'isolamento nei confronti degli altri conduttori e verso terra.

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

Morsettiere BT

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

- i morsetti devono essere di tipo componibile, in materiale melaminico, adatti alle sezioni dei conduttori;
- il fissaggio deve essere effettuato su profilato d'appoggio normalizzato;
- la composizione deve anche comprendere separatori, placche d'assemblaggio e altri accessori;
- i morsetti a vite devono presentare un'elevata forza di contatto, elevate caratteristiche dielettriche, resistenza alle correnti superficiali, anigroscopicità ed autoestinguenza, 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 ø 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.

5.3.3 APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Montaggio carpenterie metalliche

I sostegni metallici per il supporto di apparecchiature e/o per l'ormeggio delle linee 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.

Ancoraggi basamenti

I basamenti per le opere elettromeccaniche sono realizzati di norma in calcestruzzo armato, secondo le prescrizioni del Progetto e nel rispetto di

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

Montaggio dei sostegni apparecchiature elettriche

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

Montaggio carpenteria metallica varia di fornitura dell'Appaltatore

Per la realizzazione di elementi vari di carpenteria di sua fornitura l'Appaltatore deve, ove necessario, provvedere ai rilievi dimensionali e se

richiesto dal Committente all'esecuzione del Progetto. Gli elementi forniti dall'Appaltatore devono essere completi di tutti gli accessori necessari per l'assiemaggio e per il fissaggio in opera nel rispetto delle prescrizioni del Committente.

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.

Quadro protetto MT

Il Quadro protetto MT è del tipo descritto nel Progetto; 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;

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.

Telai "RACK" per supporto pannelli

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

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

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

Pannelli di protezione e controllo

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

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

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

Armadi di smistamento cavi

L'installazione degli armadi sui basamenti o pavimentazioni deve essere eseguita mediante tasselli ad espansione per fissaggio pesante (esempio: M8x50) o tramite tirafondi appositamente realizzati. La bulloneria impiegata deve essere tutta in acciaio inox e di fornitura dell'Appaltatore.
Al termine dei cablaggi e ad avvenuta messa in servizio degli armadi, l'Appaltatore, su richiesta del Committente, deve provvedere alla sigillatura dei varchi di accesso di entrata dei cavi BT mediante schiuma ad espansione o materiale similare come sopra specificato.
L'Appaltatore deve, inoltre, provvedere ad eventuali ripristini della verniciatura, qualora venisse danneggiata durante il trasporto e/o posizionamento, mediante vernice di identico colore e tonalità (di norma grigio 7030 della scala RAL).

Apparecchiature c.c.

Raddrizzatori e accumulatori in c.c. (di norma 110 Vcc e 24 Vcc) devono essere di norma tarati e messi in servizio e dotati di certificato di collaudo e di benestare di messa in servizio del fornitore.
Se l'Appaltatore deve provvedere al solo montaggio, deve scrupolosamente seguire tutte le prescrizioni e gli accorgimenti, relativi al montaggio ed alla messa in esercizio delle apparecchiature, riportati sui manuali dei fornitori.

Armadi TPT

L'Appaltatore deve provvedere all'installazione degli armadi TPT secondo schemi e prescrizioni dei documenti contrattuali, e deve provvedere al loro

fissaggio su pavimentazioni o murature di qualsiasi natura, in analogia a quanto prescritto per i Telai "rack".

Batterie

Durante il montaggio delle batterie di accumulatori deve essere posta particolare attenzione nel posizionamento dei vari elementi, onde evitare danneggiamenti ai contenitori o il rovesciamento dell'elettrolita.
La disposizione degli elementi che compongono la batteria a 110 V, deve essere tale da non permettere il contatto contemporaneo con elementi aventi una differenza di potenziale superiore a 50 V.
Dopo il montaggio, la batteria 110 V deve essere sottoposta ad un ciclo di carica di formazione e di equalizzazione.
La presa intermedia deve essere collegata al 45° elemento a partire dal polo positivo della batteria.
I collegamenti fra gruppi di batterie devono essere realizzati con cavo adeguato 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.

5.4 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.

I collegamenti in piatto di rame devono essere ravvivati nei punti di contatto.

I collegamenti in corda di rame devono essere attestati alle strutture delle apparecchiature mediante capicorda, bulloni, o altro, secondo le indicazioni impartite dal Committente; se nel loro sviluppo occorre fissarli a parete, si devono utilizzare graffette di materiale amagnetico ed inossidabile dotate di tasselli ad espansione ad interasse di circa 70-80 cm.

Di norma deve essere evitato che il rame nudo aderisca a superfici metalliche zincate, per non favorire la formazione di processi di ossidazione; allo scopo è consentito il ricorso all'uso di materiale protettivo termorestringente o di verniciatura di colore indicato dal Committente.

I capicorda devono essere del tipo a compressione diritto e a colletto lungo idonei alla corda di rame impiegata. I morsetti bifilari per la giunzione di conduttori devono essere pressati in modo da ottenere la sicura unione delle parti a contatto utilizzando presse e matrici idonee.

Le viti utilizzate in qualsiasi giunzione devono avere doppio dado e rondelle piane.

Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni casi particolari di connessioni di strutture metalliche ed apparecchiature alla maglia di terra.

Collegamenti di terra di 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 nude di rame attestata al terminale di terra dello scaricatore stesso e, all'altro capo, ad un unico nodo, comune per le tre fasi, ove viene anche attestato il collegamento verso l'impianto di terra.
Le corde in rame nudo possono essere bloccate sulle strutture di sostegno purché non si utilizzino materiali magnetici o conduttori. Il collegamento di terra deve essere protetto fino ad un'altezza di 2,50 m dal suolo con tubo in PVC o adeguata canalina isolante da fissare al sostegno dell'apparecchiatura tramite graffette di materiale amagnetico.

Schermi dei cavi MT

All'interno di qualsivoglia scomparto MT, gli schermi dei cavi devono essere collegati a terra come descritto alla parte "CONNESSIONI MT".

All'esterno i collegamenti degli schermi dei cavi devono analogamente essere messi a terra, direttamente utilizzando le carpenterie di sostegno, senza transitare per alcuna altra apparecchiatura.

Collegamenti di terra di apparecchiature BT e varie

Tutte le apparecchiature devono essere connesse ai rispettivi collegamenti di terra predisposti riducendo al minimo possibile le interposizioni di giunti a bullone tramite conduttori adeguatamente dimensionati.

In particolare, all'interno dell'edificio servizi le apparecchiature devono essere connesse al collettore ad anello tramite corda nuda in rame 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.

Tutti gli schermi dei cavi BT devono essere collegati a terra realizzando (all'interno del vano BT delle celle MT) un collettore con piatto rame collegato alla maglia di terra.

Collegamenti alla rete di terra di strutture metalliche varie

Le strutture metalliche devono essere connesse ai collegamenti di terra con contatti elettrici efficienti e sicuri nel tempo.

Gli eventuali fori praticati nella carpenteria per il fissaggio dei conduttori di terra devono essere protetti 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.

5.5 MODATLIÀ ESECUZIONE OPERE CIVILI

5.5.1 SCAVI

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

La profilatura delle sezioni di scavo deve avvenire su terreno originario; quindi, per asportazione e non per riporto di materiale. Gli scavi devono essere di norma eseguiti con mezzi meccanici; solo in casi esplicitamente prescritti e/o autorizzati dal Committente, possono essere eseguiti a mano (per esempio in prossimità di impianti, apparati o cavi anche fuori servizio che potrebbero essere facilmente danneggiati). L'eventuale esecuzione manuale degli scavi, necessaria ove è impossibile l'accesso di mezzi meccanici per impedimenti di natura fisica dei luoghi, per imprevisti, per rischi di elettrocuzione ecc., deve essere preventivamente autorizzata dal Committente.
L'Appaltatore deve predisporre ogni accorgimento ed impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza. In particolare, deve eseguire, con propri criteri e nell'osservanza delle norme vigenti e/o specificatamente impartite dalle Autorità competenti, le opere necessarie a mantenere stabili ed all'asciutto gli scavi, le puntellature, sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare in sicurezza le spinte dei terreni e delle acque di falda, onde garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti.
Ove possibile e previa autorizzazione del Committente, ovvero quando ciò sia necessario in relazione alla natura del lavoro, può essere consentito all'Appaltatore di sostituire le suddette opere di sostegno con la maggiore inclinazione delle pareti purché l'Appaltatore stesso fornisca al Committente idonea relazione di Geotecnico abilitato ed iscritto ad Albo Professionale.
Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

L'Appaltatore deve adottare ogni cautela atta a prevenire smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie smottate ed al ripristino delle sezioni di scavo prescritte dal Committente.
L'Appaltatore può essere tenuto ad effettuare, senza variazioni delle condizioni contrattuali, l'esecuzione di tutti gli scavi per successivi ripiani anziché per fronti a tutt'altezza. Nel caso in cui le condizioni del lavoro lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare le operazioni di scavo e quelle murarie. Il fondo dello scavo deve, di norma, essere adeguatamente compattato.
Qualora sia necessario variare forma e/o dimensioni degli scavi previsti nel Progetto, l'Appaltatore deve preventivamente informarne il Committente e

ottenerne la specifica autorizzazione. L'Appaltatore deve trasportare a discarica i materiali provenienti dagli scavi che ha eseguito; può eventualmente riutilizzarli, a compensazione, per rinterri e riporti. 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.

Scavo di sbancamento

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

Scavo a sezione obbligata

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

Trivellazione Orizzontale Guidata (Horizontal Directional Drilling)

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

- realizzazione di un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; tali aste sono guidate alla quota e nella direzione voluta;
- allargamento del diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti, mediante utilizzo di un opportuno alesatore montato sulla testa di perforazione;
- ripristino finale dei punti di ingresso e di uscita.

Il Directional Drilling è dotato di un sistema di guida e manovra al fondo foro per il controllo ed il direzionamento della perforazione nel sottosuolo, secondo qualsiasi traiettoria.

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, rammenti rocciosi ecc.) o artificiali (fondazioni in cls o muratura interrate, tratti asfaltati e eventuali altre strutture ecc.). Per la prosecuzione dello scavo, i trovanti devono essere ridotti in macroframmenti di dimensioni trasportabili.
Qualora l'Appaltatore rilevi una presenza di trovanti non prevista in Progetto, deve darne tempestiva comunicazione al Committente per effettuarne la misurazione in contraddittorio.
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 effettuarne 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.

5.3.2 CALCESTRUZZI

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 effettuate 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 dovrebbe provvedere al rifacimento di tutte le opere contestate.
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.

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.

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.

Getti

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

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

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

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

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

Programma dei getti

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

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

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

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

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

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

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

Modalità di esecuzione

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

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 ≥ +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 ≤ 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 antievaporanti 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/mm2), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.
II valore limite (5 N/mm2) 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^2)			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800

Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C

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

Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di

impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata.
Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

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

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

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

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

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

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni.
Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.
I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.
I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.
Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

Interruzioni del getto

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

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

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

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza,

abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).
Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore. Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del Direttore dei lavori.

Compattazione

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

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 ≤ 0°C, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:
  - erigere temporanee barriere frangivento per ridurne 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.

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.
È vietato l'uso dei fili di ferro attorcigliati o raggruppati attraversanti il calcestruzzo destinato a restare a contatto con acqua.
La superficie dei casseri deve essere ad ogni impiego accuratamente ripulita e, se del caso, trattata per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e liscia.
Sono da curare in modo particolare i giunti fra i singoli elementi, per evitare la fuoriuscita della malta. Il Committente ha facoltà di ordinare casseri per paramenti a vista atti a fornire una superficie del getto perfettamente liscia, tale da non presentare una scabrezza superiore a quella di un normale intonaco civile e priva di tracce di liquidi disarmanti o simili.
Il disarmo dei getti deve essere eseguito nel rispetto delle norme di legge e delle prescrizioni del Committente.
Dopo il disarmo l'Appaltatore deve curare l'asportazione di tutte le sbavature; i rappezzi sono tollerati solo in casi eccezionali e sono eseguiti secondo le prescrizioni fornite a tale scopo dal Committente.
Ove fosse previsto l'uso dell'intonaco, la superficie dei getti deve essere ravvivata subito dopo il disarmo e l'applicazione dell'intonaco deve seguire al più presto.

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.

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 massicciata 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.

6. ACCETTAZIONE DEFINITIVA DELLE OPERE

6.1 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

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).

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.

6.2 CONTROLLI FINALI

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.

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.

6.3 CONSEGNA DELLE OPERE

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.

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:

- 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 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;
- 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 richiusure 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.

6.4 COLLAUDI

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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 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.

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.