

# REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA DA 12,83 MW IN IMMISSIONE SU TRACKER DI TIPO AD INSEGUIMENTO MONOASSIALE

## “VALLERMOSA 2”

### COMUNE DI VALLERMOSA (SU)

#### DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

**Committente:** ENERGYVALLERMOSA2 S.R.L.

**Località:** COMUNE DI VALLERMOSA

CAGLIARI, 07/2023

#### **STUDIO ALCHEMIST**

Ing.Stefano Floris – Arch.Cinzia Nieddu

Via Isola San Pietro 3 - 09126 Cagliari (CA)

Via Semplicio Spano 10 - 07026 Olbia (OT)

stefano.floris@studioalchemist.it

cinzia.nieddu@studioalchemist.it

www.studioalchemist.it



## Sommario

1.	PREMESSA.....	4
2.	DISPOSIZIONI TECNICHE IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	4
2.1	REQUISITI DI RISPONDEZZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI.....	4
2.2	PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI - CAVI E CONDUTTORI -INTERRUTTORI- QUADRI .....	4
2.2.1	I CAVI .....	4
2.2.2	I CONDUTTORI .....	6
2.2.3	CANALIZZAZIONI .....	6
2.2.4	TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE.....	7
2.2.5	POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI.....	7
2.2.6	POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI .....	7
2.2.7	POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONI INTERRATE O NON INTERRATE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI .....	8
2.2.8	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	8
2.2.9	IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI..	9
2.2.10	CABINE DI TRASFORMAZIONE .....	11
2.3	DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	14
2.3.1	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....	14
2.3.2	LUCE RIDOTTA.....	15
2.3.3	ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA E ALIMENTAZIONE DI EMERGENZA .....	15
2.3.4	ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA.....	15
2.3.5	QUADRO GENERALE DI PROTEZIONE E DISTRIBUZIONE .....	16
2.4	ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	16
2.5	ESECUZIONE CON CELLE M.T. E B.T. PREFABBRICATE .....	17
2.6	QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN LAMIERA E IN MATERIALE ISOLANTE .....	17
2.6.1	QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN LAMIERA .....	17
2.6.2	QUADRI DI COMANDO DI GRANDI DIMENSIONI E ARMADI DI DISTRIBUZIONE.....	17
2.6.3	QUADRI DI COMANDO E DI DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE .....	17
2.7	ISTRUZIONI PER L'UTENTE.....	18
2.8	PROVE DEI MATERIALI .....	18
2.9	ACCETTAZIONE .....	18
2.10	INTERRUTTORI SCATOLATI.....	18
2.11	APPARECCHIATURE MODULARI CON MODULO NORMALIZZATO .....	19
2.12	INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE.....	19
2.13	QUADRI DI COMANDO E DI DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE.....	19
2.14	DIMENSIONAMENTO PRESTAZIONI E GARANZIE .....	19
2.15	CARATTERISTICHE DI MASSIMA DELL'IMPIANTO .....	20
2.16	MODULI FOTOVOLTAICI.....	21
2.17	INVERTER .....	22
2.18	STRUTTURE DI SOSTEGNO .....	22
2.19	FONDAZIONI STRUTTURE DI SOSTEGNO.....	23
2.20	ANALISI DEI CARICHI .....	23
3.	MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO.....	25
3.1	MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DEI LAVORI .....	25
3.2	GESTIONE DEI LAVORI.....	25

3.3	ORDINE DEI LAVORI .....	25
3.4	VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI .....	25
3.5	VERIFICHE PROVVISORIE A LAVORI ULTIMATI.....	26
3.6	ESAME A VISTA .....	26
3.7	VERIFICA DEL TIPO E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO E DELL'APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE.....	27
3.8	ART. 8 VERIFICA DELLE STABILITÀ DEI CAVI .....	27
3.9	ART. 9 MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO .....	27
3.10	ART. 10 MISURA DELLE CADUTE DI TENSIONE.....	28
3.11	ART. 11 VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CORTO CIRCUITI E I SOVRACCARICHI .....	28
3.12	ART. 12 VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	28
3.13	ART. 13 VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE .....	29
3.14	ART. 14 NORME GENERALI COMUNI PER LE VERIFICHE IN CORSO D'OPERA, PER LA VERIFICA PROVVISORIA E PER IL COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI .....	29
4.	OPERE CIVILI.....	30
4.1	GENERALITÀ .....	30
4.2	DEFINIZIONI.....	30
4.3	DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO.....	31
4.4	SCAVI .....	31
4.5	SCAVI DI SBANCAMENTO .....	33
4.6	SCAVI DI FONDAZIONE .....	33
4.7	RINTERRI E/O BONIFICHE .....	34
4.8	SISTEMAZIONE SUPERFICIALE .....	34
5.	SICUREZZA NEI CANTIERI .....	35
5.1	NORME DI SICUREZZA GENERALI.....	35
5.2	CUSTODIA DEL CANTIERE .....	36
5.3	CARTELLO DI CANTIERE.....	36
6.	NORME FINALI .....	36
6.1	ONERI ED OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE .....	36

## 1. PREMESSA

La presente relazione fa parte del progetto esecutivo “**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA DA 12,83 MW IN IMMISSIONE - TIPO AD INSEGUIMENTO MONOASSIALE – COMUNE DI VALLERMOSA (SU)**”

L'intervento contempla la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale in immissione pari a **12.831,84 Kw** di picco per la produzione di energia elettrica posato sul terreno livellato mediante l'installazione di inseguitori solari.

Il presente progetto è sottoposto a VIA – Valutazione di Impatto Ambientale.

La società proponente del progetto è la **ENERGYVALLERMOSA2 S.R.L.**, con sede legale Via Pantelleria 12, Cagliari (CA), Codice Fiscale: **04070210929**, di proprietà di **Alchemist SRL** che opera nel settore della progettazione di impianti per lo sfruttamento delle energie rinnovabili.

## 2. DISPOSIZIONI TECNICHE IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Nei seguenti paragrafi sono riportate le disposizioni tecniche per un impianto agrivoltaico, la qualità dei materiali, il modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro, le verifiche e ordine da tenersi nell'andamento dei lavori e le norme per l'esecuzione dei lavori.

### 2.1 REQUISITI DI RISPONDEZZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte. Conformemente al Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle Leggi e ai Regolamenti vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta definitivo e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni delle Autorità Locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda locale distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della Telecom Italia o dell'Azienda che effettua il servizio telefonico;
- alle prescrizioni delle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

### 2.2 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI - CAVI E CONDUTTORI -INTERRUTTORI- QUADRI

#### 2.2.1 I CAVI

- a. *Isolamento dei cavi:* i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;
- b. *colori distintivi dei cavi:* i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL. In particolare, i

*conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo verde. I conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori nero, grigio (cenere) e marrone;*

- c. *sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse: le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:*
- 0,75 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e telecomando;
  - 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
  - 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
  - 4 mm<sup>2</sup> per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW;
  - 6 mm<sup>2</sup> per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW e inferiore o uguale a 6kW.
- d. *sezione minima dei conduttori neutri: la sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame).*
- e. *sezione dei conduttori di terra e protezione: la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 1, tratta dalla tab. 54F della norma CEI 64-8.*
- f. *propagazione del fuoco lungo i cavi: i cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione della norma CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso, nel quale sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alla norma CEI 20-22.*
- g. *provvedimenti contro il fumo: se i cavi sono installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti a impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38;*
- h. *problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi: qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi e i medesimi siano frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo la norma CEI20-38.*

<i>Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio</i>	<i>Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</i>	<i>Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</i>
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

Fig. 1: Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase (Sezione minima dei conduttori di protezione).

## 2.2.2 I CONDUTTORI

*Sezioni minime dei conduttori di terra:* i conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nella norma CEI 64-8, Art.543.1., e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab.1, con i minimi indicati nella seguente tabella:

	<i>Protetti meccanicamente</i>	<i>Non protetti meccanicamente</i>
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato
Non protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato	

Fig. 2: Protezione cavi

Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente. In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'Art.543.1.1 della norma CEI 64-8.

1. Tabella 2: ripresa dalla norma CEI 64-8, IV ed. - tab. 54F.

## 2.2.3 CANALIZZAZIONI

I conduttori, tranne che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Tali protezioni possono essere costituite da: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.

Negli impianti industriali, il tipo di protezione dovrà essere concordato di volta in volta con la Committenza.

#### **2.2.4 TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE**

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni della norma CEI 23-17.

Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche idonee per sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.

Le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici, in particolare, devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

#### **2.2.5 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI**

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo di seguito descritto: sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costruire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (o i cavi) senza premere e senza farlo affondare artificialmente nella sabbia. Stendere quindi, un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno 15 cm più il diametro del cavo (o maggiore, nel caso di più cavi).

#### **2.2.6 POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI**

Come stabilito nel presente Capitolato, i cavi saranno posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dalla Committenza;
- entro canalette di materiale idoneo, ad esempio cemento (appoggio ugualmente continuo), tenute in sito da mensoline in piatto o in profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente su ganci, grappe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o in profilato d'acciaio zincato, ovvero in materiali plastici resistenti all'umidità o ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento tra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, onde garantire la libera circolazione dell'aria.

L'Appaltatore, a questo riguardo dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dalla Committenza, sarà di competenza dell'Appaltatore soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e i mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) si dovrà tenere conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70.

I cavi, ogni 150,200 m di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

### **2.2.7 POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONI INTERRATE O NON INTERRATE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI**

Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.

Per la posa interrata delle tubazioni, al contrario, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il rinterro ecc.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore a 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'inserimento dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate e apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette verrà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia, per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa se in rettilineo;
- ogni 15 m circa se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro. Verrà precisato, in sede di appalto, se spetti alla Committenza la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, l'Appaltatore dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc.

### **2.2.8 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori devono essere protette contro i contatti indiretti. Infatti esse sono normalmente non in tensione ma, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).



Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegate tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico stesso.

## 2.2.9 IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

### Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale), che deve soddisfare le prescrizioni della vigente norma CEI 64-8. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprenderà:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TN il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

### Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi, coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.

Questo tipo di protezione necessita dell'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione  $R_s \leq 50/I_s$  dove  $I_s$  è il valore in ampere della corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata; coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione  $R_t \leq 50/I_d$  dove  $I_d$  è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

### **Protezione mediante doppio isolamento**

La protezione contro i contatti, indiretti in alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione, vale a dire apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione attuata mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

### **Equalizzazione del potenziale**

Si deve effettuare l'equalizzazione del potenziale collegando fra loro e al conduttore di protezione o al conduttore di terra dell'impianto tutte le masse metalliche accessibili in un locale o in un gruppo di locali (norma CEI 64-4, artt. 3.3.01-3.3.02-3.3.03).

I conduttori equipotenziali devono fare capo a un nodo collettore equipotenziale o a un conduttore di rame della sezione di 16 mm<sup>2</sup>, disposto ad anello senza giunzioni, quale collettore lungo il perimetro del locale.

Il nodo collettore equipotenziale o l'anello devono essere collegati al conduttore di protezione.

### **Protezione delle condutture elettriche**

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma CEI 64-8. In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) e una corrente in funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f = 1,45 * I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione  $I^2t \leq K^2s^2$ .

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante,  $I^2t$ , lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

## 2.2.10 CABINE DI TRASFORMAZIONE

Le presenti disposizioni valgono per cabine di utente aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione massima primaria di 30 kV;
- potenza di circa 100 kVA a circa 10.000 kVA massimi;
- installazione all'interno.

Le apparecchiature e le installazioni occorrenti, oltre a soddisfare i requisiti di seguito esposti, dovranno corrispondere alle prescrizioni in materia di infortuni sul lavoro.

### **Strutture murarie**

Le opere in muratura e in particolare la costruzione edilizia della cabina sono incluse nell'appalto.

Il pavimento dovrà trovarsi a un livello superiore rispetto a quello stradale, onde evitare infiltrazioni d'acqua. In particolare, va assicurata l'agevole e costante accessibilità della cabina; i trasformatori dovranno poter essere in ogni momento sostituiti, eventualmente con l'ausilio di paranchi.

Le murature perimetrali della cabina saranno o in prefabbricato o in muratura in blocco in modo tale che si verifichi per la struttura un minimo di REI 90.

La porta d'ingresso sarà in policarbonato del tipo unificate ENEL, con apertura verso l'esterno, e, superato un certo sviluppo d'area, dovranno essere installate due porte d'accesso, dislocate in punti diametralmente opposti. Le feritoie per areazione della porta devono essere preferibilmente del tipo retinato.

Per cabine, il solaio portante consentirà un carico non inferiore a 500 kg/m<sup>2</sup> salvo sia necessario proporzionarlo per maggiori carichi, nel caso di speciali macchine che lo richiedano.

Nella parte del pavimento sottostante i trasformatori saranno inseriti i binari di sede per il posizionamento degli stessi.

Verrà fornito dal Committente all'Impresa assuntrice dei lavori elettrici, all'atto della consegna dei lavori il disegno esecutivo delle opere edili della cabina, affinché l'Impresa stessa possa studiare i dettagli della propria installazione.

Sarà compito dell'Impresa installatrice provvedere affinché nelle cabine di nuova installazione non avvengano infiltrazioni di acqua piovana, o, se dovessero avvenire, non abbiano a pregiudicare lo stato e il funzionamento delle apparecchiature; assicurare una conveniente aerazione naturale del locale.

### **Caratteristiche elettriche generali**

- *Tensione primaria in Volt.*  
Dovrà corrispondere al valore della tensione con cui l'Azienda distributrice effettuerà la fornitura dell'energia elettrica 15 kV.
- *Tensione secondaria.*  
It prescelti per la tensione secondaria stellata e concatenata.
- *Potenza totale da trasformare.*

Nel Progetto esecutivo sono forniti tutti gli elementi (ad esempio, natura e utilizzazione dei carichi da alimentare e loro potenza, fattori di contemporaneità, ubicazione dei carichi ecc.) per la determinazione della potenza da trasformare e del relativo fattore di potenza. Lo stesso indicherà inoltre l'eventuale maggiorazione rispetto alle potenze così risultanti, e quindi la potenza effettiva della cabina di trasformazione. In ogni caso la somma delle potenze delle unità trasformatrici non sarà inferiore a 1,2 volte le anzidette potenze risultanti dal calcolo. Essendo potenza totale è superiore a 1000 kVA, saranno disposti due unità trasformatrici.

- *Parallelo di unità trasformatrici.*

Il funzionamento in parallelo delle unità installate in cabina, oltre a dover essere assicurato quanto necessario alle esigenze di tale funzionamento, il frazionamento delle potenze fra le anzidette unità dovrà essere effettuato in modo che il rapporto delle reciproche potenze non sia superiore a 1.

**Caratteristiche delle apparecchiature di media tensione**

L'isolamento dell'apparecchiatura sarà corrispondente al valore normale delle tensioni nominali, pari o superiore a quella della tensione primaria effettiva. Il valore di corrente di corto circuito da considerare per il progetto e le prove deve essere ricavato dalla potenza apparente di corto circuito della rete nel punto di installazione (dato da richiedere all'Azienda elettrica distributrice). In mancanza di dati attendibili al riguardo si possono assumere i seguenti valori:

TENSIONE MASSIMA DI RETE (kV)	POTENZA APPARENTE DI CORTO CIRCUITO (MVA)
7,2 - 12 - 17,5 - 24	500
36	1000

in accordo con le norme CEI 14-4. Non sono consentiti organi di manovra che non interrompano contemporaneamente le tre fasi.

**Disposizioni protezioni di media tensione**

La linea di alimentazione in arrivo è costituita da una terna di conduttori rigidi in cavo di media tensione provvisto di proprio terminale. All'ingresso sarà posta una terna generale di coltelli sezionatori, risalita cavi e scomparto misure. L'interruttore automatico generale sarà equipaggiato con relé di massima corrente e minima tensione omopolare e differenziale ossia 50-51-51N ed eventualmente 67N. Ogni trasformatore sarà protetto indipendentemente, mediante un interruttore di manovra sezionatore con fusibili. L'isolamento del trasformatore dalla rete, in caso di intervento manutentivo, deve essere visibile, perciò l'eventuale uso di interruttori va sempre accompagnato con una terna di coltelli sezionatori, posti a monte. Gli scomparti di MT saranno isolati in gas o a vuoto aventi le seguenti caratteristiche minime o equivalenti.

## RIEPILOGO GENERALE QMT UniMix DY803 – ENEL

### Quadri di media tensione omologati ENEL DY803

Tensione nominale	Un	24 kV
Tensione di prova	U	50 kV
Tensione di tenuta ad impulso	Uw	125 kV
Frequenza nominale	F	50 Hz
Corrente nominale delle sbarre principali	In	400 A
Corrente termica nominale dei sezionatori:		
Interruttori di manovra sezionatori	In	400 A
Sezionatori	In	400 A
Corrente ammissibile nom. di breve durata (x 1s)	lcw	12,5 kA
Corrente di cresta (x 1 s)	lcm	31,5 kA
Tenuta all'arco interno (x 0,5 s)	lcw	12,5 kA

### QMT così composto:

#### **Scomparto Nr. 1**

Rif.to: DY ENEL: DY803/4      Sigla ENEL: **1LE**      Matricola: **16 20 44**  
Q.tà: 1      UNITA' DI LINEA CON COMANDO MOTORIZZATO

#### **Scomparto Nr. 2**

Rif.to: DY ENEL: DY803/4      Sigla ENEL: **1LE**      Matricola: **16 20 44**  
Q.tà: 1      UNITA' DI LINEA CON COMANDO MOTORIZZATO

#### **Scomparto Nr. 3**

Rif.to: DY ENEL: DY803/4      Sigla ENEL: **1LE**      Matricola: **16 20 44**  
Q.tà: 1      UNITA' DI LINEA CON COMANDO MOTORIZZATO

#### **Scomparto Nr. 4**

Rif.to: DY ENEL: DY803/5      Sigla ENEL: **RC**      Matricola: **16 20 72**  
Q.tà: 1      UNITA' RISALITA CAVI

#### **Scomparto Nr. 5**

Rif.to: DY ENEL: DY803/3      Sigla ENEL: **1UT**      Matricola: **16 20 43**  
Q.tà: 1      UNITA' UTENTE

### **Protezione di bassa tensione della cabina**

Questa parte della cabina sarà nettamente separata dalla zona di alta tensione; le linee dei secondari dei trasformatori si porteranno il più brevemente possibile fuori della zona di Media tensione. È vietato disporre di circuiti di bassa tensione sulle griglie di protezione.

a) Linee di bassa tensione. Le linee di bassa tensione saranno in sbarre nude o in cavi isolati, sotto guaina:

- nel caso siano in sbarre nude, queste potranno essere installate in vista o in cunicoli ispezionabili;
- nel caso siano in cavi isolati, sotto guaina, questi potranno essere installati in vista (introdotti o meno in tubazioni rigide) ovvero in cunicoli o in tubazioni incassate.

Preferibilmente, dal trasformatore sarà raggiunto verticalmente un cunicolo a pavimento, per collegarsi al quadro di controllo, misura e manovra;

b) quadro di bassa tensione, di comando, di controllo e di parallelo.

Sarà posto nella cabina, fuori della zona di alta tensione. Per ogni trasformatore, all'uscita in B.T., sarà disposto un interruttore automatico tripolare, un amperometro e un voltmetro. Nel caso di funzionamento in parallelo di più trasformatori, i relativi interruttori di M.T. e di B.T. di ogni trasformatore debbono essere fra loro interbloccati elettricamente, in modo tale che in corrispondenza di ciascun trasformatore in caso di apertura dell'interruttore di M.T. si apra automaticamente anche l'interruttore di B.T. e non sia possibile la chiusura di questo, se quello di A.T. è aperto.

### **Gruppi di continuità**

Al fine di riarmare il D.G. a seguito di interruzione di rete, dovranno essere adottati i gruppi di continuità statici (UPS). I gruppi di continuità se non diversamente indicato dovranno essere installati in linea.

La potenza nominale degli UPS sarà dedotta dalla potenza di esercizio degli utilizzatori alimentati, con un aumento del 15%. La messa a terra e le protezioni degli UPS dovranno essere conformi alle norme CEI 64-8.

a) Convertitore AC/DC (raddrizzatore).

Il convertitore dovrà caricare in tampone la batteria di accumulatori e alimentare l'inverter direttamente a pieno carico. I convertitori potranno essere del tipo esafase o dodecafase. Nel caso di convertitore esafase dovranno essere previsti (a monte degli UPS) idonei filtri in ingresso, onde limitare al 10% il contenuto armonico delle correnti assorbite.

b) Batteria di accumulatori.

In generale, per gruppi di piccola e media potenza, le batterie di accumulatori, saranno del tipo a ricombinazione di gas (batterie ermetiche). Esse dovranno garantire, se non diversamente richiesto, una autonomia di 30 minuti.

c) Convertitore DC/AC (inverter).

L'inverter, tramite un trasformatore e una serie di filtri dovrà effettuare la ricostruzione dell'onda sinusoidale di tensione ed elevarne il valore a quello necessario al funzionamento degli utilizzatori.

d) Commutatore statico e by-pass manuale.

Gli UPS dovranno essere completi di commutatore statico, che consenta di commutare automaticamente il carico, direttamente in rete, in caso di avaria dell'inverter o di sovraccarico. Dovrà essere previsto anche un by-pass manuale per permettere, in caso di interventi di manutenzione, di alimentare il carico da rete, indipendentemente degli UPS. La messa a terra e le protezioni degli UPS dovranno essere conformi alle norme CEI 64-8.

## **2.3 DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**

### **2.3.1 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

Gli apparecchi saranno dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada.

Soltanto negli ambienti con atmosfera pulita sarà consentito l'impiego di apparecchi aperti con lampada non protetta.

Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, la Committenza potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.

### **2.3.2 LUCE RIDOTTA**

Per il servizio di luce ridotta, o notturna, sarà opportuno che l'alimentazione venga compiuta normalmente con circuito indipendente.

### **2.3.3 ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA E ALIMENTAZIONE DI EMERGENZA**

Le alimentazioni dei servizi di sicurezza e di emergenza devono essere conformi alle norme CEI 64-8 e CEI 64-4 in quanto applicabili.

### **2.3.4 ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA**

Questo tipo di alimentazione viene prevista per gli utilizzatori e i servizi indispensabili per la sicurezza delle persone, come, ad esempio computer e/o altre apparecchiature contenenti memorie volatili.

Sono ammesse le seguenti sorgenti:

- batterie di accumulatori;
- pile;
- altri generatori indipendenti dall'alimentazione ordinaria;
- linea di alimentazione dell'impianto utilizzatore (ad esempio dalla rete pubblica di distribuzione) indipendente da quella ordinaria solo quando sia ritenuto estremamente improbabile che le due linee possono mancare contemporaneamente;
- gruppi di continuità.

L'intervento deve avvenire automaticamente.

L'alimentazione dei servizi di sicurezza è classificata, in base al tempo T entro cui è disponibile, nel modo seguente:

- $T = 0$ : di continuità (per l'alimentazione di apparecchiature che non ammettono interruzione);
- $T < 0,15$  s : a interruzione brevissima;
- $0,15$  s  $< T < 0,5$  s : a interruzione breve (ad esempio, per lampade di emergenza).

La sorgente di alimentazione deve essere installata a posa fissa in locale ventilato, accessibile solo a persone addestrate; questa prescrizione non si applica alle sorgenti incorporate negli apparecchi.

La sorgente di alimentazione dei servizi di sicurezza non deve essere utilizzata per altri scopi, salvo che per l'alimentazione di riserva, purché abbia potenza sufficiente per entrambi i servizi, e purché, in caso di sovraccarico, l'alimentazione dei servizi di sicurezza risulti privilegiata.

Qualora si impieghino accumulatori, la condizione di carica degli stessi deve essere garantita da una carica automatica e dal mantenimento della carica stessa. Il dispositivo di carica deve essere dimensionato in modo da effettuare entro 24 ore la ricarica (norma CEI 34-22).

Gli accumulatori non devono essere in tampone. Il tempo di funzionamento garantito deve essere di almeno 3 ore. Non devono essere usate batterie per auto o per trazione. Nel caso in cui si utilizzino più sorgenti e alcune di queste non fossero previste per funzionare in parallelo devono essere presi provvedimenti per impedire che ciò avvenga.

L'alimentazione di sicurezza può essere a tensione diversa da quella dell'impianto; in ogni caso i circuiti relativi devono essere indipendenti dagli altri circuiti, cioè tali che un guasto elettrico, un intervento, una modifica su un circuito non comprometta il corretto funzionamento dei circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza.

Per tale scopo può essere necessario utilizzare cavi multipolari distinti, canalizzazioni distinte, cassette di derivazione distinte o con setti separatori, materiali resistenti al fuoco, circuiti con percorsi diversi ecc.

Per quanto possibile va evitato che i circuiti dell'alimentazione di sicurezza attraversino luoghi con pericolo di incendio; quando ciò non sia praticamente possibile i circuiti dovranno essere resistenti al fuoco. È vietato proteggere i circuiti di sicurezza contro i sovraccarichi.

La protezione contro i corto circuiti e contro i contatti diretti deve essere idonea nei confronti sia dell'alimentazione ordinaria, sia dell'alimentazione di sicurezza, o, se previsto, di entrambe in parallelo.

I dispositivi di protezione contro i corto circuiti devono essere scelti e installati in modo da evitare che una sovracorrente su un circuito comprometta il corretto funzionamento degli altri circuiti di sicurezza.

I dispositivi di protezione, comando e segnalazione devono essere chiaramente identificati e, a eccezione di quelli di allarme, devono essere posti in un luogo o locale accessibile solo a persone addestrate.

Il tipo di lampade da usare negli impianti di illuminazione deve essere tale da assicurare il ripristino del servizio nel tempo richiesto, tenuto conto anche della durata di commutazione dell'alimentazione.

Negli apparecchi alimentati da due circuiti diversi, un guasto su un circuito non deve compromettere né la protezione contro i contatti diretti e indiretti, né il funzionamento dell'altro circuito. Tali apparecchi devono essere connessi, se necessario, al conduttore di protezione di entrambi i circuiti.

### **2.3.5 QUADRO GENERALE DI PROTEZIONE E DISTRIBUZIONE**

Detto quadro deve essere installato nel locale utente e deve avere caratteristiche costruttive idonee ed essere munito di sportello con serratura.

Sul quadro devono essere montati, ed elettricamente connessi, almeno le protezioni e il comando degli impianti descritti di seguito.

## **2.4 ILLUMINAZIONE ESTERNA**

Le lampade illuminanti devono essere alimentate dal quadro di servizi generali. I componenti impiegati nella realizzazione dell'impianto, nonché le lampade e gli accessori necessari devono essere protetti contro la



pioggia, l'umidità e la polvere; salvo prescrizioni specifiche della Committenza, si dovrà raggiungere per gli apparecchi di illuminazione almeno il grado di protezione IP 55 per i gruppi ottici contenenti le lampade.

L'accensione delle lampade deve essere effettuata a mezzo di un interruttore programmatore (orario) con quadrante giornaliero, modulare e componibile con gli apparecchi montati nel quadro elettrico.

## **2.5 ESECUZIONE CON CELLE M.T. E B.T. PREFABBRICATE**

Le celle di M.T. e B.T. prefabbricate dovranno essere conformi alle norme CEI 17-6.

Dovranno essere previsti una serie di interblocchi, a protezione del personale, rispondenti alle norme CEI 17-6. Gli interruttori di manovra e gli interruttori di manovra sezionatori dovranno essere conformi alle norme CEI 17-9/1.

## **2.6 QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN LAMIERA E IN MATERIALE ISOLANTE**

### **2.6.1 QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN LAMIERA**

I quadri di comando devono essere muniti di profilati per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche. Detti profilati devono essere rialzati dalla base così da consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio. Gli apparecchi installati vanno protetti con pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature. I quadri della serie devono essere costruiti in modo tale da poter essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente o in lamiera, con serratura a chiave, a seconda della decisione della Direzione Lavori. IP 43 è il grado di protezione minimo che deve essere comunque adeguato all'ambiente.

### **2.6.2 QUADRI DI COMANDO DI GRANDI DIMENSIONI E ARMADI DI DISTRIBUZIONE**

I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono appartenere a una serie di elementi componibili aventi larghezza e profondità adeguate. Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e deve essere prevista la possibilità di individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature. Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave. Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra. IP 43 deve essere il grado di protezione minimo.

### **2.6.3 QUADRI DI COMANDO E DI DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE**

Negli ambienti in cui la Committenza lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera, si dovranno installare quadri in materiale isolante. Questi devono avere attitudine a non innescare l'incendio al verificarsi di un riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui all' Art.134.1.6 della norma CEI 64-8, e comunque, qualora si tratti di quadri non incassati, devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 °C. Devono essere costituiti da cassette isolanti, con piastra porta apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina, essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque non inferiore a IP 30, nel qual caso il portello deve avere apertura a 180 gradi. Tali quadri devono consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

## **2.7 ISTRUZIONI PER L'UTENTE**

I quadri elettrici devono essere preferibilmente dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili, atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature nonché a individuare le cause del guasto elettrico. L'individuazione può essere effettuata tramite le stesse apparecchiature o a mezzo di dispositivi separati. Qualora il dispositivo abbia una lampada di emergenza incorporata, può essere omessa l'illuminazione di emergenza prevista al successivo comma.

## **2.8 PROVE DEI MATERIALI**

Sarà compito della Committenza indicare preventivamente eventuali prove da eseguirsi, in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese da sostenere per tali prove non saranno a carico della Committenza. Essa si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

## **2.9 ACCETTAZIONE**

I materiali per i quali sono stati richiesti i campioni potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da parte della Committenza.

L'accettazione dovrà avvenire entro 7 giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto.

L'Appaltatore non dovrà porre in opera materiali rifiutati dalla Committenza, provvedendo quindi ad allontanarli dal cantiere.

## **2.10 INTERRUTTORI SCATOLATI**

Al fine di agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 1000 a 3200 A abbiano le stesse dimensioni d'ingombro.

Scegliendo gli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità del servizio.

Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 (norma CEI 17-5) onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e in quella con intervento ritardato per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

## **2.11 APPARECCHIATURE MODULARI CON MODULO NORMALIZZATO**

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibili con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (norma CEI 17-18), a eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi. In particolare:

1. gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6000 A, salvo casi particolari;
2. tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio, trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto 1);
3. gli interruttori con relè differenziali fino a 80 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti 1) e 2), nonché essere del tipo ad azione diretta;
4. gli interruttori magnetotermici differenziali tetra polari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4500 A;
5. il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

## **2.12 INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE**

Nel caso in cui vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di c. c. elevate (fino a 30 KA), gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2.

## **2.13 QUADRI DI COMANDO E DI DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE**

Negli ambienti in cui la Committenza lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera, si dovranno installare quadri in materiale isolante. Questi devono avere attitudine a non innescare l'incendio al verificarsi di un riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui all' Art.134.1.6 della norma CEI 64-8, e comunque, qualora si tratti di quadri non incassati, devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 C. Devono essere costituiti da cassette isolanti, con piastra porta-apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina, essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque non inferiore a IP 40 nel qual caso il portello deve avere apertura a 180 gradi. Tali quadri devono consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

## **2.14 DIMENSIONAMENTO PRESTAZIONI E GARANZIE**

La quantità di energia elettrica producibile deve essere calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla citata norma UNI 10349 e assumendo, come efficienza operativa media annuale dell'impianto, il 85% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico.

L'efficienza nominale del generatore fotovoltaico è numericamente data, in pratica, dal rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kW) e la relativa superficie (espressa in m<sup>2</sup> e intesa come somma della superficie dei moduli).

Qualora le condizioni impiantistiche e di uso dell'impianto agrivoltaico siano tali che possa essere trasferita in rete una potenza maggiore di quella impegnata dal contratto di fornitura, sarà necessario adeguare la suddetta potenza impegnata. Inoltre, l'impianto deve essere progettato per avere:

- una potenza lato corrente continua superiore all'85% della potenza nominale del generatore fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento;

- una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 90% della potenza lato corrente continua (efficienza del gruppo di conversione); e, pertanto, una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 78% della potenza nominale dell'impianto agrivoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento. L'intero impianto deve godere di una garanzia non inferiore a due anni dalla data del collaudo dell'impianto stesso, mentre i moduli fotovoltaici devono godere di una garanzia non inferiore a 12 anni.

## 2.15 CARATTERISTICHE DI MASSIMA DELL'IMPIANTO

Il generatore fotovoltaico deve essere ottenuto collegando in parallelo un numero opportuno di stringhe. Ciascuna stringa, sezionabile e provvista di diodo di blocco, deve essere costituita dalla serie di singoli moduli fotovoltaici. Ciascun modulo deve essere provvisto di diodi di by-pass. Il parallelo delle stringhe deve essere provvisto di protezioni contro le sovratensioni e di idoneo sezionatore per il collegamento al gruppo di conversione. Particolare attenzione deve essere posta nella progettazione e realizzazione del quadro elettrico contenente i suddetti componenti; questo, oltre a essere conforme alle norme vigenti, deve possedere un grado di protezione adeguato alle caratteristiche ambientali del suo sito d'installazione. Il generatore fotovoltaico dovrebbe, preferibilmente, essere gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Il gruppo di conversione deve essere 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 devono essere compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. Il gruppo di conversione dovrebbe preferibilmente essere basato su inverter a commutazione forzata con tecnica PWM, deve essere privo di clock e/o riferimenti interni, e deve essere in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico. Soluzioni tecniche diverse da quelle suggerite (sia per la gestione del generatore fotovoltaico che per il gruppo di conversione) sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti. Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, così come previste dalla citata norma CEI 11-20, sarà di norma integrato nel gruppo di conversione. Dette protezioni, comunque, devono essere corredate di certificazione emessa da un organismo accreditato. Il collegamento del gruppo di conversione alla rete elettrica deve essere effettuato a valle del dispositivo generale della rete di utente. L'impianto, inoltre, deve essere dotato di un'apparecchiatura che visualizzi (preferibilmente mediante un dispositivo elettromeccanico) la quantità di energia prodotta (cumulata) dall'impianto e le rispettive ore di funzionamento. Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa viene ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o parte di essa dovrà essere opportunamente protetta.

## 2.16 MODULI FOTOVOLTAICI

Ogni modulo sarà dotato, sul retro, di n. 1 scatola di giunzione a tenuta stagna almeno IP54 contenente tutti i terminali elettrici ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi; all'interno di ciascuna scatola saranno installati diodi di by-pass e costruiti in conformità alle norme CEI/IEC o JRC/ESTI e TUV. Le caratteristiche costruttive e funzionali sono rispondenti alle Normative CEE, qualificati alle prove effettuate dal Joint Research Centre di Ispra (VA) secondo le specifiche 101 e 503 Rev. 2, IEC 61215, IEC 61730 e certificati dal TUV alla classe II.

I moduli fotovoltaici, in silicio policristallino, devono essere provati e verificati da laboratori accreditati, per le specifiche prove necessarie alla verifica dei moduli, in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Tali laboratori dovranno essere accreditati EA (European Accreditation Agreement) o dovranno aver stabilito accordi di mutuo riconoscimento. È richiesta una integrazione architettonica completa. Si ritiene necessaria una inclinazione dei moduli variabile (considerata nel calcolo sulla base della latitudine e della tipologia di installazione scelte) e un orientamento a sud (standard).

Dovranno essere dichiarate dal costruttore le seguenti caratteristiche minime:

- Celle in silicio poli cristallino;
- Superficie anteriore: lastra di vetro temperato, termicamente precompresso, di spessore tale da resistere alla grandine e consentire la pedonabilità per le opere di manutenzione (Norma CEI/EN 61215 -2005); livello di trasmittanza termica richiesto maggiore del 90%;
- Incapsulamento delle celle: Foglio sigillante in EVA (acetato vinilietilenico);
- Chiusura posteriore: lastra di vetro, o in polivinilfluoruro, Tedlar;
- Cornice: lega di alluminio; sigillatura mediante foglio di poliesteri – hybrid;
- Terminali di uscita: cavi precablati a connessione rapida impermeabile;
- Presenza di diodi di bypass per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento;
- Caratteristiche elettriche: Potenza elettrica nominale in condizioni standard, 1000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM 1,5;
- Efficienza: > 14%;
- Presenza di 3 bus-bar;
- Il decadimento delle prestazioni deve essere garantito non superiore al 10% nell'arco di 10 anni e non superiore al 20% in 20 anni;
- La tolleranza sulla potenza deve essere compresa nel range 0+3%;
- La riduzione dell'efficienza del modulo da 1000 W/m<sup>2</sup> a 200 W/m<sup>2</sup> deve essere al massimo del 7%;
- Caratteristiche meccaniche: Temperatura: -40 ÷ +90° C;
- Garanzia sul prodotto:12 anni;
- Certificazione di Resistenza all' Ammoniaca;
- Certificazione di resistenza alla salsedine secondo la IEC 61701;
- Resistenza temperature estreme: range -40°C + 85 °C.

Si ricorda che è obbligo del produttore fornire i cosiddetti "flash report". Le norme di riferimento per i moduli in materia di conformità e qualità sono:

- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici i silicio cristallino per applicazioni terrestri.

Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

DIN EN 61730: Moduli fotovoltaici – Qualifiche di sicurezza –

Parte 1: Requisiti per il montaggio e Parte 2: Requisiti per la verifica.

- CEI EN 50380: Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

## 2.17 INVERTER

Il/i convertitore/i c.c./c.a.(inverter) utilizzati dovranno essere idonei al trasferimento della potenza dal campo agrivoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature dovranno essere compatibili con quelli del rispettivo campo agrivoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita dovranno essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. Le caratteristiche principali del gruppo di conversione dovranno essere: - commutazione forzata con tecnica PWM (*pulse-width-modulation*), assimilabile a "*sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale*", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza) -rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8 - protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico- conformità marcatura CE - dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione accreditato presso il circuito EA - efficienza europea > 95 %; -varistori in ingresso - controllo isolamento - separazione galvanica - shelter da esterno. Il costruttore del componente dovrà garantire la possibilità di stipulare contratti di estensione della garanzia e/o manutenzione straordinaria annua. L'Aggiudicatario dovrà prevedere adeguato numero ed è libero di offrire prodotti di marche da lui scelte con il vincolo delle caratteristiche tecniche descritte nelle presenti prescrizioni. La protezione contro l'inversione di polarità integrata per la riduzione dei rischi di danneggiamento in caso di errore di cablaggio.

- Alta resistenza al sovraccarico
- Lavorano fino a 6000W per la quasi totalità delle condizioni operative ambientali
- Uscita sinusoidale pura
- Protezione da funzionamento in isola
- Funzionamento in connessione alla rete certificata in conformità alle normative nazionali in vigore.

## 2.18 STRUTTURE DI SOSTEGNO

La struttura dove verranno fissati gli inverter, saranno strutture prefabbricate di tipo barriera new jersey in cemento armato, poggiato direttamente sul terreno. La struttura di sostegno dei pannelli è integrata nel sistema tracker, realizzata in acciaio, con gli appositi alloggi dedicati ai pannelli. La struttura viene fissata a terra impiantando i pali di supporto del tracker, fino ad un metro di profondità.

Per maggiori informazioni si rimanda alla scheda tecnica del tracker.

## 2.19 FONDAZIONI STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le fondazioni delle strutture in oggetto saranno di tipo a gravità posate direttamente sul capping e dimensionate in base alle indicazioni delle prove geotecniche che verranno effettuate sul capping della discarica. La forma sarà di tipo parallelepipedo di dimensioni Lungh.=250 mm Largh.= 60 mm Altezza= 20mm.

## 2.20 ANALISI DEI CARICHI

Si analizza la situazione più sfavorevole dovuta all'azione del vento.

Pressione del vento:  $p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$

dove:

$q_b$  = pressione cinetica di riferimento

$c_e$  = coefficiente di esposizione

$c_p$  = coefficiente di forma

$c_d$  = coefficiente dinamico

### Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 \quad (\text{N/m}^2)$$

La costruzione sorge in zona 5, ad altitudine non maggiore di 750 m, quindi

$$v_{b,0} = v_b = 28 \text{ m/s} \quad a_0 = 750 \text{ m} \quad k_a = 0.015/\text{s}$$

$$\rho = \text{densità dell'aria} = 1.25 \text{ daN/m}^3$$

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 28^2 = 490 \text{ N/m}^2 = 49 \text{ daN/m}^2$$

### Coefficiente di esposizione $c_e$

La costruzione sorge in sito caratterizzato dai seguenti valori:

- classe di rugosità A
- categoria di esposizione IV
- $k_r = 0.22$
- $z_0 = 0.30 \text{ m}$
- $z_{\min} = 8 \text{ m}$

Il coefficiente di topografia  $c_t$  è assunto pari a 1.

Per il calcolo del coefficiente di esposizione  $c_e$ , essendo  $z = 8,00\text{m}$  si ha:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] = 0.22^2 \cdot \ln\left(\frac{8}{0.30}\right) \cdot \left[7 + \ln\left(\frac{8}{0.30}\right)\right] = 1,63$$

### Coefficiente di forma $c_p$

- per uno spiovente piano inclinato di  $\alpha = 30^\circ$ :

$$c_p = \pm 1,2 (1 + \sin\alpha) = \pm 1,8$$

### Coefficiente dinamico $c_d$

In assenza di carichi dinamici si assume  $c_d = 1$

### Calcolo della pressione del vento

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 49 \cdot 1,63 \cdot 1,8 = \pm 144 \text{ daN/m}^2$$

### **Considerazione sui carichi**

Prendiamo in considerazione la pressione cinetica del vento che agisce sulla vela pari a  $\pm 144 \text{ daN/m}^2$ .

Dati di Calcolo:

- dimensioni Modulo (lxPxH) 2102\*1040\*40
- peso del modulo: 24.9 kg
- inclinazione modulo  $55^\circ$

peso complessivo vela con 28 moduli, struttura di sostegno e motori = 1000 kg

### **Analisi dei Carichi**

- Peso proprio Totale: 1000 kg
- Pressione del Vento: 144 daN/m<sup>2</sup>

Si considerano le seguenti azioni per la verifica a ribaltamento:

- Azioni Ribaltanti: pressione del vento sulla sezione di riferimento pari all'area esposta = 30m<sup>2</sup>, parte della vela superiore.
- Azioni Stabilizzanti: peso della struttura più pannelli + pressione del vento sulla sezione di riferimento pari all'area esposta = 30m<sup>2</sup>

Essendoci un vincolo di incastro alla base si considerano compatibili le azioni, che poi dovranno essere riverificate in fase di progettazione esecutiva, con le indicazioni del costruttore del TRACKER allegate.



### **3. MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

#### **3.1 MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DEI LAVORI**

Tutti i lavori, compresi nell'appalto, dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla Direzione dei Lavori, così che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel progetto.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte. L'Appaltatore è, invece pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi.

Salvo preventive prescrizioni della Committenza e del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ha facoltà di svolgere le diverse fasi di lavoro nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte e nel rispetto delle norme di sicurezza e di igiene sul lavoro. La Direzione dei Lavori e il Coordinatore per l'esecuzione potranno, però, prescrivere, ciascuno nell'ambito delle proprie attribuzioni e competenze un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, ma resta impregiudicata la facoltà dell'Appaltatore di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti dalle leggi in vigore.

#### **3.2 GESTIONE DEI LAVORI**

Per ciò che riguarda la gestione dei lavori, dalla consegna sino al collaudo, si farà riferimento alle disposizioni dettate al riguardo dal Regolamento per la direzione, contabilità e collaudazione dei lavori dello Stato e dal Capitolato Generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici, vigenti all'atto dell'appalto. Verifiche e ordine sono da tenersi nell'andamento dei lavori.

#### **3.3 ORDINE DEI LAVORI**

In generale, l'Appaltatore ha facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della Committenza. La Committenza si riserva, in ogni caso, il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi. L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, presenterà alla Direzione dei Lavori, per l'approvazione, il programma operativo dettagliato e distinto per categorie delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell'esecuzione dei lavori.

#### **3.4 VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI**

Durante il corso dei lavori, la Committenza si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti degli stessi, così da poter tempestivamente intervenire nel caso in cui non fossero rispettate le condizioni del progetto. Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere

utile allo scopo sopra accennato. Dei risultati delle verifiche e delle prove preliminari di cui sopra, la Direzione dei Lavori dovrà compilare regolare verbale.

### **3.5 VERIFICHE PROVVISORIE A LAVORI ULTIMATI**

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte della Committenza, questa ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo. In tal caso, però, la presa in consegna degli impianti da parte della Committenza dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi che abbia avuto esito favorevole. Anche qualora la Committenza non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, essa può disporre affinché, dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori, si proceda alla verifica provvisoria degli impianti. È pure facoltà dell'Appaltatore di chiedere che, nelle medesime circostanze, la verifica provvisoria degli impianti abbia luogo. La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni ed, in particolare, dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'esito del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati. Ad ultimazione della verifica provvisoria, la Committenza prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

### **3.6 ESAME A VISTA**

Dovrà essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari relative all'impianto installato. Il controllo dovrà accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

I controlli a vista riguarderanno:

protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere; presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

È opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

### **3.7 VERIFICA DEL TIPO E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO E DELL'APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE**

Andrà verificato che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali. Per cavi e conduttori si controllerà che il dimensionamento sia stato eseguito in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; si verificherà inoltre che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

### **3.8 ART. 8 VERIFICA DELLE STABILITÀ DEI CAVI**

Al fine di controllare la stabilità dei cavi, essi dovranno essere estratti dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive, assicurandosi che tale operazione non provochi danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza totale. A questa verifica prescritta dalla norma CEI 11-11 (Impianti elettrici degli edifici civili), si dovranno aggiungere, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, le verifiche relative al rapporto tra diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, e al dimensionamento dei tubi o condotti. Quest'ultima verifica si dovrà effettuare a mezzo di apposita sfera come descritto nella norma CEI anzi richiamata.

### **3.9 ART. 9 MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO**

Si esegue con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia di circa 125 V nel caso di muratura su parti di impianto di categoria O oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, e di circa 500 V nel caso di misura su parti di impianto di 1 a categoria. La misura andrà effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro e, durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori dovranno essere disinseriti. Essa va riferita a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione. I valori minimi ammessi per le costruzioni sono:

per le costruzioni tradizionali

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.
- per costruzioni prefabbricate:
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

### **3.10 ART. 10 MISURA DELLE CADUTE DI TENSIONE**

La misura delle cadute di tensione va eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova mediante l'inserimento di un voltmetro nel punto iniziale e un altro nel secondo punto: i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione.

Dovranno essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente. Le letture dei due voltmetri verranno eseguite contemporaneamente procedendo poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

### **3.11 ART. 11 VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CORTO CIRCUITI E I SOVRACCARICHI**

Per evitare corto circuiti e sovraccarichi, si dovrà controllare che il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione e che la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

### **3.12 ART. 12 VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Dovranno essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norma CEI 64-8). Le verifiche riguarderanno in particolare:

- a) esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Ossia andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Sarà necessario inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- b) misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che dovrà essere effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
- c) controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale. Per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;
- d) quando è necessario, misure delle tensioni di contatto e di passo, che vengono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati, seguendo le istruzioni fornite dalla norma CEI 64-8;
- e) nei locali da bagno, la verifica della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale e il conduttore di protezione. Tale controllo deve essere eseguito prima della muratura degli apparecchi sanitari.

### 3.13 ART. 13 VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

La verifica tecnico-funzionale dell'impianto consiste nel verificare:

- la continuità tra i moduli;
- la messa a terra di masse e scaricatori;
- il corretto funzionamento dell'impianto agrivoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- la condizione:  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / ISTC$ , ove:

$P_{cc}$  è la potenza in corrente continua (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$

$P_{nom}$  è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico o  $I$  è l'irraggiamento (in  $W/m^2$ ) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$  o ISTC, pari a  $1000 W/m^2$ , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard

la condizione:  $P_{ca} > 0,75 * P_{nom} * I / ISTC$ .

Le verifiche di cui sopra dovranno essere effettuate, a lavori ultimati, dall'installatore dell'impianto, che dovrà essere in possesso di tutti i requisiti previsti dalle leggi in materia, e dovrà emettere una dichiarazione, firmata e siglata in ogni parte, che attesti l'esito delle verifiche e la data in cui le predette sono state effettuate. Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

1. progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
2. dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
3. dichiarazione di conformità ai sensi del D.P.R. 37/08;
4. certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate.

### 3.14 ART. 14 NORME GENERALI COMUNI PER LE VERIFICHE IN CORSO D'OPERA, PER LA VERIFICA PROVVISORIA E PER IL COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI

Per le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza), siano conformi a quelle previste nel presente Disciplinare e cioè a quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Se vi sono al riguardo impossibilità dell'Azienda elettrica distributrice o se la Committenza non intende disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, potranno egualmente aver luogo sia le verifiche in corso d'opera, sia la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori, sia il collaudo definitivo. Il Collaudatore, tuttavia, deve tenere conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione rispetto a quelle contrattualmente previste secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti.

L'Appaltatore è tenuto, a richiesta della Committenza, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti alle misure necessarie per:

- le verifiche in corso d'opera,

- la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori,
- il collaudo definitivo.

Se, totalmente o solo in parte, gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'appalto, spetterà alla Committenza provvedere a quelli di propria competenza qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria a ultimazione dei lavori e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

## **4. OPERE CIVILI**

### **4.1 GENERALITÀ**

Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei proveniente dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali, provenienti dagli scavi, ritenuti idonei in base a quanto precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali per la costruzione dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali, sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito, l'Impresa, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche a quanto è prescritto dall'art 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n.1265 e delle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n.3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D.13 febbraio 1933, n.215 e successive modifiche.

### **4.2 DEFINIZIONI**

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

### 4.3 DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.

Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati. La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

### 4.4 SCAVI

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

- a) Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa.

Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto.

Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

- b) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'impresa).
- c) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
- d) Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).
- e) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.
- f) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.  
In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.
- g) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa: il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità. Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc. Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti. Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.
- h) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa, e sotto il controllo della D.L.. I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente. Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo. I materiali, che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L.(ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente. L'Impresa, a



sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica.

#### 4.5 SCAVI DI SBANCAMENTO

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- spianamento del terreno;
- interrimento delle condutture elettriche;
- fondazione per appoggio strutture;

#### 4.6 SCAVI DI FONDAZIONE

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

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

#### 4.7 RINTERRI E/O BONIFICHE

Per rinterrati si intendono i lavori di bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo; riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti; sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

##### *Bonifica*

- a) La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):

- A1, A3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A3, deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- A1, A2-4, A2-5, A3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto). Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm<sup>2</sup>)

- b) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto a) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

#### 4.8 SISTEMAZIONE SUPERFICIALE

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006), , con spandimento a strati opportunamente compattato

fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto. Il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

#### *Stesa dei materiali*

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti. Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente. Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

#### *Condizioni climatiche*

I lavori di livellamento e sbancamento in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame). Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati. che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia. Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

## **5. SICUREZZA NEI CANTIERI**

Tutte le opere saranno eseguite secondo il Piano di coordinamento della Sicurezza per la L. 81/08 e successive integrazioni. Tutti gli oneri relativi sono compresi nel Computo Metrico allegato.

### **5.1 NORME DI SICUREZZA GENERALI**

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.
2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
3. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

## 5.2 CUSTODIA DEL CANTIERE

È a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.

## 5.3 CARTELLO DI CANTIERE

1. L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero 5 esemplari del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, curandone i necessari aggiornamenti periodici.
2. Il cartello di cantiere è fornito in conformità al modello di cui alla allegata tabella.

## 6. NORME FINALI

### 6.1 ONERI ED OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE

- a) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
- b) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo
- c) di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;
- d) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;
- e) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
- f) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto della Stazione appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
- g) la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
- h) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che

eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;

- i) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal presente capitolato o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
- j) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere;
- k) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere di idonei spazi ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati, illuminati e provvisti di armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, macchina da scrivere, macchina da calcolo e materiale di cancelleria;
- l) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
- m) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori.

**Ing. Stefano Floris**

