



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI CERIGNOLA

# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA P=44,715 MWp CIRCA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Nome impianto CER01  
Comune di Cerignola, Regione Puglia

**PROGETTO DEFINITIVO**

Codice pratica: **SVN6MM8**

N° Elaborato: **RT25**



ELABORATO:

## DISCIPLINARE DESCRITIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

COMMITTENTE:

Sole Verde s.a.s. della Praetorian s.r.l.  
via Walter Von Vogelweide n°8  
39100 Bolzano (BZ)  
p.iva: 03124450218

PROGETTISTI:

Ing. Alessandro la Grasta

Ing. Luigi Tattoli



PROGETTAZIONE:



LT SERVICE s.r.l.  
via Trieste n°30, 70056 Molfetta (BA)  
tel: 0803346537  
pec: studiotecnico.lt@pec.it

File: SVN6MM8\_Disciplinare.pdf

Folder: SVN6MM8\_Disciplinare.zip

REV.	DATA	SCALA	FORMATO	NOME FILE	DESCRIZIONE REVISIONE
00	05/01/2022				PRIMA EMISSIONE

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	3
1.1 DESCRIZIONE E SUPERFICIE OCCUPATA DALL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO.....	3
1.2 descrizione sintetica componenti impianto.....	15
1.3 UBICAZIONE IMPIANTO E SOTTOSTAZIONE UTENTE.....	18
1.4 INFO E CONTATTI.....	26
<b>2. MATERIALI E COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	27
2.1 MODULI FOTOVOLTAICI.....	27
2.2 CASSETTE DI PARALLELO STRINGHE.....	31
2.3 SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC E TRASFORMAZIONE BT/MT.....	34
2.4 CABINE DI SMISTAMENTO MT E CABINE DI SERVIZIO.....	41
2.5 SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE.....	50
2.6 CAVI.....	54
2.6.1 SPECIFICHE TECNICHE.....	54
2.6.2 CAVI BT.....	62
2.6.3 CAVI MT.....	64
2.6.4 CAVI AT.....	66
2.7 RECINZIONE E ILLUMINAZIONE DELL'IMPIANTO.....	75
2.8 VIDEOSORVEGLIANZA E ANTRUSIONE.....	76
2.9 IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....	80
2.10 INSTALLAZIONE DEI CAVI.....	84
<b>3. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE</b> .....	86
3.1 Cavo interrato MT 30 kV.....	87
3.2 SOTTOSTAZIONE UTENTE MT/AT.....	88
3.3 SEZIONE AT.....	89
3.4 SEZIONE MT e BT.....	89
3.5 SERVIZI AUSILIARI.....	92
3.6 RETE DI TERRA.....	93
3.7 SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO.....	94
<b>4. LAVORAZIONI</b> .....	95

4.1 INFORMAZIONI GENERALI DEI MATERIALI E DEGLI IMPIANTI .....	95
4.2 OPERE CIVILI .....	98
4.2.1 SCAVI .....	98
4.2.1.1 SCAVI DI SBANCAMENTO E DI SPLATEAMENTO.....	102
4.2.1.2 SCAVI PER LA POSA IN OPERA DI CAVI ELETTRICI.....	103
4.2.1.3 SCAVI PER LA POSA IN OPERE DI IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	105
4.2.2 ACQUA.....	105
4.2.3 LEGANTI.....	106
4.2.4 ADESIVI .....	108
4.2.5 ADDITIVI.....	108
4.2.6 INERTI .....	108
4.2.7 SABBIE E INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	109
4.2.8 CALCE AEREA, CALCE IDRATA E GESSI .....	111
4.2.9 MATERIALI FERROSI E ALTRI METALLI.....	111
4.2.10 LATERIZI .....	114
4.2.11 CONDOTTE DI SCARICO IN PE-AD.....	117
4.3 OPERE IN CEMENTO ARMATO .....	119
4.3.1 CALCESTRUZZI .....	119
4.3.2 CASSEFORME .....	142
4.4 LAVORAZIONI E OPERE PROVVISORIALI.....	144
4.5 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO .....	146
4.6 PAVIMENTAZIONE STRADALE.....	148
4.7 OPERE IN FERRO E IN ALTRI MATERIALI .....	154
<b>5. NORMATIVA.....</b>	<b>158</b>

## 1. PREMESSA

### 1.1 DESCRIZIONE E SUPERFICIE OCCUPATA DALL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO

Il presente documento illustra le specifiche tecniche dei materiali e dei componenti utilizzati la **realizzazione e gestione di un impianto Agro-Fotovoltaico, denominato "CER01", che si pone l'obiettivo di combinare sulla medesima superficie agricola la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con l'attività agronomica consistente nella realizzazione di un oliveto super intensivo tra i filari di moduli fotovoltaici.**

L'impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di **44,715 MWp** e sarà ubicato nell'agro del **Comune di Cerignola (FG)** in località Acquarulo/Preti/Tressanti/PozzoTerraneo su una superficie recintata complessiva di circa 55,98 ha.

Tale superficie è stata acquisita con contratti preliminari di diritto di superficie e compravendita dalla **società proponente SOLE VERDE SAS DELLA PRAETORIAN SRL Srl** avente sede legale in Bolzano (BZ) alla Via Walter Von Vogelweide n.8.

**L'abbinamento dell'attività agricola e della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile nel medesimo luogo presenta un duplice beneficio in quanto, da un lato consentirà la produzione di energia rinnovabile in linea con:**

- a) la Strategia Energetica Nazionale (SEN)**, che ambisce a raggiungere il 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015 e rinnovabili elettriche al 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015,
- b) il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** che alla "Missione 2 – Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica" e più in dettaglio alla **componente M2C2 "Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità"** riporta: *"...Per raggiungere la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori, nella Componente 2 sono stati previsti interventi – investimenti e riforme – per*

*incrementare decisamente la penetrazione di rinnovabili, tramite soluzioni decentralizzate e utility scale (incluse quelle innovative ed offshore) e rafforzamento delle reti (più smart e resilienti) .....” , “.....Il settore agricolo è responsabile del 10 per cento delle emissioni di gas serra in Europa. Con questa iniziativa le tematiche di produzione agricola sostenibile e produzione energetica da fonti rinnovabili vengono affrontate in maniera coordinata con l’obiettivo di diffondere impianti agro-voltaici di medie e grandi dimensioni. La misura di investimento nello specifico prevede: i) l’implementazione di sistemi ibridi agricoltura produzione di energia che non compromettano l’utilizzo dei terreni dedicati all’agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte, anche potenzialmente valorizzando i bacini idrici tramite soluzioni galleggianti; ii) il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione...”*

- c) **Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC)**, nella tipologia elencata nell’Allegato I-bis alla Parte Seconda del D.Lgs.152/2006, al punto 1.2.1 denominata *“Generazione di energia elettrica: impianti idroelettrici, geotermici, eolici e fotovoltaici (in terraferma e in mare), solari a concentrazione, produzione di energia dal mare e produzione di bioenergia da biomasse solide, bioliquidi, biogas, residui e rifiuti”*

dall’altro

- d) ostacolerà il consumo e la sottrazione di suolo agricolo in quanto verranno concesse **a titolo gratuito**, ad un’azienda agricola specializzata, tutte le superficie non occupate da impianti e relativi servizi per l’esercizio dell’attività agricola individuata.
- e) migliorerà nettamente la produttività agricola dei terreni coinvolti sia in termini di reddito netto derivante dall’attività agricola sia in termini di manodopera necessaria.

In termini pratici la superficie destinata all'agricoltura sarà pari a 47,77 ha su una superficie riflettente di 20,09 ha pertanto, al netto di superfici destinate alla viabilità interna, la superficie destinata all'agricoltura sarà nettamente superiore a quella destinata a produzione di energia da fonte rinnovabile.

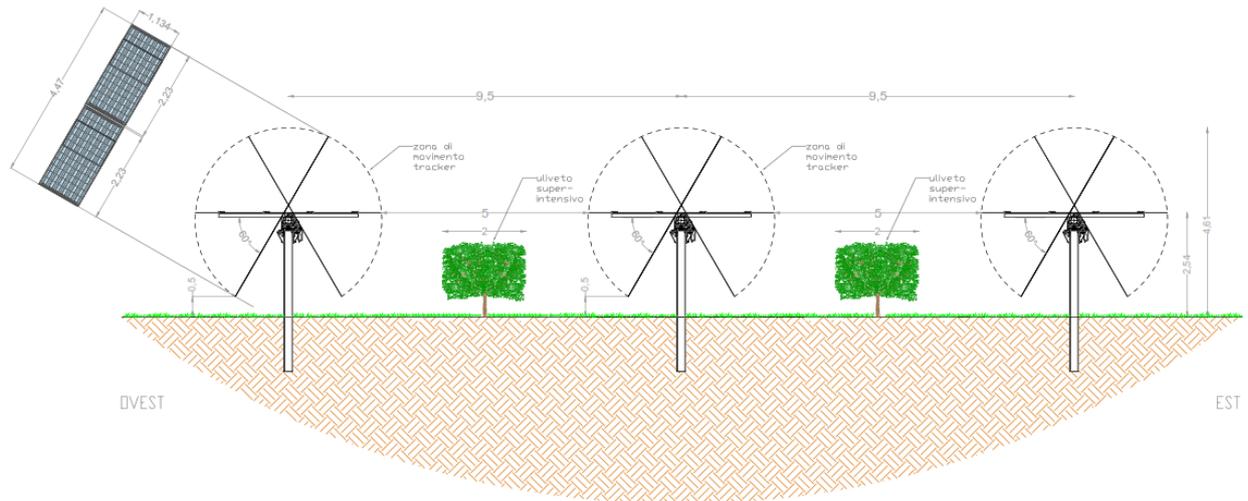


Fig. 1 Sistema Agro-fotovoltaico

Tale abbinamento comporterà la produzione di energia elettrica rinnovabile e al contempo sfrutterebbe il suolo agricolo non occupato dagli impianti e relativi servizi.

Contestualmente allo studio del progetto, è stata individuata un'azienda agricola che avrà cura di utilizzare le predette superfici a titolo gratuito avendone cura nei coltivi e nello sgombrò delle infestanti sotto la superficie riflettente.

L'impianto fotovoltaico è globalmente suddiviso in n°6 campi, ciascuno delimitato da una propria recinzione, denominati blocco "A" – "B" – "C" – "D" - "E" ed "F".

STATO DI PROGETTO LOTTI "A" - "B" scala 1:4.000



Fig. 2 Impianto agro-fotovoltaico blocco "A" e "B" - aree destinate all'agricoltura e misure mitigative

STATO DI PROGETTO LOTTI "C" - "D" scala 1:4.000

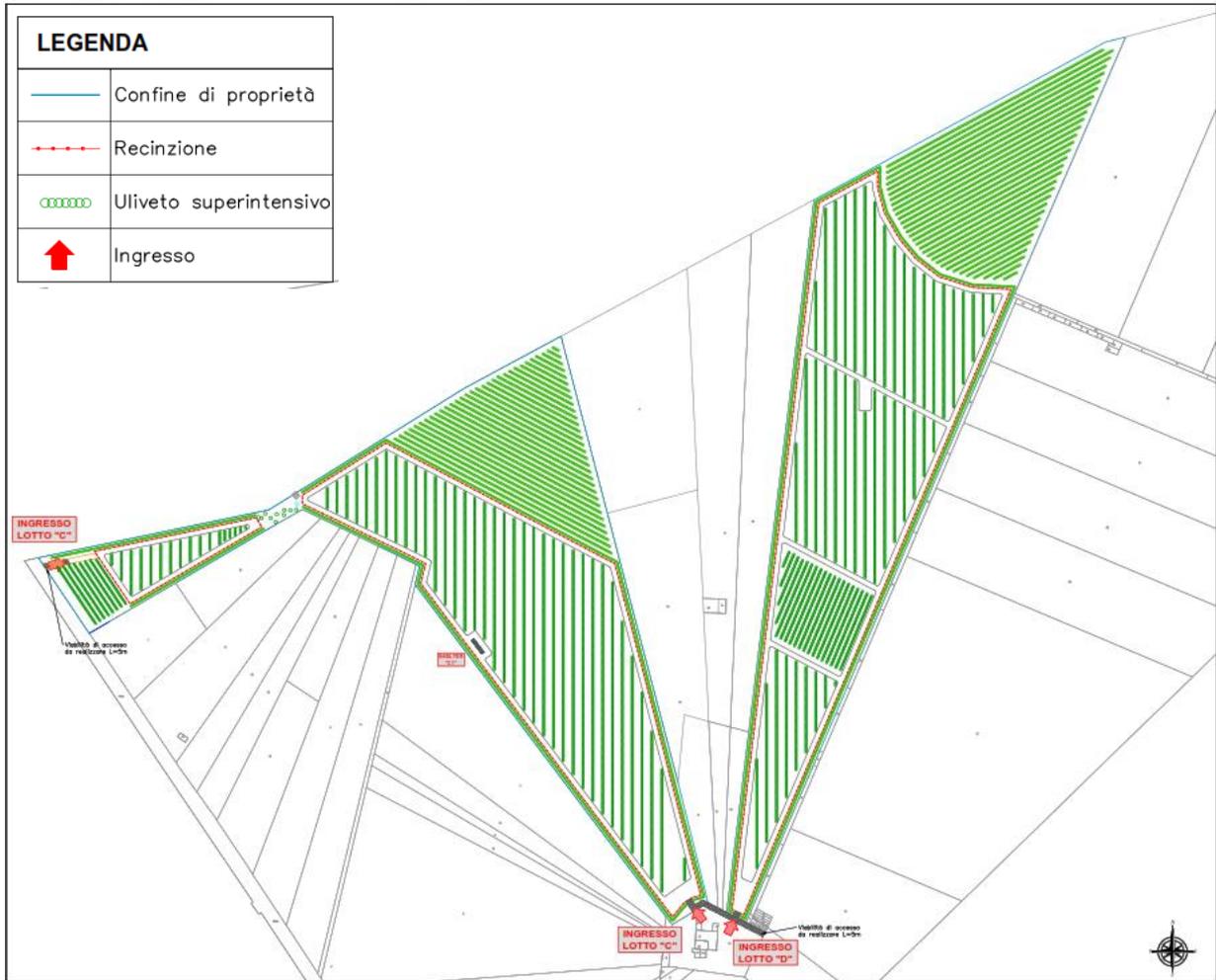


Fig. 3 Impianto agro-fotovoltaico blocco "C" e "D" - aree destinate all'agricoltura e misure mitigative

STATO DI PROGETTO LOTTI "E" - "F" scala 1:4.000

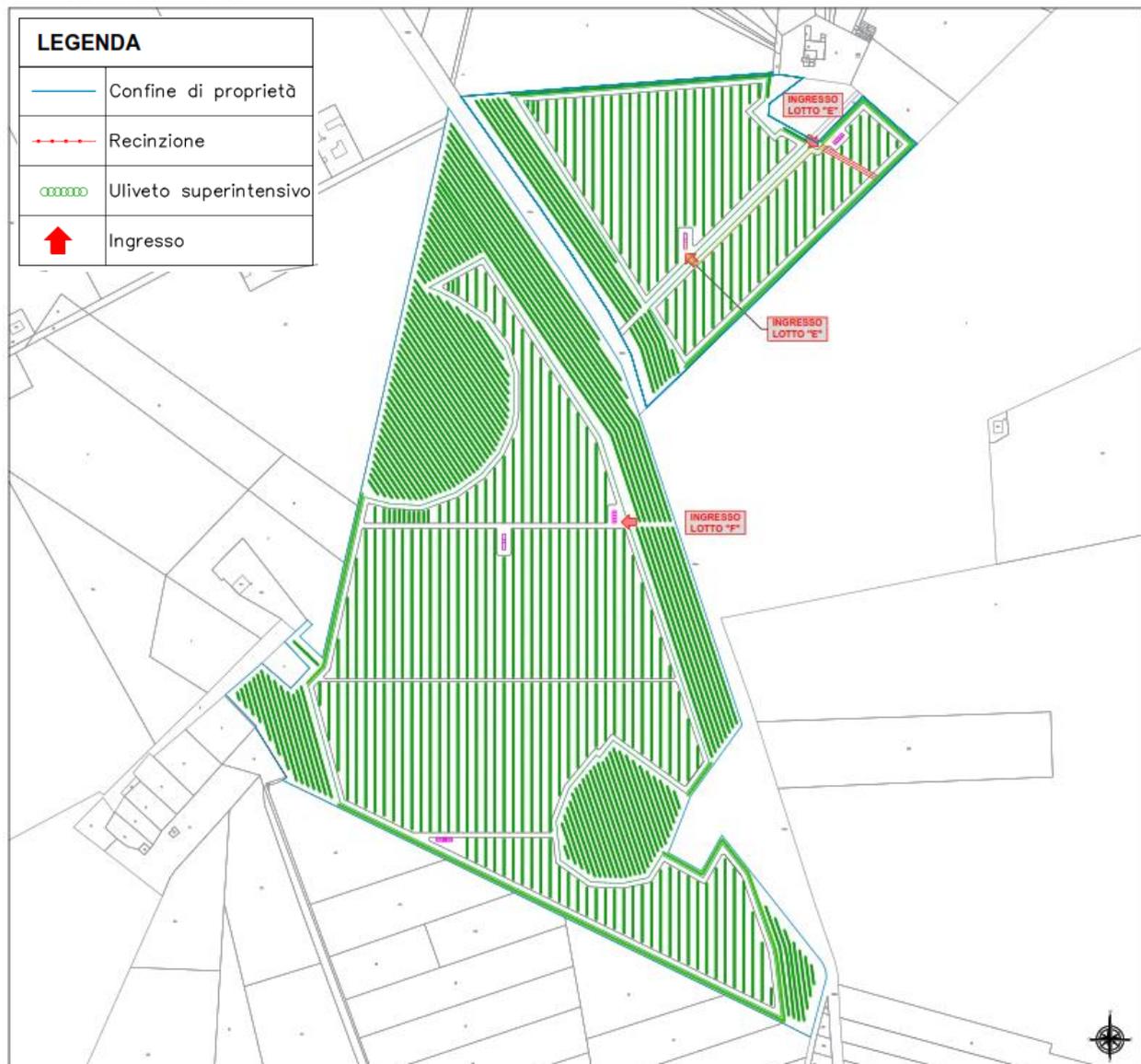


Fig. 4 Impianto agro-fotovoltaico blocco "E" e "F" - aree destinate all'agricoltura e misure mitigative

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico dei vari blocchi in cui è suddiviso l'impianto agro-fotovoltaico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di una fascia arborea lungo tutto il perimetro del sito dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico.

La fascia arborea sarà realizzata utilizzando una vera coltura (l'olivo) disposta in modo tale da poter essere gestita alla stessa maniera di un impianto arboreo intensivo tradizionale con un investimento rispettivamente di:

- n° 765 olivi nel blocco "A"
- n° 1347 olivi nel blocco "B"
- n° 1095 olivi nel blocco "C"
- n° 1076 olivi nel blocco "D"
- n° 519 olivi nel blocco "E"
- n° 697 olivi nel blocco "F"

così come indicato nella tabella che segue:

CER01							
	TOTALE	BLOCCO "A"	BLOCCO "B"	BLOCCO "C"	BLOCCO "D"	BLOCCO "E"	BLOCCO "F"
SUPERFICIE NON RECINTATA DESTINATA A ULIVETO [ha]	20,54	1,12	2,86	2,50	3,53	1,36	9,17
SUPERFICIE COLTIVATA ALL'INTERNO DELL'AREA RECINTATA [ha]	27,23	3,14	7,48	3,03	3,09	2,84	7,66
SUPERFICIE TOTALE DESTINATA ALL'AGRICOLTURA [ha]	47,77	4,26	10,34	5,53	6,62	4,20	16,83
Numero di alberi all'interno della superficie recintata	36304	4186	9968	4044	4114	3780	10212
Numero di alberi sulla superficie non recintata	27376	1498	3814	3330	4704	1814	12217
Numero di alberi disposti parallelamente alla recinzione	5499	765	1347	1095	1076	519	697
Numero di alberi totale	69180	6449	15129	8468	9894	6114	23126

Tab.1 Riepilogo superfici destinate all'agricoltura e numero di nuovi oliveti

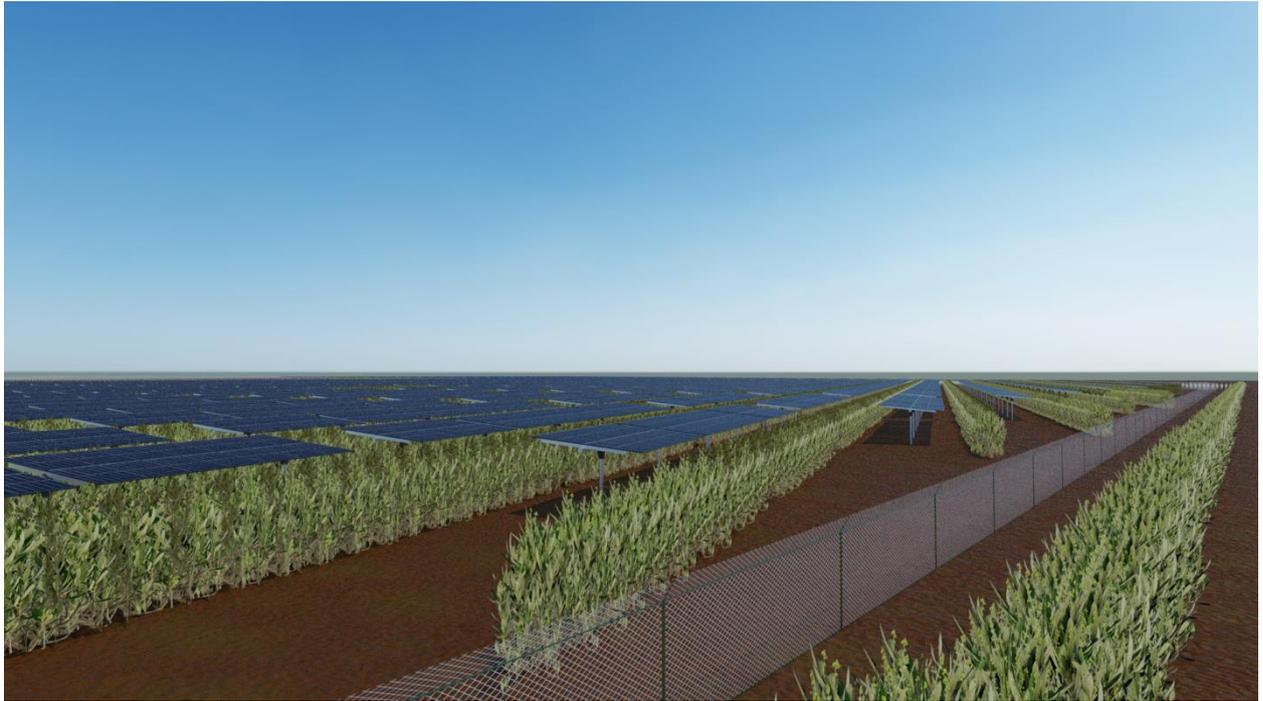


Fig.5 Rendering dell'impianto agro-fotovoltaico

In detti blocchi è previsto un investimento complessivo di 36.304 olivi, disposti al centro dell'area libera tra due tracker, con dimensioni delle chiome pari a circa 2 metri di altezza e 2 metri di larghezza, tali da consentire l'impiego di macchine potatrici e raccogliatrici che agiscano non sul singolo albero ma sulla parete produttiva consentendo di meccanizzare sino al 90% delle operazioni colturali.

STRALCIO PLANIMETRICO MISURA DI MITIGAZIONE scala 1:50

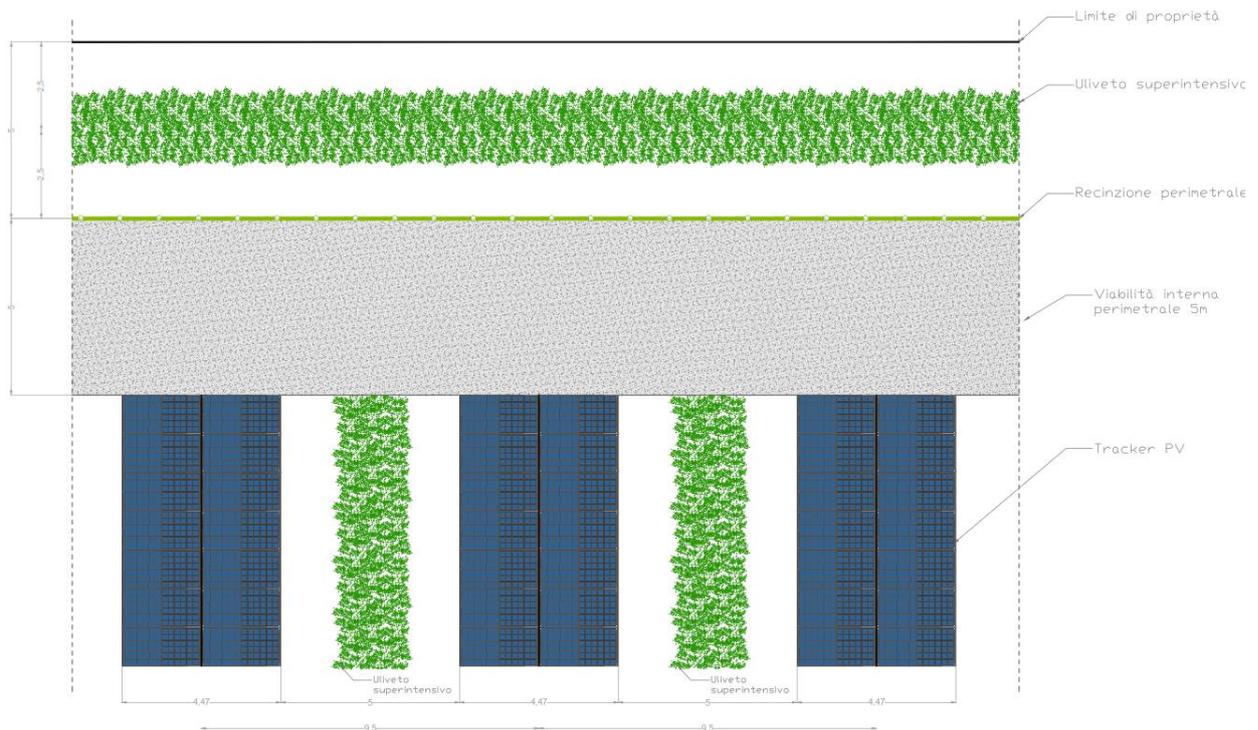


Fig. 6 Esempio di sistemazione dell'oliveto super intensivo all'interno dell'impianto fotovoltaico

Fuori dalle aree recintate ben 20,54 ha resteranno destinati alla coltivazione di oliveto super intensivo con un ulteriore investimento di 27.376 olivi.

Complessivamente il progetto agro-fotovoltaico prevede un investimento complessivo di circa 69.179 olivi.

La coltivazione di oliveto super intensivo presenta una serie di caratteristiche tali da renderlo particolarmente adatto per essere coltivata tra le interfile dell'impianto fotovoltaico, come di seguito elencate:

- ridotte dimensioni della pianta (circa 2 m di altezza);
- disposizione in file strette creando una parete produttiva;

- gestione del suolo relativamente semplice e meccanizzazione elevata;

**L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico** verrà generata grazie all'emergere di accordi di acquisto di energia solare o PPA (power purchase agreement), nell'ambito di progetti utility scale, tra il produttore e i grandi consumatori o tra il produttore e gli off-takers, a cui il presente progetto aderirà.

Oltre a questa dinamica, un impianto fotovoltaico è catalizzatore di ulteriori aspetti favorevoli alcuni più evidenti altri meno, ovvero:

- non comporta emissioni inquinanti;
- non comporta inquinamento acustico;
- la fonte solare è una risorsa inesauribile di energia pulita;
- è in linea con l'ambiziosa Strategia Energetica Nazionale di raggiungere il 55% di rinnovabili elettriche entro il 2050;
- è composto da tecnologie affidabili con vita utile superiore a 30 anni e con costi di gestione e manutenzione ridotti;
- consente l'abbinamento a impianti di accumulo per la stabilizzazione dei parametri di rete e la gestione dei flussi di immissione di energia secondo le esigenze di rete;
- se combinato ad attività agronomiche, come nel caso in progetto, ostacola il consumo e la sottrazione di suolo agricolo;
- genera ricadute economiche positive in termine di gettito fiscale per l'erario, occupazione diretta ed indiretta sia per le fasi di costruzione che di gestione degli impianti, forniture e approvvigionamento dei materiali;

e, nel progetto specifico, le ricadute economiche e agronomiche positive dell'intervento sono ulteriormente amplificate in quanto

- a) **il suolo verrà destinato alla produzione di energia elettrica e all'attività agricola di coltivazione di oliveto super intensivo;**
- b) **è preciso intento del proponente agevolare l'uso dei suoli ai fini agricoli e pertanto l'imprenditore agricolo sarà messo in possesso dei terreni agricoli completamente a titolo gratuito.**

**L'impianto in oggetto ricade nell'ambito di intervento previsto nel:**

- **Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387** "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (G.U. n. 25 del 31 gennaio 2004 - s.o. n. 17)" **e più in dettaglio ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003 laddove si asserisce che le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come specificato nel medesimo art. 12 del D. LGS. 387/2003 al comma 7.**
- **Decreto Legge 31 maggio 2021 n° 77** "Governance del Piano Nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure" e più in dettaglio all'art.18 che recita "*Al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, sono apportate le seguenti modificazioni:*
  - a) *all'articolo 7-bis*
    - 1) *il comma 2-bis e' sostituito dal seguente: "2-bis. **Le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese***

*inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti.";*

Sotto il profilo della tutela ambientale, il progetto ricade tra gli **“impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW.”** dell'Allegato II alla Parte Seconda del del D.Lgs. 152/2006 così come sostituito dall'art.31 comma 6 del Decreto Legge n°77/2021.

L'impianto in oggetto contribuisce al raggiungimento dei traguardi previsti nella Strategia Elettrica Nazionale che costituisce un importante tassello del futuro Piano Clima-Energia e definisce le misure per raggiungere i traguardi di crescita sostenibile e ambiente stabiliti nella COP21 contribuendo in particolare all'obiettivo della decarbonizzazione dell'economia e della lotta ai cambiamenti climatici, in quanto contribuisce non soltanto alla tutela dell'ambiente ma anche alla sicurezza – riducendo la dipendenza del sistema energetico – e all'economicità, favorendo la riduzione dei costi e della spesa.

*Il cambiamento climatico è divenuto parte centrale del contesto energetico mondiale.*

*L'Accordo di Parigi del dicembre 2015 definisce un piano d'azione per limitare il riscaldamento terrestre al di sotto dei 2 °C, segnando un passo fondamentale verso la decarbonizzazione.*

*L'Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile prefigura un nuovo sistema di governance mondiale per influenzare le politiche di sviluppo attraverso la lotta ai cambiamenti climatici e l'accesso all'energia pulita.*

Nel 2011 la Comunicazione della Commissione europea sulla Roadmap di decarbonizzazione ha stabilito di ridurre le emissioni di gas serra di almeno 80% entro il 2050 rispetto ai livelli del 1990, per garantire competitività e crescita economica nella transizione energetica e rispettare gli impegni di Kyoto.

Nel 2016 è stato presentato dalla Commissione il Clean Energy Package che contiene le proposte legislative per lo sviluppo delle fonti rinnovabili e del mercato elettrico, la crescita dell'efficienza energetica, la definizione della governance dell'Unione, dell'Energia, con obiettivi al 2030: quota rinnovabili pari al 27% dei consumi energetici a livello UE riduzione del 30% dei consumi energetici (primari e finali) a livello UE.

## 1.2 DESCRIZIONE SINTETICA COMPONENTI IMPIANTO

L'impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di **44,715 MWp** e sarà ubicato nell'agro del **Comune di Cerignola (FG)** in località Acquarulo/Preti/Tressanti/PozzoTerraneo su una superficie recintata complessiva di circa 55,98 ha.

Più in dettaglio l'impianto si svilupperà su sei blocchi "A" – "B" – "C" – "D" - "E" ed "F" racchiusi in cerchio avente un raggio di circa 1,8 km, le cui caratteristiche dimensionali sono di seguito riepilogate:

	TOTALE	BLOCCO "A"	BLOCCO "B"	BLOCCO "C"	BLOCCO "D"	BLOCCO "E"	BLOCCO "F"
POTENZA TOTALE [kWp]	44715	5068	13171	4724	4754	4350	12648
NUMERO DI MODULI	77766	8814	22906	8216	8268	7566	21996
POTENZA MODULO FOTOVOLTAICO [Wp]	575	575	575	575	575	575	575
NUMERO DI TRACKER DA 52 MODULI	1401	169	407	145	152	127	401
NUMERO DI TRACKER DA 26 MODULI	189	1	67	26	14	37	44
NUMERO DI SUNWAY UNIT CONVERSION	8	1	2	1	1	1	2
NUMERO DI INVERTER	31	3	8	4	4	4	8
SUPERFICIE TERRENI OPZIONATI [ha]	81,52	8,20	20,27	9,60	10,80	7,74	24,91

<b>SUPERFICIE RECINTATA TOTALE [ha]</b>	<b>55,98</b>	6,20	15,18	6,19	7,21	5,80	15,41
<b>SUPERFICIE NON RECINTATA DESTINATA A ULIVETO [ha]</b>	<b>20,54</b>	1,12	2,86	2,50	3,53	1,36	9,17
<b>SUPERFICIE COLTIVATA ALL'INTERNO DELL'AREA RECINTATA [ha]</b>	<b>27,23</b>	3,14	7,48	3,03	3,09	2,84	7,66
<b>SUPERFICIE TOTALE DESTINATA ALL'AGRICOLTURA [ha]</b>	<b>47,77</b>	4,26	10,34	5,53	6,62	4,20	16,83
<b>SUPERFICIE RIFLETTEnte [Ha]</b>	<b>20,09</b>	2,28	5,92	2,12	2,14	1,95	5,68

Tab. n°2 Caratteristiche dimensionali impianto fotovoltaico

Gli elementi tecnici inclusi nella presente relazione riguardano l'impianto fotovoltaico e la sottostazione elettrica ovvero:

#### Impianto fotovoltaico

- Moduli fotovoltaici;
- Quadri di parallelo stringhe;
- Inverter centralizzati su Power Skid;
- Strutture di sostegno dei moduli (Tracker monoassiali);
- Cabine di Sezionamento/Smistamento MT;
- Cabine di Servizio;
- Trasformatore MT/BT;
- Cavidotti BT;
- Cavidotti MT di collegamento alla Cabina di Smistamento e alla SSE;
- Quadro MT;
- Quadri BT;

#### Sottostazione Elettrica:

- Piazzali e vie di transito;
- Edificio servizi;
- Quadro MT;

- Trasformatore MT/AT;
- Apparecchiature AT;
- Cavo AT sino allo stallo di consegna alla RTN
- Carpenteria metallica;

e più in dettaglio l'impianto si comporrà di:

- ✓ **77.766 moduli fotovoltaici** in silicio monocristallino di potenza massima unitaria pari a 575 Wp, installati su tracker monoassiali da 2x26 e 1x26 moduli installati in modalità portrait;
- ✓ **2.991 stringhe** composte da 26 moduli da 575 Wp aventi tensione di stringa 1.121V @20°C, corrente di stringa 13,62;
- ✓ **215 cassette di parallelo stringhe;**
- ✓ **31 inverter centralizzati**, su power-skid, di cui rispettivamente:
  - ✓ -n°1 aventi potenza di 832 kW @600V
  - ✓ -n°2 aventi potenza di 1662 kW @ 600V
  - ✓ -n°4 aventi potenza di 1802 kW @ 650V
  - ✓ -n°4 aventi potenza di 901 kW @ 650V
  - ✓ -n°2 aventi potenza di 957 kW @ 690V
  - ✓ -n°4 aventi potenza di 1774 kW @ 640V
  - ✓ -n°2 aventi potenza di 887 kW @ 640V
- ✓ **8 power-skid (conversion unit)** dotate di sistema di trasformazione MT/BT, protezione MT e BT, di potenza complessiva compresa tra 1.700 e 2.700 kVA.
- ✓ **3 Cabine di Sezionamento/Smistamento** in cui si convogliano l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico proveniente dai 13 sottocampi MT
- ✓ **3 Cabine di Servizio** in cui saranno ubicati quadri BT / TLC, vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari, vano control room, vano deposito;
- ✓ **3 terne MT** in cavo interrato attraverso cui l'energia prodotta viene trasferita alla SSE Utente;
- ✓ **1 Stazione Elettrica Utente** in cui avviene la trasformazione di tensione da 30 kV a 150 kV e la consegna in AT a 150 kV.
- ✓ **1 terna AT** in cavo interrato attraverso cui l'energia prodotta viene trasferita alla SE Terna;
- ✓ **Gruppi di Misura (GdM)** dell'energia prodotta, dotati di dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA).
- ✓ **Apparecchiature elettriche di protezione e controllo** in AT, MT, BT;

L'energia prodotta verrà convogliata, mediante tre terne di cavi MT 30 kV interrati su strada provinciale, strada interpodereale e terreni agricoli privati lungo i confini di proprietà, in modo da non interferire con le pratiche agricole, fino alla sottostazione utente 30/150 kV e da quest'ultima mediante una terna di cavi AT 150 kV collegata in antenna alla stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV della RTN da collegare in entra-esce alla linea 380 kV "Foggia – Palo del Colle" (già autorizzata e voltura a TERNA), secondo quanto indicato nella STMG di Terna (Codice pratica P2020 – 02424).

**L'elenco dei componenti e materiali utilizzati nel progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico in oggetto sono tra i prodotti più efficienti e performanti attualmente disponibili nel mercato tuttavia, la rapida evoluzione del settore e della tecnologia potrebbe prospettare in sede di progettazione esecutiva nuove tecnologie che potrebbero essere utilizzate in sostituzione di quelle ivi elencate senza che questo però comporti alcuna variazione (maggiorazione) in termini di potenza installata, superficie occupata da moduli fotovoltaici, vani tecnici e/o di conversione comunicati.**

### **1.3 UBICAZIONE IMPIANTO E SOTTOSTAZIONE UTENTE**

L'impianto fotovoltaico CER01 sarà ubicato nell'agro del **Comune di Cerignola (FG)** in località Acquarulo / Preti / Tressanti / Pozzo Terraneo su una superficie recintata complessiva di circa 57,57 ha avente destinazione agricola "E" secondo il vigente piano urbanistico.

Le coordinate dei cinque blocchi sono rispettivamente:

#### **Blocco "A"**

Lat. 41.382408

Lon. 15.866732

Elevazione 17 metri

**Blocco "B"**

Lat. 41.380065

Lon. 15.866329

Elevazione 21 metri

**Blocco "C"**

Lat. 41.368330

Lon. 15.882126

Elevazione 22 metri

**Blocco "D"**

Lat. 41.369589

Lon. 15.886297

Elevazione 27 metri

**Blocco "E"**

Lat. 41.363864

Lon. 15.881901

Elevazione 28 metri

**Blocco "F"**

Lat. 41.359290

Lon. 15.879692

Elevazione 31 metri

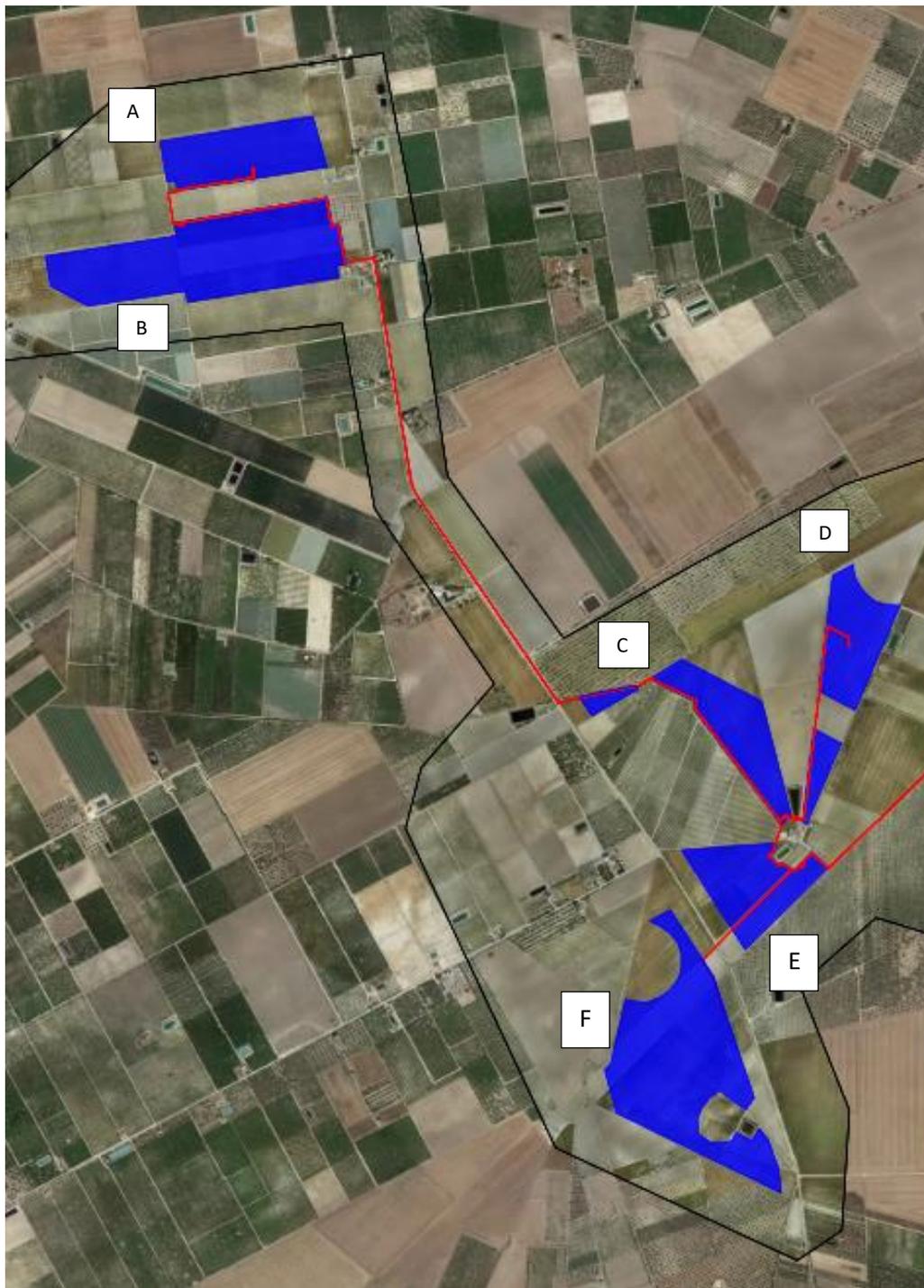


Fig. 7 Inquadramento su ortofoto impianto agro-fotovoltaico

Di seguito si riportano i dati principali inerenti le aree agricole interessate dal progetto, nonché la mappa catastale con identificazione delle aree in oggetto:

Lotto	foglio	particella	Superficie [mq]	Superficie totale [mq]
A	77	41	2400	82030
		89	9680	
	78	201	9890	
		83	60060	
B	77	92	6750	120745
		132	4668	
	78	207	6590	
		417	36477	
		85	66260	
	78	79	80609	81935
346		1326		
C	89	30	10748	96010
		31	14532	
		1	5547	
		2	44638	
		32	6798	
		33	394	
		6	10581	
	90	5	2772	
D	90	1	99950	108004
		3	8054	
E	90	75	4505	77396
		89	28	
	90	10	100	
		17	447	
	89	4	21589	
		19	9498	
	89	43	11910	
	89	44	7343	
F	94	4	1159	249064
		7	78	
		8	1003	
		9	86	
	88	42	6131	
		122	19546	
		6	11308	
	93	7	123652	
		8	23919	
	88	5	10509	
		17	14102	
		159	18444	
		158	14745	
		161	4040	
160		342		
				<b>815184</b>

Tab. n°3 Informazioni aree oggetto di intervento

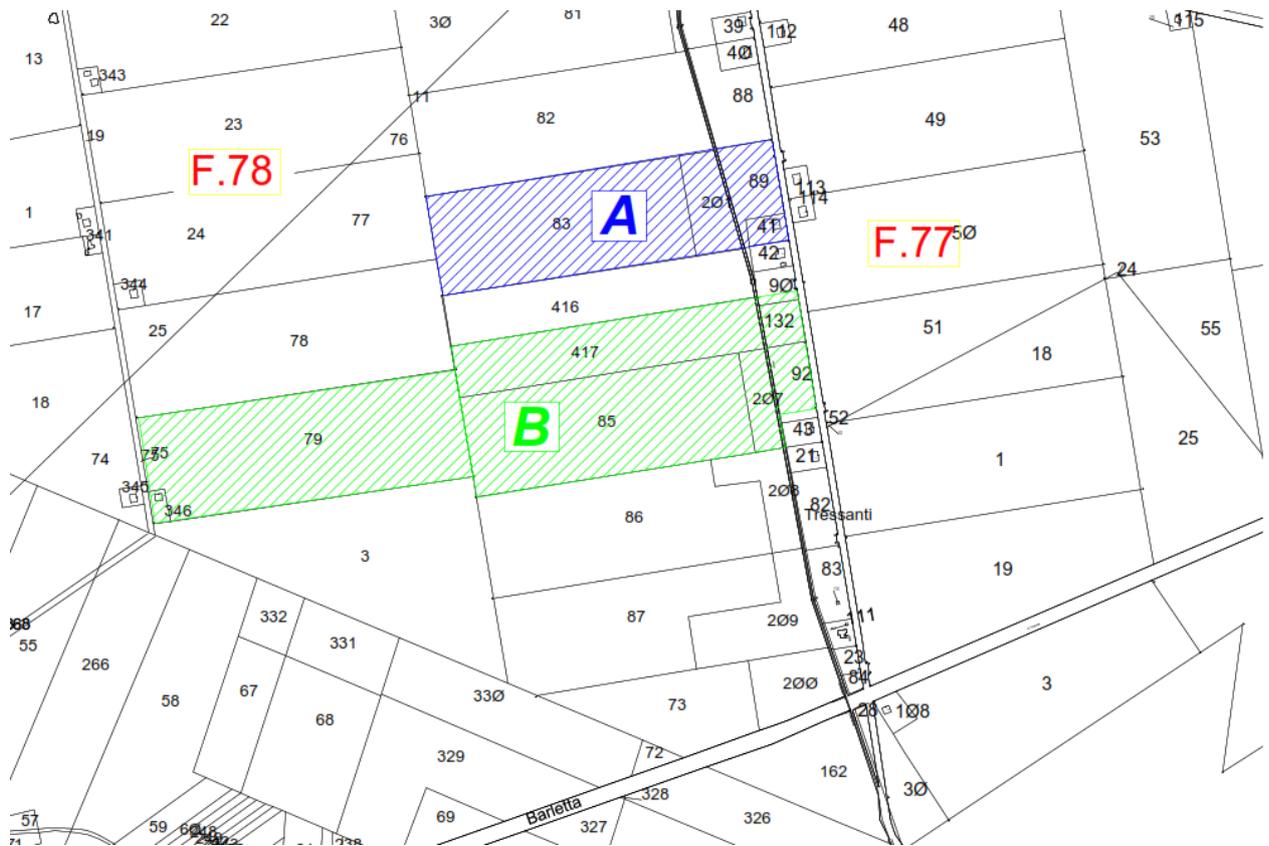


Fig. 8 Blocchi "A" e "B" su stralcio catastrale

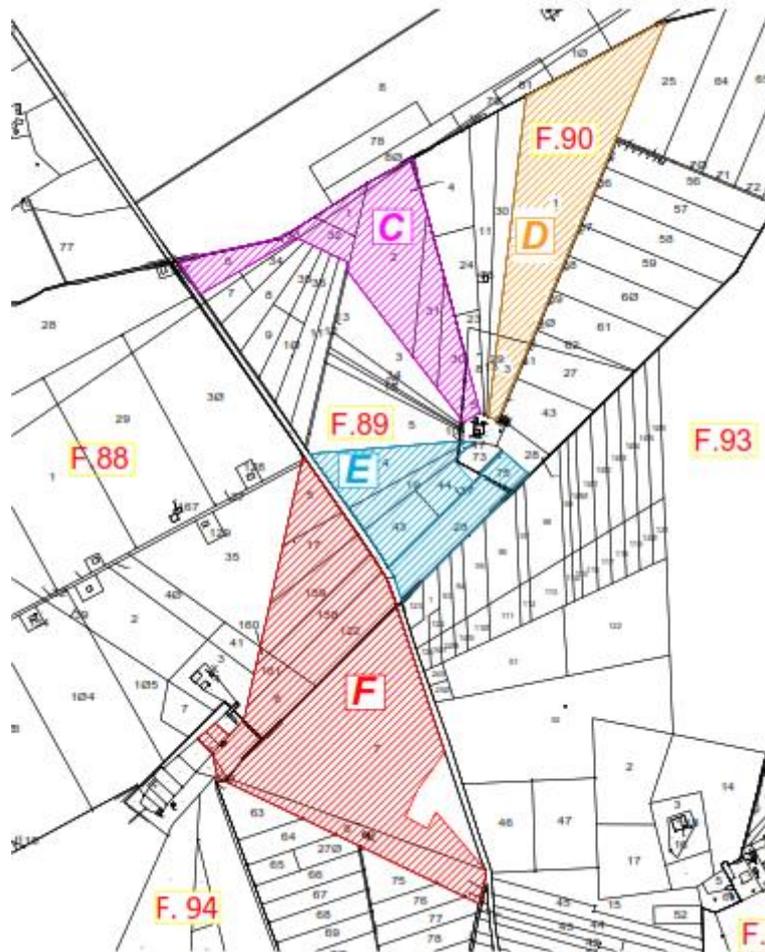


Fig. 9 Blocchi "C", "D", "E", "F" su stralcio catastale

La sottostazione utente ("SSEU") 30/150kV per la connessione in antenna a 150 kV sulla nuova stazione elettrica a 380/150 kV della RTN da collegare in entra-esce alla linea 380 kV "Foggia – Palo del Colle", sarà condivisa con altri produttori così come richiesto da Terna al fine di razionalizzare le infrastrutture di rete.

L'area ove sarà ubicata la Sottostazione Elettrica Utente "SSEU" si trova nel territorio del Comune di Cerignola e risulta identificata dai seguenti riferimenti cartografici:

- carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 N. 422032
- foglio catastale n°90 particella n° 82 e foglio catastale n°93 particella n°329-323 del Comune di Cerignola.

Essa è individuata dalle coordinate geografiche Lat. 41.366838° Nord e Long. 15.889168° Est. ed è posta a quota 31 m s.l.m.

La Sottostazione interessa un'area di circa 4550 mq, interamente recintata e accessibile principalmente tramite un cancello carrabile di 7,00 m di tipo scorrevole oltre a cancelli carrabili per ciascuna delle tre aree di competenza dei vari produttori aventi larghezza di 5,00 m..

L'accesso alla SST è previsto dalla S.P. 69 e da strada interpodereale sulla quale si richiederà una servitù di passaggio che consenta un accesso più agevole ai suddetti mediante compattazione del terreno e posa di uno o più strati, laddove necessario, di pietrame a pezzatura variabile e brecciolino opportunamente costipati.

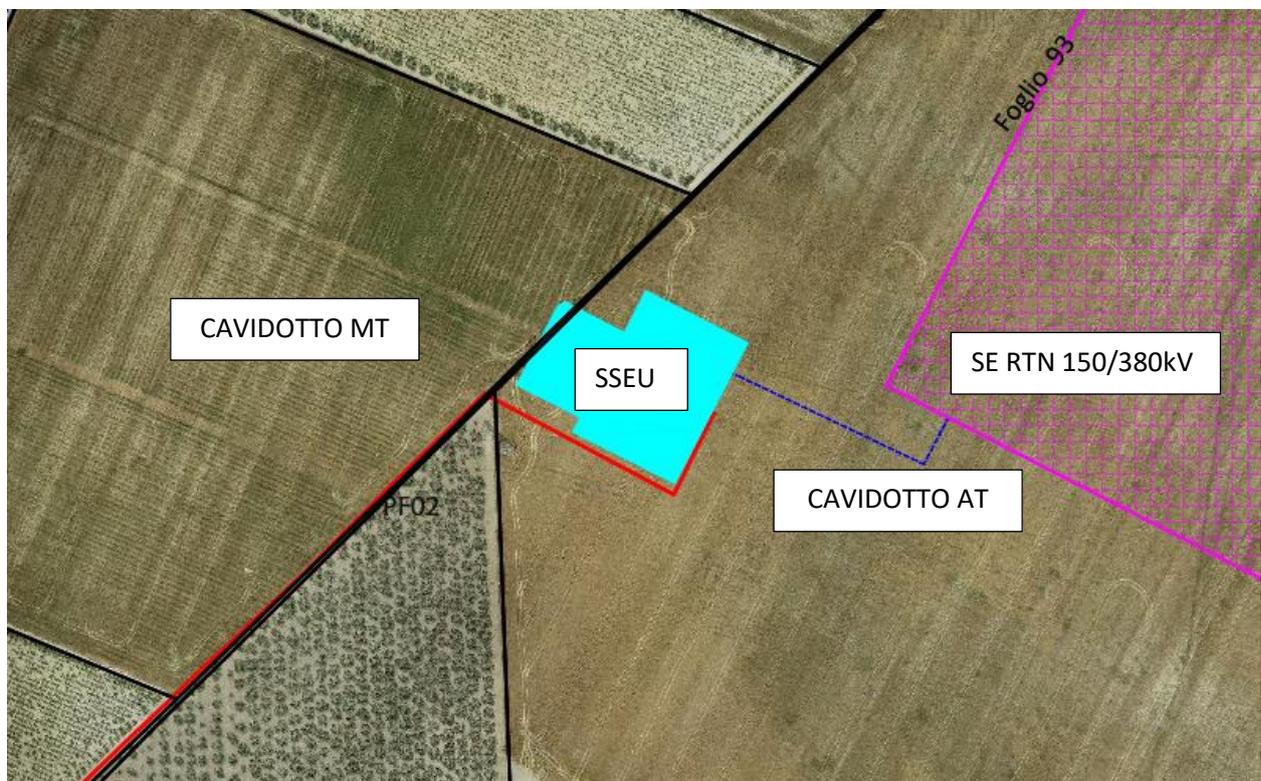


Fig. 10 Ortofoto ubicazione Sottostazione Utente

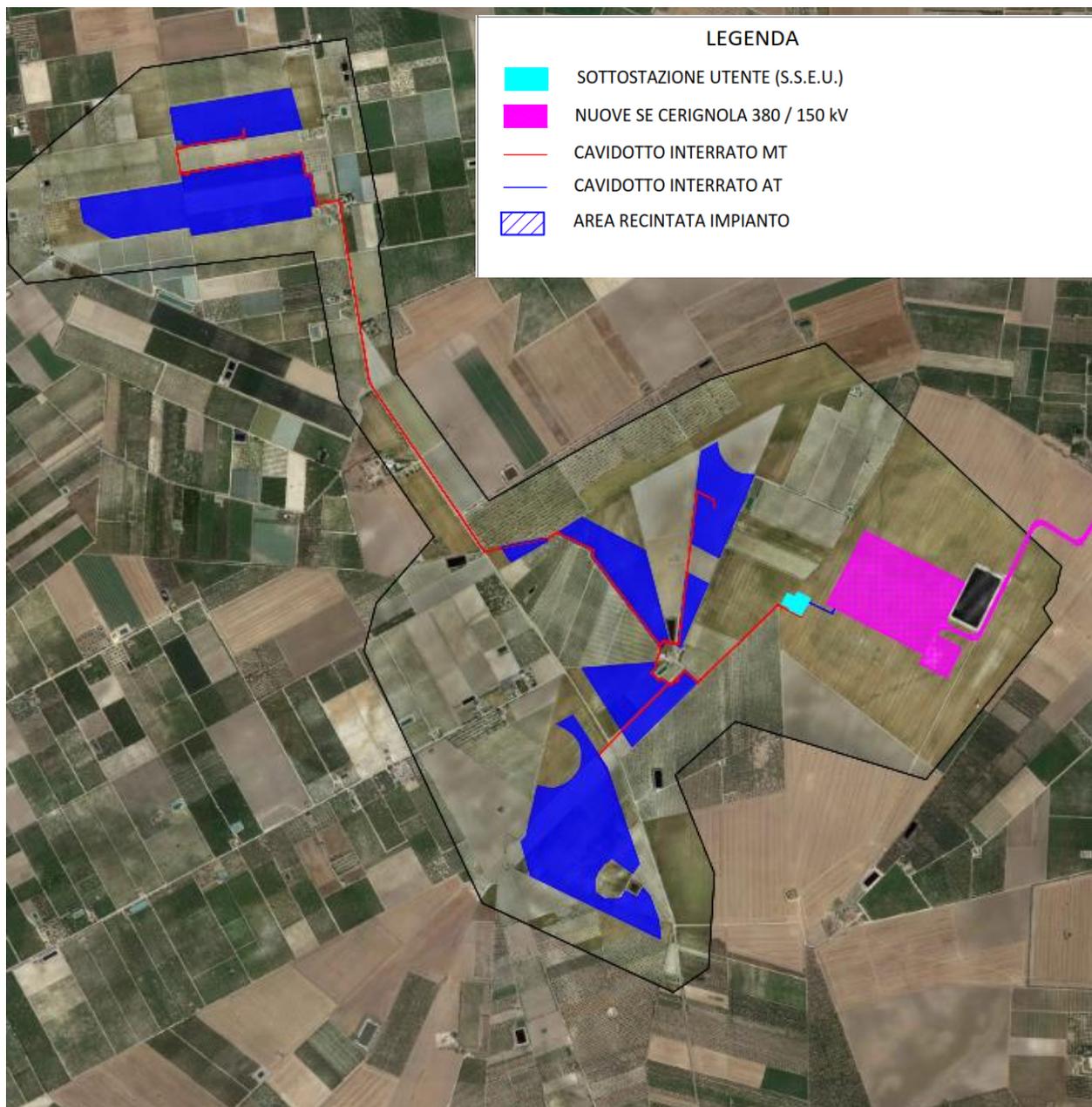


Fig. 11 Inquadramento territoriale opere di connessione su ortofoto

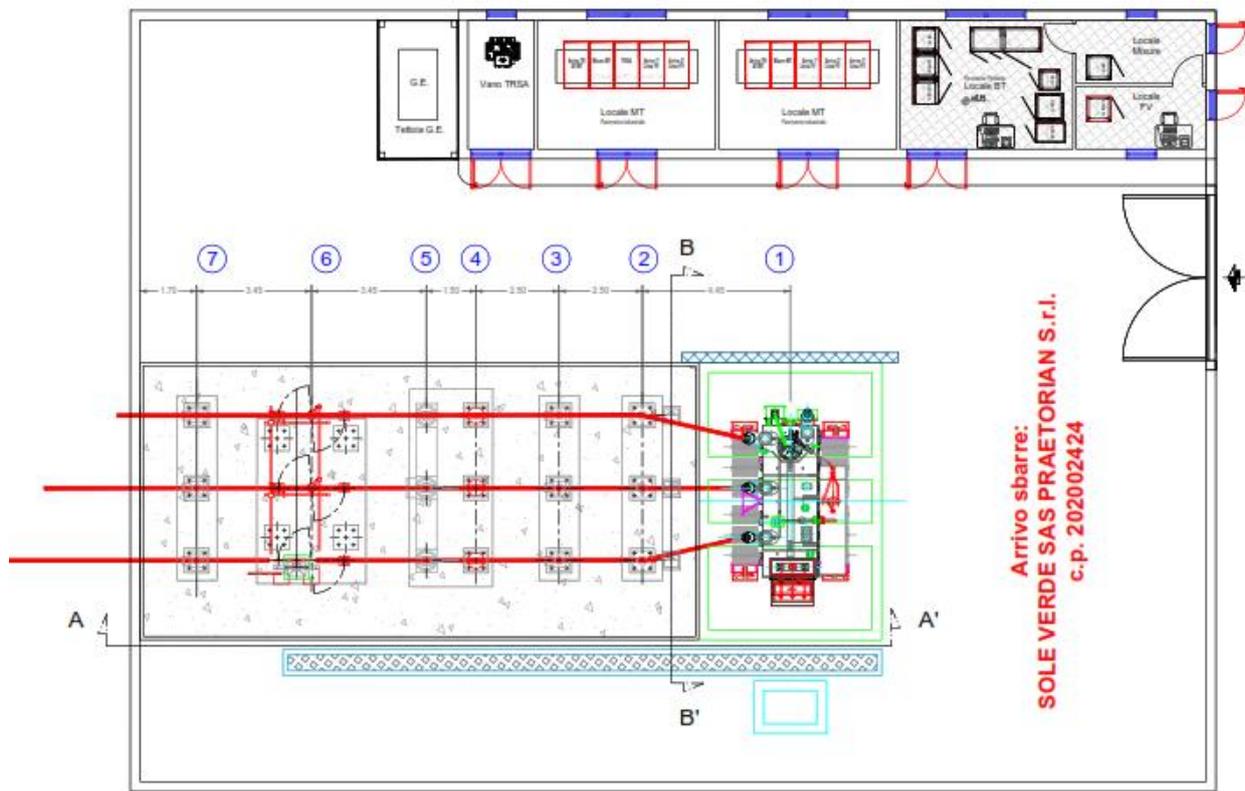


Fig. 12 Planimetria sottostazione utente

## 1.4 INFO E CONTATTI

La società promotrice dell'iniziativa e i progettisti incaricati sono rispettivamente:

**Sole Verde Sas della Praetorian Srl**

39100 Bolzano (BZ)

Via Walter Von Vogelweide n.8

[soleverdesasdellapraetoriansrl@legalmail.it](mailto:soleverdesasdellapraetoriansrl@legalmail.it)

**Ing Alessandro la Grasta**

70056 Molfetta (BA)

Via Zara 22

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

Tel: +39 3401706888

**Ing Luigi Tattoli**

70056 Molfetta (BA)

Via Zara 22

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

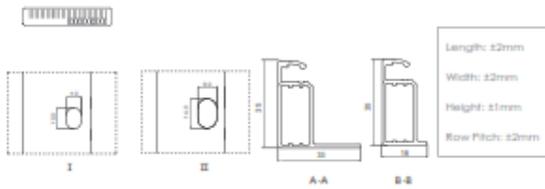
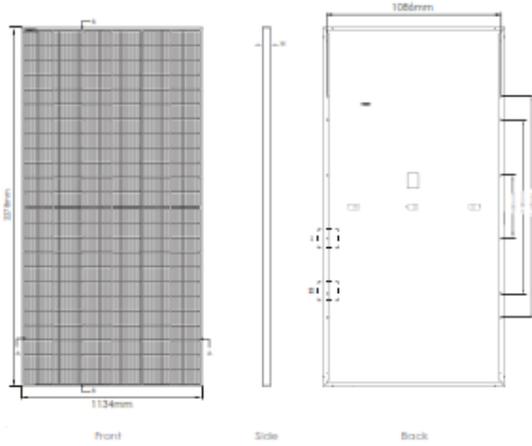
Tel: +39 3403112803

## **2. MATERIALI E COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **2.1 MODULI FOTOVOLTAICI**

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da moduli del tipo monocristallino con una potenza unitaria pari a 575 Wp le cui caratteristiche tecniche riportate nel data-sheet di seguito allegato, per un totale di 80.158 moduli fotovoltaici.

## Engineering Drawings

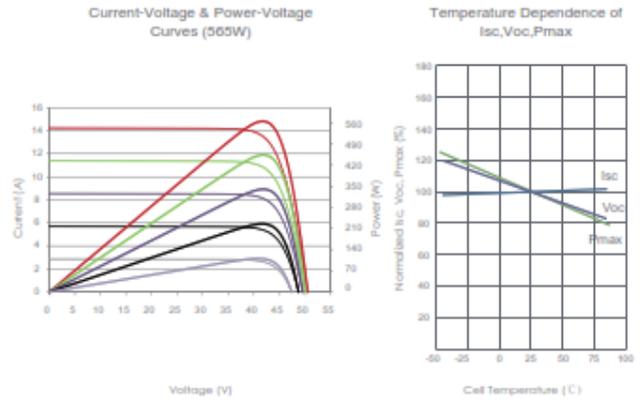


## Packaging Configuration

( Two pallets = One stack )

31 pcs/pallets, 62 pcs/stack, 620 pcs/ 40'HQ Container

## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2278×1134×35mm (89.69×44.65×1.38 inch)
Weight	28 kg (61.73 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

Fig. 13 Data Sheet Modulo Fotovoltaico \_1

SPECIFICATIONS										
Module Type	JKM555N-72HL4 JKM555N-72HL4-V		JKM560N-72HL4 JKM560N-72HL4-V		JKM565N-72HL4 JKM565N-72HL4-V		JKM570N-72HL4 JKM570N-72HL4-V		JKM575N-72HL4 JKM575N-72HL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.64V	39.12V	41.77V	39.25V	41.92V	39.38V	42.07V	39.51V	42.22V	39.60V
Maximum Power Current (Imp)	13.33A	10.67A	13.41A	10.73A	13.48A	10.79A	13.55A	10.85A	13.62A	10.92A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.34V	47.82V	50.47V	47.94V	50.60V	48.06V	50.74V	48.20V	50.88V	48.33V
Short-circuit Current (Isc)	14.07A	11.36A	14.15A	11.42A	14.23A	11.49A	14.31A	11.55A	14.39A	11.62A
Module Efficiency STC (%)	21.48%		21.68%		21.87%		22.07%		22.26%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>    Cell Temperature 25°C    AM=1.5  
 NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>    Ambient Temperature 20°C    AM=1.5    Wind Speed 1m/s

Fig. 14 Data Sheet Modulo Fotovoltaico \_2

La scelta dei moduli proposti garantisce affidabilità, durata e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento.

I moduli fotovoltaici scelti saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie e saranno corredati di cavi del tipo precablati da 4 mmq completi di connettori pre-innestrati.

Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.

I moduli fotovoltaici saranno 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, da Organismi di certificazione appartenenti ad EA (European co-operation for Accreditation) o che abbiano stabilito

accordi di mutuo riconoscimento con EA o in ambito ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation).

Ai fini dell'esecuzione delle prove di tipo per la verifica dei moduli fotovoltaici si farà riferimento alle seguenti normative:

- la normativa CEI EN 61215 e successive varianti, aggiornamenti ed estensioni alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare i moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri, ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo;
- la normativa CEI EN 61646 e successive varianti, aggiornamenti ed estensioni alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare moduli fotovoltaici a film sottile per applicazioni terrestri, ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo;
- la normativa CEI EN 62108 e successive varianti, aggiornamenti ed estensioni alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV), ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo.

## 2.2 CASSETTE DI PARALLELO STRINGHE

Gli impianti di generazione fotovoltaica di media e grande potenza sono costituiti da un numero elevato di stringhe pertanto, per ottimizzare la topologia di connessione e migliorare i sistemi di protezione e monitoraggio, la connessione in parallelo delle stringhe avverrà solitamente su più di un livello gerarchico, tipicamente un primo livello di parallelo tramite cassette di parallelo stringhe e un secondo livello di parallelo solitamente interne all'inverter centralizzato.



Fig.15 Quadro di parallelo stringhe

Le cassette di parallelo stringhe sono composte dai seguenti blocchi funzionali

- sezione di connessione stringhe, che contiene:
  - o i fusibili di protezione,
  - o il collegamento in parallelo delle stringhe del generatore fotovoltaico,
  - o il dispositivo per la protezione da sovratensioni,
  - o i sensori di corrente,
  - o la scheda di controllo in grado di rilevare perdita di connessione e di prestazione;
- sezione di uscita, che contiene:

o l'organo di sezionamento sotto carico;

- sezione di interfaccia, che contiene:

o la scheda d'isolamento della seriale RS-485

o gli ingressi ambientali

Le caratteristiche tecniche delle cassette di parallelo stringhe sono di seguito indicate:

Input Ratings	
Maximum number of strings	24
Maximum voltage	1500 V
Fuses size <sup>(NOTE 1)</sup>	15 A up to 22 A
Maximum current per string <sup>(NOTE 2)</sup>	30 A
Connector type <sup>(NOTE 3)</sup>	Cable glands
Cable cross-section	4 ÷ 10 mm <sup>2</sup>
Cable diameter	4.5 ÷ 10.0 mm
Output Ratings	
Maximum current <sup>(NOTE 2)</sup>	240 A
Maximum cable cross-section	300 mm <sup>2</sup>
Cables per pole	1
Cable diameter	54 mm conduit mm
Cables connector type	Conduit fitting
Grounding cable cross-section	35 mm <sup>2</sup>
Dimensions and weight	
Dimensions (width, height, depth)	635x928x314 mm
Weight	42 kg
Additional features	
String current measure	No
Short-circuit protection (fuses)	On both poles
Protective class	II
Load break switch	Yes (315 A)
Load break switch status	Not available
DC over-voltage protection (SPDs)	Yes (Type II)
SPDs status	Not available
Ingress protection degree	IP65 (IP20 while door open)
Lockable enclosure	Yes

Tab. 4 Datasheet quadro di parallelo stringhe

## 2.3 SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC E TRASFORMAZIONE BT/MT

Il sistema di conversione di energia DC/AC scelto, è con inverter centralizzati il cui dimensionamento è stato effettuato con l'intento di consentire il massimo rendimento, semplificare il montaggio e le manutenzioni e garantire la durabilità nel tempo.

A tal fine, la soluzione tecnica scelta prevede che gli inverter centralizzati vengano montati su Power Skids modulari preassemblati e precablati in fabbrica e generalmente composti da un blocco con due inverter (o due blocchi con quattro inverter) di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT, e da un blocco di protezione MT,BT, monitoraggio da remoto e alimentazione ausiliari.

Ciascun blocco è assemblato su base in cemento armato, presagomata per il passaggio dei cavidotti e progettata per il contenimento dell'olio, pertanto non necessita di fondazioni in cemento salvo la predisposizione di un basamento di appoggio da 20/30 cm che sarà realizzato in cemento armato con rete elettrosaldata 20x20φ10.

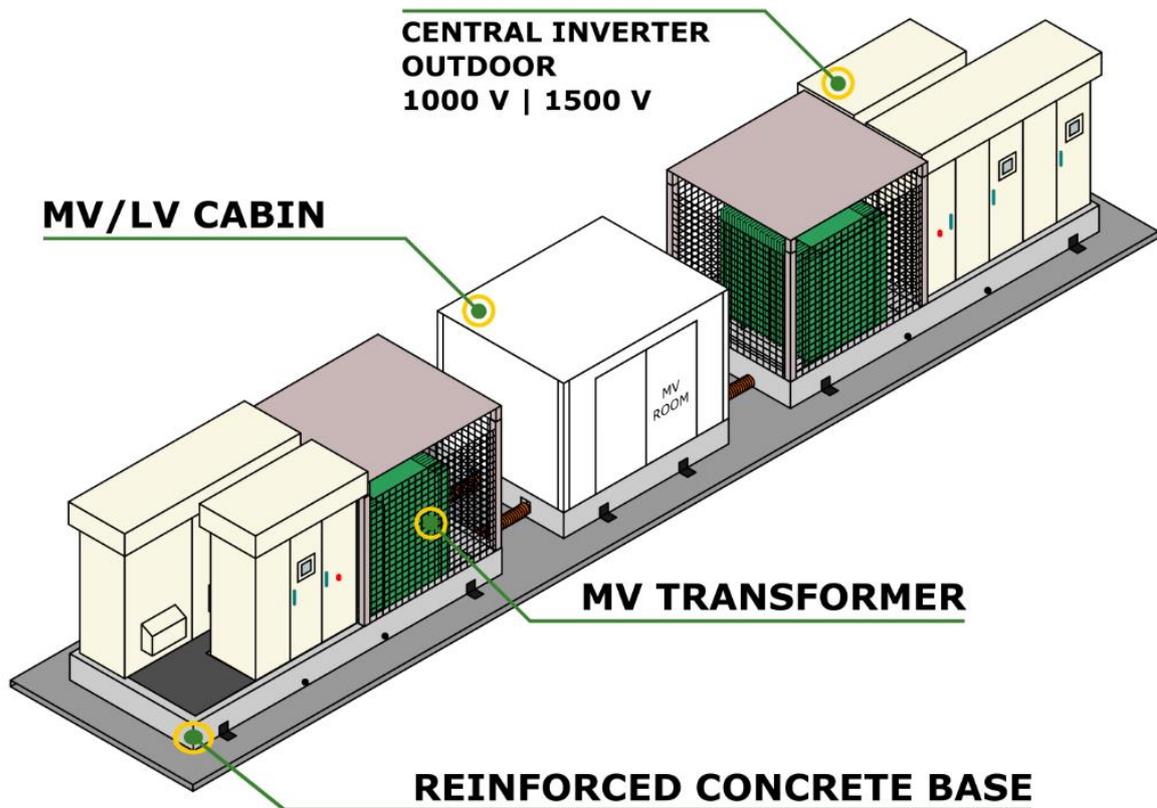


Fig. n°16 Power Skid

La scelta di unità di conversione DC/AC e trasformazione MT/BT centralizzata su power skids oltre a semplificare il montaggio, ridurre i tempi di installazione e agevolare le manutenzioni, ha un notevole vantaggio in termini di riduzione delle volumetrie da realizzare in quanto buona parte dei componenti elettrici sono ubicati all'esterno avendo grado di protezione adeguato.

In ultimo, ma non per importanza, occorre sottolineare che i vantaggi riportati in fase di realizzazione e gestione dell'impianto sono altresì presenti in fase di dismissione dello stesso poiché, essendo strutture pre-cablate sia elettricamente che meccanicamente, i tempi ed i costi per la fase di dismissione a fine vita utile dell'impianto sono anch'essi ridotti.

L'architettura dell'impianto prevede n°3946 stringhe da 26 moduli cadauna collegate a 31 inverter centralizzati di cui rispettivamente:

- ✓ -n°1 aventi potenza di 832 kW @600V
- ✓ -n°2 aventi potenza di 1662 kW @ 600V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 1802 kW @ 650V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 901 kW @ 650V
- ✓ -n°2 aventi potenza di 957 kW @ 690V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 1774 kW @ 640V
- ✓ -n°2 aventi potenza di 887 kW @ 640V

La scelta del numero di inverter da utilizzare è derivata dall'analisi della produttività del campo fotovoltaico nelle condizioni ottimali in modo da selezionare un inverter che, anche nelle condizioni migliori in assoluto, possa erogare in rete praticamente tutta l'energia producibile dal campo in modo da sfruttare al meglio il campo.

Tale condizione è soddisfatta mediante l'utilizzo degli inverter centralizzato sopra meglio dettagliati che, oltre al rispetto della condizione precedente, si interfacciano perfettamente con gli altri parametri elettrici derivanti dalla numero e dalle caratteristiche delle stringhe di moduli fotovoltaici.

Di seguito si allegano le caratteristiche tecniche principali degli inverter selezionati pur tenendo presente che, ugualmente a quanto menzionato per i moduli fotovoltaici, anche gli inverter potrebbero essere sostituiti con altri aventi caratteristiche elettriche diverse pur garantendo la medesima potenza complessiva erogata, ciò in virtù delle disponibilità di mercato ed in particolar modo in funzione dell'evoluzione tecnica.

Principali Configurazioni												
Modello	u.m.	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 600	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 610	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 620	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 630	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 640	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 650	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 660	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 670	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 680	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 690	
Range di tensione MPPT <sup>(1)</sup>	V	880 - 1200	890 - 1200	910 - 1200	920 - 1200	935 - 1200	950 - 1200	960 - 1200	980 - 1200	990 - 1200	1000 - 1200	
Range di tensione MPPT esteso <sup>(1)(2)</sup>	V	860 - 1500	870 - 1500	880 - 1500	900 - 1500	910 - 1500	930 - 1500	940 - 1500	960 - 1500	970 - 1500	980 - 1500	
Tensione Nominale di uscita	V	600 ± 10 %	610 ± 10 %	620 ± 10 %	630 ± 10 %	640 ± 10 %	650 ± 10 %	660 ± 10 %	670 ± 10 %	680 ± 10 %	690 ± 10 %	
Potenza nominale di uscita @ 25°C	kVA	935	951	966	982	998	1013	1029	1044	1060	1076	
Potenza nominale di uscita @ 45°C	kVA	831	845	859	873	887	901	915	928	942	956	
Potenza nominale di uscita @ 50°C	kVA	779	792	805	818	831	844	857	870	883	896	
Caratteristiche Generali												
Numero di MPPT indipendenti	1											
Efficienza di MPPT (Statica / Dinamica)	99.8 % / 99.7 %											
Massima tensione a vuoto	1500 V											
Frequenza Nominale di uscita	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)											
Fattore di potenza <sup>(3)</sup>	Circular Capability											
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C											
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54											
Massima altitudine <sup>(4)</sup>	4000 m											
Massima corrente di CC in ingresso (Isc)	1500 A											
Ripple di tensione	< 1%											
Temperatura Ambiente	25 °C			45 °C					50 °C			
Corrente nominale di uscita	900 A			800 A					750 A			
Soglia di potenza	1% della potenza nominale											
Totale distorsione di corrente AC	≤ 3%											
Max / EU / CEC <sup>(1) (2)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %											
Dimensioni (W x H x D)	2024 x 2470 x 1025 mm											
Peso	1780 kg											
Stop mode / Consumi Notturmi	45 W / 45 W											
Consumi ausiliari	1250 W											

#### NOTES

<sup>(1)</sup> @ V<sub>AC</sub> nominale e cos φ = 1.

<sup>(2)</sup> Con derating sulla potenza erogata

<sup>(3)</sup> Default range: 1 - 0.85 lead/lag

<sup>(4)</sup> Fino a 1000 m senza derating

<sup>(5)</sup> Certificato secondo IEC 61683

Fig. n°17 Caratteristiche elettriche inverter centralizzato

Principali Configurazioni												
Modello	u.m.	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 600	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 610	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 620	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 630	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 640	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 650	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 660	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 670	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 680	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 690	
Range di tensione MPPT <sup>(1)</sup>	V	880 - 1200	890 - 1200	910 - 1200	920 - 1200	935 - 1200	950 - 1200	960 - 1200	980 - 1200	990 - 1200	1000 - 1200	
Range di tensione MPPT esteso <sup>(1)(2)</sup>	V	860 - 1500	870 - 1500	880 - 1500	900 - 1500	910 - 1500	930 - 1500	940 - 1500	960 - 1500	970 - 1500	980 - 1500	
Tensione Nominale di uscita	V	600 ± 10 %	610 ± 10 %	620 ± 10 %	630 ± 10 %	640 ± 10 %	650 ± 10 %	660 ± 10 %	670 ± 10 %	680 ± 10 %	690 ± 10 %	
Potenza nominale di uscita @ 25°C	kVA	1870	1902	1932	1964	1996	2026	2058	2088	2120	2152	
Potenza nominale di uscita @ 45°C	kVA	1662	1690	1718	1746	1774	1802	1830	1856	1884	1912	
Potenza nominale di uscita @ 50°C	kVA	1558	1584	1610	1636	1662	1688	1714	1740	1766	1792	
Caratteristiche Generali												
Numero di MPPT indipendenti	2											
Efficienza di MPPT (Statica / Dinamica)	99.8 % / 99.7 %											
Massima tensione a vuoto	1500 V											
Frequenza Nominale di uscita	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)											
Fattore di potenza <sup>(3)</sup>	Circular Capability											
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C											
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54											
Massima altitudine <sup>(4)</sup>	4000 m											
Massima corrente di CC in ingresso (Isc)	2 x 1500 A											
Ripple di tensione	< 1%											
Temperatura Ambiente	25 °C			45 °C				50 °C				
Corrente nominale di uscita	1800 A			1600 A				1500 A				
Soglia di potenza	1% della potenza nominale											
Totale distorsione di corrente AC	≤ 3%											
Max / EU / CEC <sup>(2)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %											
Dimensioni (W x H x D)	3224 x 2470 x 1025 mm											
Peso	2930 kg											
Stop mode / Consumi Notturmi	90 W / 90 W											
Consumi ausiliari	1800 W											

## NOTES

<sup>(1)</sup> @ V<sub>AC</sub> nominale e cos φ =1.

<sup>(2)</sup> Con derating sulla potenza erogata

<sup>(3)</sup> Default range: 1 - 0.85 lead/lag

<sup>(4)</sup> Fino a 1000 m senza derating

<sup>(5)</sup> Certificato secondo IEC 61683

Fig. n°18 Caratteristiche elettriche inverter centralizzato

Si rimanda alla tavola grafica TAV. FV10 per le caratteristiche dimensionali ed il layout dei vari scomparti in cui è suddivisa la power-skid pre-equipaggiato e pre-cablato in fabbrica.

L'impianto fotovoltaico è organizzato in sei campi ovvero blocco "A", "B", "C", "D", "E" e "F" ciascuno dei quali è suddiviso rispettivamente in n°2 sotto-campi (B1-B2-F1-F2), n° 1 sotto-campo (A1-C1-D1-E1) per un totale complessivo di 8 sotto-campi.

In ogni sotto-campo è presente una power-skid che raggruppa la parte di conversione DC/AC e la parte di trasformazione BT/MT con le relative protezioni, in modo da ottenere in uscita una sistema di generazione a 30 kV che sarà successivamente convogliato nelle sezioni di smistamento / sezionamento per poi conferire l'intera potenza alla sottostazione utente 30/150 kV e da quest'ultima alla nuova stazione elettrica RTN 380/150kV di Cerignola secondo quanto indicato nella STMG di Terna.

Le principali caratteristiche dei componenti delle cabine di trasformazione/conversione sono le seguenti:

➤ **Quadro MT**

- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Grado di protezione IP65 del circuito MV
- Isolamento in gas sigillato ermeticamente
- Tensione di isolamento 36kV
- Tenuta al corto circuito 16kA 1sec
- Corrente nominale fino a 1600A

➤ **Trasformatore MT/BT**

- Rapporto di trasformazione 30/~0,60-0,69 ( $\pm 10\%$ ) kV
- Potenza 1700/2000/2700/2800 kVA
- Frequenza nominale 50 Hz
- Raffreddamento tipo ONAN
- Gruppo di vettoriamento Dyn11
- Classe ambientale E2
- Classe climatica C2

- Comportamento al fuoco F1
  - Temperatura ambiente max 40°C
  - Impedenza di corto circuito 6%
  - Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
  - Configurato per resistere ad alte temperature
- **Trasformatore servizi ausiliari**
- Rapporto di trasformazione 30/0,40kV
  - Potenza 50/150 kVA
  - Frequenza nominale 50 Hz
  - Gruppo di vettoriamento Dyn11
  - Impedenza di corto circuito 4%
- **Inverter**
- Potenza AC fino da 832 a 1802 kVA @45°C
  - Tensione in ingresso lato DC fino a 1500 V
  - Efficienza di MPPT 99.8%-99.7%
  - 1 MPPT
  - 7 input lato DC
  - Grado di protezione IP54
  - Raffreddamento ad aria forzata
  - Derating di potenza per temperature ambiente maggiori di 50 °C
  - Range di temperatura consentita -25 °C ÷ 62°C
- **Controllo e monitoraggio**
- Canali di comunicazione RS485+Ethernet Modbus TCP
  - Regolazione /Controllo della potenza AC RS485 o Ethernet
  - Connessione remota

## 2.4 CABINE DI SMISTAMENTO MT E CABINE DI SERVIZIO

L'impianto fotovoltaico è dotato complessivamente di n°3 cabine di smistamento e n°3 cabine servizio dei singoli campi e più in dettaglio n°1 cabina di smistamento/sezionamento e n°1 cabina di servizio ubicate nel campo "B", n°2 cabine di smistamento/sezionamento ubicate rispettivamente nei campi "C" ed "E" e n°2 cabine di servizio ubicate rispettivamente nei campi "D" ed "F".

Le cabine di smistamento in MT svolgono la funzione di raggruppamento e protezione delle cabine di trasformazione/conversione prima che l'intera potenza venga trasferita, mediante tre cavidotti interrati a 30 kV, alla sottostazione utente per la sua immissione in rete.

L'energia prodotta è consegnata alla rete tramite linea in cavo MT composta da tre terne di cavi a spirale visibile tipo ARE4H5E(X) 18/30(36) kV o similari.

L'impianto di terra delle cabine sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup> interrati ad una profondità di almeno 0,7 m.

Le cabine sono così composte:

a) La Cabina di smistamento/sezionamento ubicata nei campi "A", "C" ed "E" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m. ed è composta da:

- vano quadri MT 36kV;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e misura.

b) La Cabina servizi ausiliari ubicata nei campi "B", "D" ed "F" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m ed è suddivisa in:

- vano quadri BT / TLC;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;

- vano control room;

- vano deposito;

	ID	POTENZA	TENSIONE	CORRENTE I <sub>b</sub>	LUNGHEZZA A LINEA	CAVO ARE4H5E(X) 18/30kV FORMATION E n°x mmq	PORTATA CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO I <sub>n</sub>	CAVI AFFIANCATI [D5-D6-D7]	COEFFICIENTI				CURRENT CARRYING CAPACITIES I <sub>z</sub> =I <sub>n</sub> x K <sub>d</sub> x K <sub>r</sub> x K <sub>p</sub> x K <sub>tt</sub> x K <sub>s</sub>
		[MW]	[KV]	[A]	[m]	[mmq]	[A]	n°	k <sub>d</sub>	k <sub>r</sub>	k <sub>p</sub>	K <sub>tt</sub>	[A]
L10	tratto da Cabina "E sem1" a SEE	14,968	30	<b>303</b>	650	<b>3x1x630</b>	687	3	0,77	0,88	0,96	0,94	<b>420</b>
L11	tratto da Cabina "E sem2" a SEE	11,484	30	<b>233</b>	650	<b>3x1x630</b>	687	3	0,77	0,88	0,96	0,94	<b>420</b>
L12	tratto da Cabina "E sem3" a SEE	10,644	30	<b>216</b>	650	<b>3x1x630</b>	687	3	0,77	0,88	0,96	0,94	<b>420</b>

Tab. n°5 Tabella dei cavi MT esterna al campo per immissione in rete

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

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

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo "B" si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai sottocampi dei blocchi "A" e "B", una linea 30 kV di collegamento alla cabina di smistamento del blocco "E" e una linea 30 kV verso la cabina servizi dei blocchi "A" e "B".

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi dai sottocampi dei blocchi "A" e "B" al blocco "E" con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi alla cabina servizi blocco "A" e "B";
- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo "C" si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai sottocampi dei blocchi "C" e "D", una linea 30 kV di collegamento alla cabina servizi blocchi "C", "D" ed "E" e una linea 30 kV di collegamento alla cabina di smistamento del blocco "E".

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi dai sottocampi dei blocchi "C" e "D" al blocco "E" con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi alla cabina servizi blocco "C", "D" ed "E";
- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo "E" si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai sottocampi dei blocchi "E" e "F", due linee 30 kV provenienti dalle cabine di smistamento "B" e "C", tre linee 30 kV di collegamento alla Sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV (SSEU) e una linea 30 kV in partenza verso la cabina servizi del blocco "F".

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 2 scomparto arrivo cavi dalla cabina di smistamento "B" e "C";
- n. 3 scomparto partenza cavi alla SSEU;
- n. 1 scomparto partenza cavi alla cabina servizi blocco "F";
- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Le principali caratteristiche elettriche dei quadri MT saranno:

- Esecuzione: trifase, blindato, isolato in gas SF6
- Norme di riferimento: CEI EN 62271-200
- Continuità di servizio: LSC 2
- Classe di segregazione: PM
- Qualifica dell'arco: IAC A FL
- Tensione nominale: 36 kV
- Tensione di esercizio: 30 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz / 1 min valore efficace: 50 kV

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

Per quanto concerne il sistema di alimentazione dei servizi ausiliari questo sarà composto per tutti i campi dai seguenti elementi:

- N°1 trasformatore di tensione 30/0,4 kV fino a 400 kVA, isolato in olio minerale e raffreddamento ONAN;
- N°1 quadro BT con
  - o sezione CA 400/230V
  - o Sezione CC 110V
- N°1 contatore statico multifunzionale ad uso UTF

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti fotovoltaici così da soddisfare i requisiti imposti dalla rete e quindi dal punto di connessione e dai gestori dell'impianto.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che sarà di

fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

La struttura della cabina è del tipo monoblocco scatolare costituito dal pavimento e quattro pareti con tetto rimovibile e viene realizzata con calcestruzzo confezionato in stabilimento mediante centrale di betonaggio automatica e additivato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti: ciò permette di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità e protezione dall'esterno.

L'armatura è realizzata con rete elettrosaldata a doppia maglia, irrigidita agli angoli da barre a doppio T, onde conferire al manufatto una struttura monolitica e una gabbia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura (gabbia di Faraday).

Lo spessore delle pareti laterali è di 13 cm alla base in prossimità del pavimento e di 10 cm in prossimità del tetto.

Il pavimento, costituito da una soletta piana dello spessore di 12 cm, è dimensionato per sostenere il carico trasmesso dalle apparecchiature elettromeccaniche.

Il tetto costituito da una soletta piana dello spessore di 13 cm, realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato, è impermeabilizzato mediante guaina ardesiata dello spessore di 4mm; lo stesso, ancorato alla struttura mediante delle piastre, è smontabile, quando necessario, per agevolare l'ingresso e l'uscita delle apparecchiature.

Gli elementi costruttivi ed in particolare la copertura e le pareti della cabina risultano conformi ai requisiti di resistenza al fuoco ai sensi del D.M. 16/02/2007, rispettivamente per le classi REI 60 e REI 30 conservando per 60 e 30 minuti la resistenza meccanica, la tenuta e l'isolamento termico alle fiamme e ai gas caldi in emergenza d'incendio.

Le cabine sono prodotte in serie dichiarata in conformità all'attestato di qualificazione dei prodotti e dello stabilimento di produzione, rilasciata dal MM LL PP servizio tecnico centrale di Roma.

## Dati di progetto

- ✓ Classe d'uso: Cl II "costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti"
- ✓ Vita Nominale  $\geq 50$  anni.
- ✓ Azione del vento spirante a 190 daN/m<sup>2</sup>;
- ✓ Azione sismica valutata per zone di 1<sup>a</sup> categoria;
- ✓ Carico neve sulla copertura 480 daN/m<sup>2</sup>;
- ✓ Carico permanente, uniformemente distribuito di 600 Kg/m<sup>2</sup>;
- ✓ carico mobile, tale da poter posizionare ovunque un carico di 4500 daN/m<sup>2</sup> localizzati, comunque distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di lato 1x1m.

## Caratteristiche dei materiali da costruzione

- ✓ Calcestruzzo classe C 32/40 Rck 400 kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Acciaio e rete elettrosaldata B450C .

## Dimensioni

Le dimensioni standard sono tali da permettere il trasporto senza scorta né permessi speciali.

L'altezza esterna standard è di m 2,55 e può variare, a seconda delle esigenze, fino a raggiungere l'altezza di m 3,00.

La larghezza è di m 2,50 mentre la lunghezza varia da m 2.38 a m 6.76.

La realizzazione delle cabine di smistamento e di servizio avviene affiancando più box singoli, mediante un idoneo giunto tecnico, aprendo le due pareti adiacenti creando un unico locale.

Come già indicato per le power skids, queste andranno posate su un magrone di sottofondazione in cemento armato con rete elettrosaldato 20x20φ10, previa realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 60 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina.

Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno.

Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica.

Le cabine sono rifinite, sia internamente che esternamente, e tinteggiate con pitture murali plastiche idrorepellenti costituite da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi, coloranti e additivi, al fine di assicurare il perfetto ancoraggio sul manufatto e la resistenza agli agenti atmosferici, anche in ambienti industriali e marini.

Per il montaggio degli infissi vengono disposti appositi controtelai che garantiscono la collocazione di infissi in vetroresina, alluminio etc.

Il colore standard è definito nella scala RAL:

- ✓ pareti interne: Bianco RAL 9010
- ✓ pareti esterne: Beige Marrone RAL 1011
- ✓ copertura (tetto): Grigio Argento RAL 7001

## **Infissi**

Nelle normali condizioni di funzionamento le cabine sono progettate per garantire un sistema di ventilazione naturale ottenuto con griglie di areazione e aperture sulle porte.

## **Impianto elettrico e di terra interno alla cabina**

Le cabine vengono corredate d'impianto elettrico sfilabile con tubazioni sottotraccia, atto a determinare idonea illuminazione dei locali, illuminazione di emergenza, prese di servizio e collettore di terra; quest'ultimo è costituito da una barra in rame collegata all'intera struttura che garantisce il nodo equipotenziale.

## **Vasca prefabbricata**

La struttura è realizzata in calcestruzzo armato vibrato, avente una resistenza a compressione a 28gg di stagionatura pari a  $R_{ck} 40 \text{ kg/cm}^2$ , additivato con superfluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

Lo spessore del fondo della vasca è di 12 cm mentre le pareti laterali misurano 10/13 cm.

L'armatura della struttura è realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato.

Tale manufatto realizza alla base della cabina, una intercapedine di 60 cm di altezza in grado di garantire la massima flessibilità per quanto riguarda la distribuzione dei cavi.

Sulle pareti verticali della vasca di fondazione, vengono predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita tali da poter rendere agevole l'innesto delle canalizzazioni per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica.

Vengono altresì predisposti dei punti prestabiliti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

## **Riferimenti Normativi**

- ✓ CEI EN 62271-202 (17-103) Sottostazioni prefabbricate ad Alta tensione/bassa tensione;
- ✓ CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT

- ✓ delle imprese distributrici di energia elettrica;
- ✓ CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica.

Linee in cavo.

## Riferimenti legislativi

- ✓ Testo Unico Sicurezza 81/08;
- ✓ DM 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni.

## 2.5 SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE

Il progetto prevede l'installazione di 1.590 tracker monoassiali di cui n°1401 da 52 moduli e n°189 da 26 moduli disposti in configurazione 2P, ovvero due moduli in verticale rispetto all'asse di rotazione della struttura) per un totale complessivo di 77.766 moduli fotovoltaici e quindi una potenza complessiva di generazione di **44.715 kWp**.

<b>CER01</b>							
	<b>TOTALE</b>	<b>BLOCCO "A"</b>	<b>BLOCCO "B"</b>	<b>BLOCCO "C"</b>	<b>BLOCCO "D"</b>	<b>BLOCCO "E"</b>	<b>BLOCCO "F"</b>
<b>POTENZA TOTALE [kWp]</b>	<b>44715</b>	<b>5068</b>	<b>13171</b>	<b>4724</b>	<b>4754</b>	<b>4350</b>	<b>12648</b>
<b>NUMERO DI MODULI</b>	<b>77766</b>	<b>8814</b>	<b>22906</b>	<b>8216</b>	<b>8268</b>	<b>7566</b>	<b>21996</b>
<b>POTENZA MODULO FOTOVOLTAICO [Wp]</b>	<b>575</b>	<b>575</b>	<b>575</b>	<b>575</b>	<b>575</b>	<b>575</b>	<b>575</b>
<b>NUMERO DI TRACKER DA 52 MODULI</b>	<b>1401</b>	<b>169</b>	<b>407</b>	<b>145</b>	<b>152</b>	<b>127</b>	<b>401</b>
<b>NUMERO DI TRACKER DA 26 MODULI</b>	<b>189</b>	<b>1</b>	<b>67</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>37</b>	<b>44</b>

Tab. n°6 Tabella riepilogativa tracker

L'impianto fotovoltaico in progetto prevede il montaggio dei pannelli fotovoltaici della potenza unitaria di 575Wp su idonee strutture di fissaggio che consentono l'inseguimento del sole lungo una direzione (tracker monoassiali E-O) e che orientano i moduli fotovoltaici in funzione della posizione del sole garantendo così un aumento della producibilità nell'arco della giornata rispetto ai sistemi fissi.

Nei vari sotto campi che costituiscono il parco in oggetto, i tracker monoassiali lavorano singolarmente ed il movimento è regolato da un unico motore (anche del tipo autoalimentato) per tracker dotato di sistema backtracking per la massimizzazione della producibilità del sistema mentre i vari tracker comunicano tra loro con un sistema ibrido radio e RS485.

I tracker monoassiali sono costituiti da strutture a telaio metallico, in acciaio zincato a caldo, costituito da pali infissi nel terreno con una trave di collegamento superiore rotante sulla quale sono fissati i pannelli fotovoltaici.

Il range di rotazione del tracker oscilla tra + 60° e - 60° mediante controllo software che ottimizza durante l'arco della giornata l'orientamento e massimizza la producibilità.

Il software di gestione include anche il sistema di backtracking che, onde evitare ombreggiamenti reciproci tra file di tracker, interviene riducendo la radiazione solare sulla superficie dei moduli rispetto all'orientamento ottimale ma aumenta comunque l'efficienza complessiva del sistema in quanto per effetto della riduzione dell'ombreggiamento ottimizza la producibilità stessa e quindi l'output complessivo del sistema.

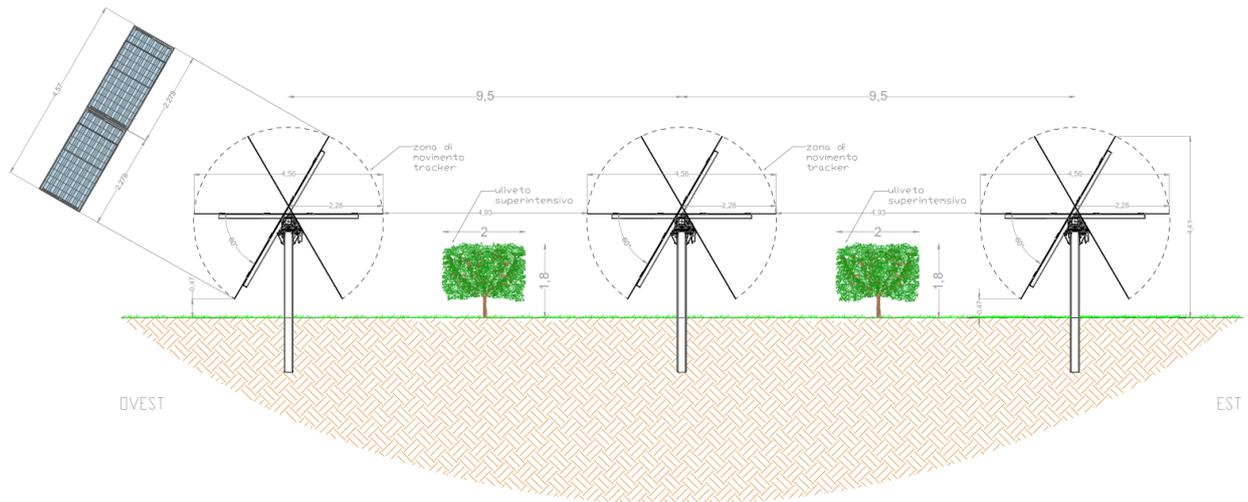


Fig. n°19 Pitch dei tracker

Dal punto di visto strutturale i tracker resistono a velocità del vento fino a 55 km/h orientando la struttura nella posizione ottimale che minimizza le sollecitazioni dovute all'azione del vento.

L'installazione dei tracker avviene tramite macchinari battipalo che infiggono i pali ad una profondità mediamente pari a 1,5 metri, riducendo le movimentazioni di terra e l'uso di cemento, anche se in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche del terreno e in funzione dei calcoli strutturali, tale profondità potrebbe subire modifiche in termini di profondità di infissione.

## MAIN FEATURES

<b>Tracking System</b>	Horizontal Single-Axis with independent rows		
<b>Tracking Range</b>	120° +		
<b>Drive System</b>	Enclosed Slewing Drive, DC Motor		
<b>Power Supply</b>	AC/DC Universal Input Optional: Self-Powered PV Series		
<b>Tracking Algorithm</b>	Astronomical with TeamTrack Backtracking		
<b>Communication</b>	Wire RS-485 Full Wired Optional: Wireless Hybrid Radio + RS-485 Cable		
<b>Wind Resistance</b>	Per Local Codes		
<b>Land Use Features</b>	Independent Rows YES Slope North-South 17% Slope East-West Unlimited Ground Coverage Ratio Configurable. Typical range: 28-50%		
<b>Foundation</b>	Driven Pile   Ground Screw   Concrete		
<b>Temperature Range</b>	Standard - 4°F to +131°F   -20°C to +55°C Extended -40°F to +131°F   -40°C to +55°C		
<b>Availability</b>	>99%		
<b>Modules</b>	Standard: 72 cells   Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others); Bifacial		

## MODULE CONFIGURATIONS

1000V	Length	Height	Width	1500V	Length	Height	Width
<b>2x38</b>	38.1 m (124' 12")	3.95 m (12' 12")	3.92 m (12' 12")	<b>2x42</b>	42.1 m (138' 12")	3.95 m (12' 12")	3.92 m (12' 10")
				<b>2x43.5</b>	44.1 m (144' 8")		
<b>2x40</b>	40.1 m (131' 7")			<b>2x45</b>	45.1 m (147' 12")		

Tab. n°7 Caratteristiche tecniche tracker

I componenti principali del sistema sono:

- ✓ pali infissi nel terreno;
- ✓ travi orizzontali;
- ✓ giunti di rotazione;
- ✓ elementi vari di collegamento travi;
- ✓ elementi di supporto e di fissaggio dei moduli fotovoltaici

Le strutture sono dimensionate per supportare i carichi trasmessi dai pannelli e le sollecitazioni esterne a cui sono sottoposti (vento, neve, etc.) secondo le normative vigenti (Eurocodici, Norme ISO, ecc).

## 2.6 CAVI

### 2.6.1 SPECIFICHE TECNICHE

**2.6.1.1** I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:

- tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con  $U_0/U = 300/500, 450/750$  e  $0,6/1$  Kv;
- tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U = 450/750$  V;
- tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
- tipo D: cavi con tensioni nominali  $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$  kV.

**2.6.1.2** I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00722 (HD 308).

Per tutti i cavi unipolari senza guaina sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:

- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;
- colore blu per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e nero (polo negativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00721.

Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:

- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro.

Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase.

In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone; sono vietati i singoli colori verde e giallo.

**2.6.1.3** I cavi elettrici, anche quelli soggetti a marcatura CE per la Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE, dovranno essere marcati CE anche ai sensi del Regolamento CPR (UE ) 305/2011, inerente i cavi destinati ad essere incorporati in modo permanente in opere di costruzione o in parte di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse .

I cavi soggetti al CPR devono obbligatoriamente essere marcati con:

- identificazione di origine composta dal nome del produttore o del suo marchio di fabbrica o (se protetto legalmente ) dal numero distintivo;
- descrizione del prodotto o sigla di designazione;
- la classe di reazione al fuoco.

Essi, inoltre, possono anche essere marcati con i seguenti elementi:

- informazione richiesta da altre norme relative al prodotto;
- anno di produzione;
- marchi di certificazione volontaria ad esempio il marchio di qualità IMQ EFP;
- informazioni aggiuntive a discrezione del produttore, sempre che non siano in conflitto né confondano le altre marcature obbligatorie.

La norma CEI EN 50575 specifica per i cavi soggetti a CPR:

- i requisiti di prestazione alla reazione al fuoco;
- le prove di comportamento al fuoco da effettuare;
- i metodi di valutazione e verifica della costanza delle prestazioni.

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi conformi alla norma CEI 20-35 (EN 60332-1), che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio conformi alla normativa CEI 20-22 (EN 60332-3), che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi montati a fascio;
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi, rispondenti alla norma CEI 20-35 (EN 60332) per la non propagazione dell'incendio e alle norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi resistenti al fuoco conformi alle norme della serie CEI 20-36 (EN 50200- 50362), che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio.

**2.6.1.4** I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

**a. requisiti generali:**

CEI-UNEL 00722 – Identificazione delle anime dei cavi;

CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici;

CEI EN 50334 - Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici;

CEI-UNEL 35024-1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35024-2 - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35026 - Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata;

CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;

CEI 20-21 (serie ) - Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente;

CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;

CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;

CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione;

CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione;

**b. cavi tipo A** (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali  $U_0/U = 300/500, 450/750$  e  $0,6/1$  kV:

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale  $U_0/U: 0,6 / 1$  kV;

CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U: 0,6/ 1$  kV;

CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale  $U_0/U: 0,6 / 1$  kV;

CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro ). Tensione

nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;

CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni;

**c. cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi.** Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV:

CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;

CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;

CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;

CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;

CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6 / 1 kV;

CEI EN 50525 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas

tossici e corrosivi;

CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti senza alogeni. Cavi con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35371 - Cavi per comando e segnalamento isolati con gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV;

IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V - FROR 450/750 V;

IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH). Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750 V - FM9OZ1 - 450/750 V - LSOH.

**d. cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U = 450/750$  V:**

CEI EN 50525-2-31 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

Cavi per applicazioni generali - Cavi unipolari senza guaina con isolamento termoplastico in PVC;

CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;

CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;

CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio

senza alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;

IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750 V;

**e. cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco:**

CEI 20-39/1 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V;

CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale  $U_0/U$  di 0,6/1 kV;

**f. cavi tipo D**

(II categoria) = cavi con tensioni nominali  $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$  kV:

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV).

**2.6.1.5** I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186/1968 e ss.mm.ii..

**2.6.1.6.** Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione.

In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: 1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia;
- conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di

fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm.

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

Il conduttore di terra potrà essere:

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente e non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro zincato;
- non protetto contro la corrosione e non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (ferro);
- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella CEI-UNEL 3502. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Il conduttore PEN (solo nel sistema TN) sarà non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> (rame).

I conduttori equipotenziali principali saranno non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame).

Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame).

I conduttori equipotenziali supplementari dovranno essere:

- fra massa e massa, non inferiori alla sezione del conduttore di protezione minore;
- fra massa e massa estranea, di sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiori a 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetti meccanicamente, e a 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetti meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

## **2.6.2 CAVI BT**

I cavi utilizzati per il cablaggio delle stringhe, per il collegamento delle stringhe al quadro di parallelo stringhe (string box) e tra le string box e le sezioni di ingresso degli inverter centralizzati sono conduttori a doppio isolamento o equivalente idonei all'uso per campi fotovoltaici del tipo H1Z2Z2-K le cui caratteristiche tecniche sono di seguito elencate:

### **-Descrizione**

Conduttore: rame stagnato, formazione flessibile, classe 5

Isolamento: miscela speciale reticolata HT-PVI (LSOH)

Guaina: miscela speciale reticolata HT-PVG (LSOH)

Colore: nero, rosso, blu LSOH = Low Smoke Zero Halogen

### **-Normativa di riferimento**

CEI EN 50618

EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016

Resistenza raggi UV: HD 605-A1

Resistenza ozono: CEI EN 50396

Resistenza alla sollecitazione termica: CEI EN 60216-1

Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 3)

## -Caratteristiche funzionali

Tensione nominale U<sub>0</sub> 1000V(AC) 1500V(DC)

Tensione nominale U 1000V(AC) 1500V(DC)

Tensione di prova 6500 V AC

Tensione massima U<sub>m</sub> 1200V(AC) 1800V(DC Anche verso Terra)

Temperatura massima di esercizio +90°C +120°C sul conduttore

Temperatura massima di corto circuito +250°C/5s

Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -40°C

Temperatura minima di installazione e maneggio -40°C to +90°C

## -Caratteristiche particolari

Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216-1)

La sezione dei cavi prevista per i vari collegamenti sarà calcolata:

- in modo da ridurre al minimo la caduta di tensione;
- in modo tale che gli effetti termici sugli isolamenti in condizioni ordinarie di esercizio consentano una vita prolungata dei conduttori;
- in modo tale che la portata del cavo sia maggiore della corrente di corto circuito delle stringhe.

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Diametro esterno Massimo	Peso indicativo del cavo	Resistenza elettrica a 20 °C	Portata di Corrente ammissibile a 60 °C	Portate di corrente in CC interrato a 20 °C
Cores number	Nominal Section	Approx conductor diameter	Insulation medium thickness	Maximum external diameter	Approx cable weight	Electric resistance at 20 °C	Current carrying capacities 60 °C	Current carrying buried 20 °C
(N°)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ohm.km)	(A)	(A)
Unipolare / Single core								
1x	2.5	2.0	0.7	5.4	42.5	8.21	41	32
1x	4 #	2.5	0.7	6.6	58.2	5.09	55	41
1x	6 #	3.0	0.7	7.4	79.4	3.39	70	52
1x	10 #	3.9	0.7	8.8	128.4	1.95	98	70
1x	16 #	5.0	0.7	10.1	184.5	1.24	132	91
1x	25	6.4	0.9	12.5	276.8	0.795	176	118
1x	35	7.7	0.9	14.0	368.8	0.565	218	144
1x	50	9.2	1.0	16.3	557	0.393	276	178
1x	70	11.0	1.1	18.7	767	0.277	347	218
1x	95	12.5	1.1	20.8	989.6	0.210	416	258
1x	120	14.2	1.2	22.8	1232.8	0.164	488	298
1x	150	15.8	1.4	25.5	1540	0.132	566	386
1x	185	17.5	1.6	28.5	1833	0.108	644	515
1x	240	20.1	1.7	32.1	2450	0.0817	775	620

Tab.8 Tabella sezioni cavi

### **2.6.3 CAVI MT**

I cavi in media tensione verranno utilizzati per il collegamento dei trasformatori delle power conversion units / power skid alle cabine di smistamento e sezionamento di ciascun blocco e per il trasporto dell'energia dalle cabine di smistamento e sezionamento alla sottostazione utente 30/150kV prima dell'immissione in rete.

	ID	POTENZA	TENSIONE	CORRENTE I <sub>b</sub>	LUNGHEZZA A LINEA	CAVO ARE4H5E(X) 18/30kV FORMATION E n°x mmq	PORTATA CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO I <sub>n</sub>	CAVI AFFIANCATI [D5-D6-D7]	CURRENT CARRYING CAPACITIES I <sub>z</sub> =I <sub>n</sub> x K <sub>d</sub> x K <sub>r</sub> x K <sub>p</sub> x K <sub>tt</sub> x K <sub>s</sub>
		[MW]	[KV]	[A]	[m]	[mmq]	[A]	n°	[A]
L01	A1- Cab."B"	4,156	30	<b>84</b>	370	<b>3x1x300</b>	463	1	<b>368</b>
L02	B2 - B1	5,406	30	<b>110</b>	80	<b>3x1x300</b>	463	1	<b>368</b>
	B2-Cab."B"	10,812	30	<b>219</b>	230	<b>3x1x300</b>	463	1	<b>368</b>
L03	C1-Cab."C"	3,828	30	<b>78</b>	340	<b>3x1x300</b>	463	1	<b>368</b>
L04	D1-Cab."C"	3,828	30	<b>78</b>	685	<b>3x1x300</b>	463	1	<b>368</b>
L05	E1 - Cab. "E"	3,828	30	<b>78</b>	250	<b>3x1x300</b>	463	1	<b>368</b>
L06	F2 - F1	5,322	30	<b>108</b>	420	<b>3x1x300</b>	463	1	<b>368</b>
L07	tratto da Cabina "B" a cabina "E"	14,968	30	<b>303</b>	2908	<b>3x1x630</b>	687	3	<b>420</b>
L08	tratto da Cabina "C" a cabina "E"	7,656	30	<b>155</b>	246	<b>3x1x300</b>	463	3	<b>283</b>
L09	tratto da Cabina "F1" a cabina "E"	10,644	30	<b>216</b>	715	<b>3x1x630</b>	687	3	<b>420</b>
L10	tratto da Cabina "E sem1" a SEE	14,968	30	<b>303</b>	650	<b>3x1x630</b>	687	3	<b>420</b>
L11	tratto da Cabina "E sem2" a SEE	11,484	30	<b>233</b>	650	<b>3x1x630</b>	687	3	<b>420</b>
L12	tratto da Cabina "E sem3" a SEE	10,644	30	<b>216</b>	650	<b>3x1x630</b>	687	3	<b>420</b>

Tab. 9 Tabella dei cavi MT interni ed esterni ai blocchi

I cavi utilizzati sono del tipo ARE4H5EX 18/30(36)kV o similari ovvero cavi a 30 kV tripolari a spirale visibile con isolamento xlpe a spessore ridotto, guaina di alluminio e

guaina a spessore maggiorato, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto.

## CARATTERISTICHE

Caratteristiche di costruzione	
Materiale del conduttore	Aluminum
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta classe 2
Materiale del semi-conduttore interno	Mescola semiconduttrice
Isolamento	XLPE
Materiale del semi-conduttore esterno	Mescola semiconduttrice
Materiale per la tenuta dell'acqua	Semiconducting swelling tape
Schermo	Longitudinal aluminium tape
Guaina esterna	PE
Colore guaina esterna	Rosso
Caratteristiche d'utilizzo	
Massima forza di tiro durante la posa	50.0 N/mm <sup>2</sup>
Temperatura massima di servizio del conduttore	90 °C
Temperatura massima di cortocircuito del conduttore	250 °C
Temperatura d'installazione minima	-20 °C
Fattore di curvatura durante l'installazione	20 (xD)
Fattore di curvatura per installazione fissa	15 (xD)
Tenuta d'acqua radiale	Yes
Tenuta d'acqua longitudinale	Yes

Tab. 10 Caratteristiche cavo MT

### 2.6.4 CAVI AT

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 150 kV, in formazione 3x1x1600 mm<sup>2</sup>, posati ad una profondità minima di 1,50 m.

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17):

- ✓ Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- ✓ Perdite di potenza minori del 5%.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche del cavo:

- Conduttore: alluminio
- Sezione: 1 x 1600 mm<sup>2</sup>
- Isolante: XLPE
- Schermo: fili di rame e nastro di alluminio
- Guaina: PVC
- Temperatura massima del conduttore: 90 °C
- Temperatura massima del conduttore in regime di corto circuito (0,5 s): 250 °C
- Tensione nominale d'isolamento: 87/150 kV
- Tensione massima continuativa (Um) 1: 70 kV
- Gradiente elettrico massimo a U<sub>o</sub>: 6.7 kV/mm
- radiente elettrico minimo a U<sub>o</sub>: 4.0 kV/mm
- Norma di riferimento: IEC60840

Di seguito si riporta la sezione tipica e la scheda tipica del cavo AT previsto:

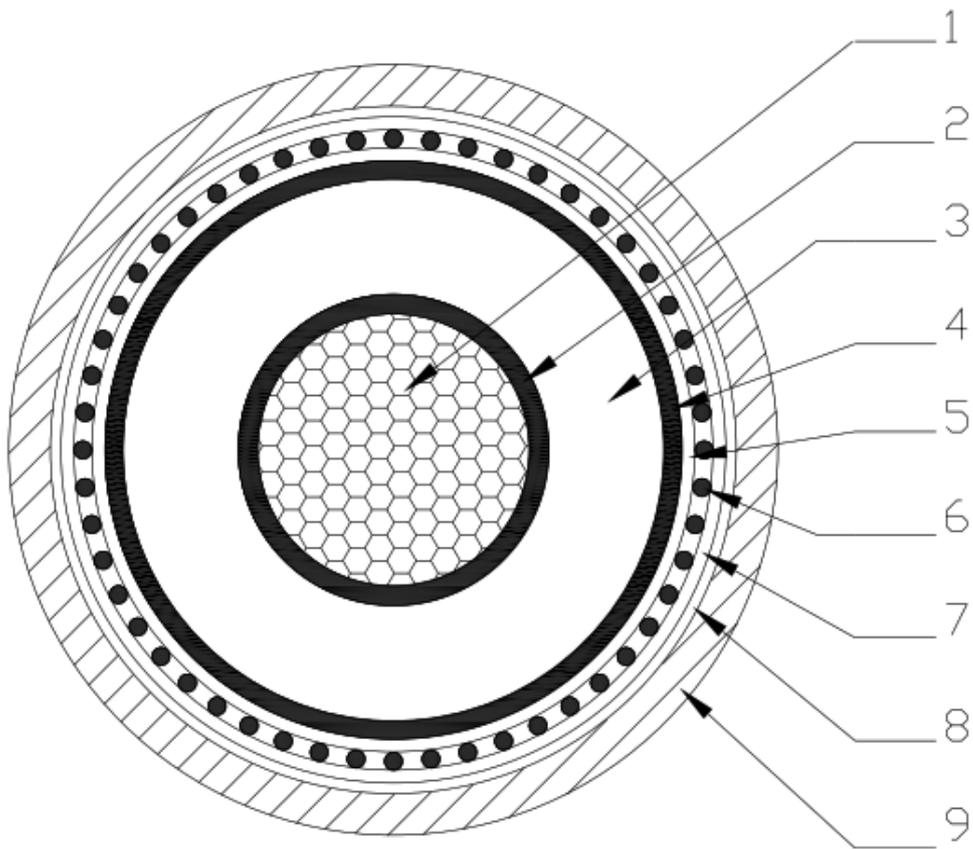


Fig. 20 Stratigrafia cavo AT

<b>Rif.</b>	<b>Strato</b>	<b>Descrizione</b>
1	Conduttore	Corda rotonda compatta a fili di alluminio
2	Schermo semiconduttivo	Polimero semiconduttivo estruso
3	Isolamento	XLPE
4	Schermo semiconduttivo	Polimero semiconduttivo estruso
5	Tamponamento longitudinale	Nastro igroespandente
6	Schermo metallico	Fili di rame + nastro di alluminio
7	Tamponamento longitudinale	Nastro igroespandente
8	Guaina metallica	Nastro di alluminio
9	Guaina esterna	Guaina di polietilene grafitata



Cables for a moving world

Codice/code ARE4H1H5E 87/150 kV 1X1600	DOCUMENTO / DOCUMENT ARE4H1H5E 87-150 KV 1X1600_rev2A	DATA/DATE 11/05/2021	REV 2A
---	--	-------------------------	-----------

U.M.

LONGITUDINALLY WATER BLOCKED CONDUCTOR			
Material		Stranded aluminium (Cl. 2)	
Nominal cross section	mm <sup>2</sup>	<b>1X1600</b>	
TRATOS CODE		210872	
Nominal diameter	mm	49,0	
Max. resistance at 20°C	Ω/km	0,0186	
CONDUCTOR SCREEN			
Type		Extruded semiconductor layer	
Nominal thickness	mm	1,5	
Colour		Black	
INSULATION			
Material		XLPE	
Nominal thickness	mm	17,0	
Nominal diameter	mm	88,0	
Colour		Natural	
INSULATION SCREEN			
Type		Extruded semiconductor layer bonded	
Nominal thickness	mm	1,5	
Colour		Black	
WRAPPING			
Type		Semiconductive water blocking tape	
INNER SCREEN			
Formation		Aluminium wires Semiconductive water blocking tape	
Nominal diameter	mm	103,0	
OUTER SCREEN			
Type		Copolymer coated aluminium tape	
Nominal thickness	mm	0,20	
OUTER SHEATH			
Material		<b>MD PE + semiconductive layer</b>	
Nominal thickness	mm	4,5	
Nominal diameter	mm	113,0	
Nominal weight	Kg/km	13.085	

GENERAL CHARACTERISTICS		
Min. Bending radius	mm	20 x Ø
Max. conductor short-circuit current (initial temp. 90°C; final temp 250°C)	kA/0,5"	208
Max. conductor resistance at 90°C 50 Hz	Ω/Km	0,0273
Max. screen resistance at 20°C (inner + outer)	Ω/Km	0,124
Max. screen short-circuit current (initial temp. 80°C; final temp 250°C)	kA/0,5"	31,5
Current carrying capacity, Depth of laying 1,2 m, Ground temp. 20°C	A	1.000
Thermal resistivity 1°C m/W cross bonding, flat		
Nominal capacitance	µF/km	0,270
Nominal reactance	Ω/km	0,122

Tab. 11 estratto datasheet cavo AT

Il cavo sarà interrato alla profondità di circa 1,50 m, con disposizione delle fasi a trifoglio affiancate tranne in corrispondenza dei giunti dove la disposizione sarà ancora in piano ma ogni fase risulterà distanziata dalla attigua di almeno 25 cm.

Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Per le diverse pose si vedano documenti allegati. Di seguito si riporta la posa tipica prevalente sotto strada.

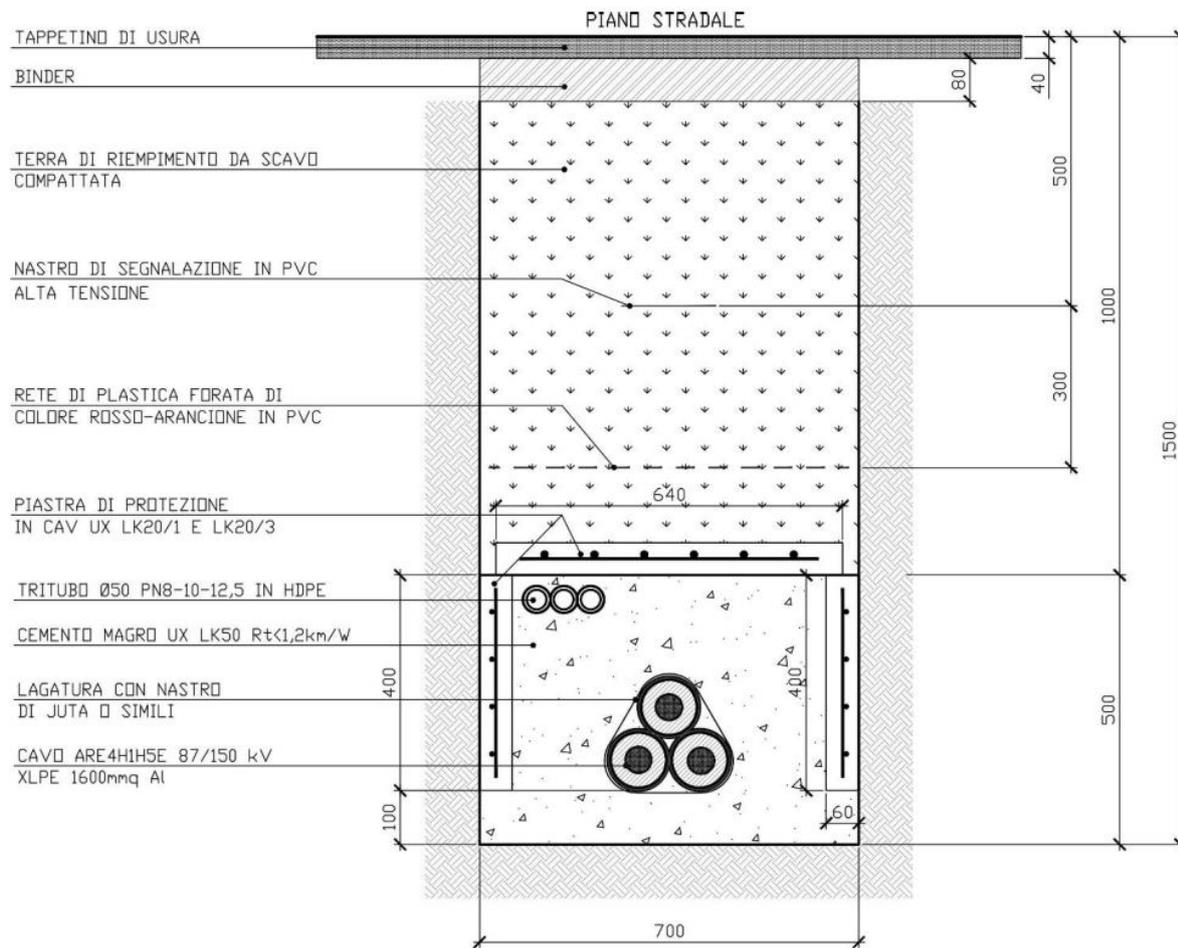


Fig. 21 – Sezione di posa a trifoglio sotto strada

In caso di percorsi maggiori di 500-700 metri il cavo sarà giuntato a seconda della lunghezza massima di bobine mediante giunti da installare in apposite buche giunti con annessi pozzetti dove installare le cassette per sezionamento degli schermi.

Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e delle pezzature delle bobine di cavo.

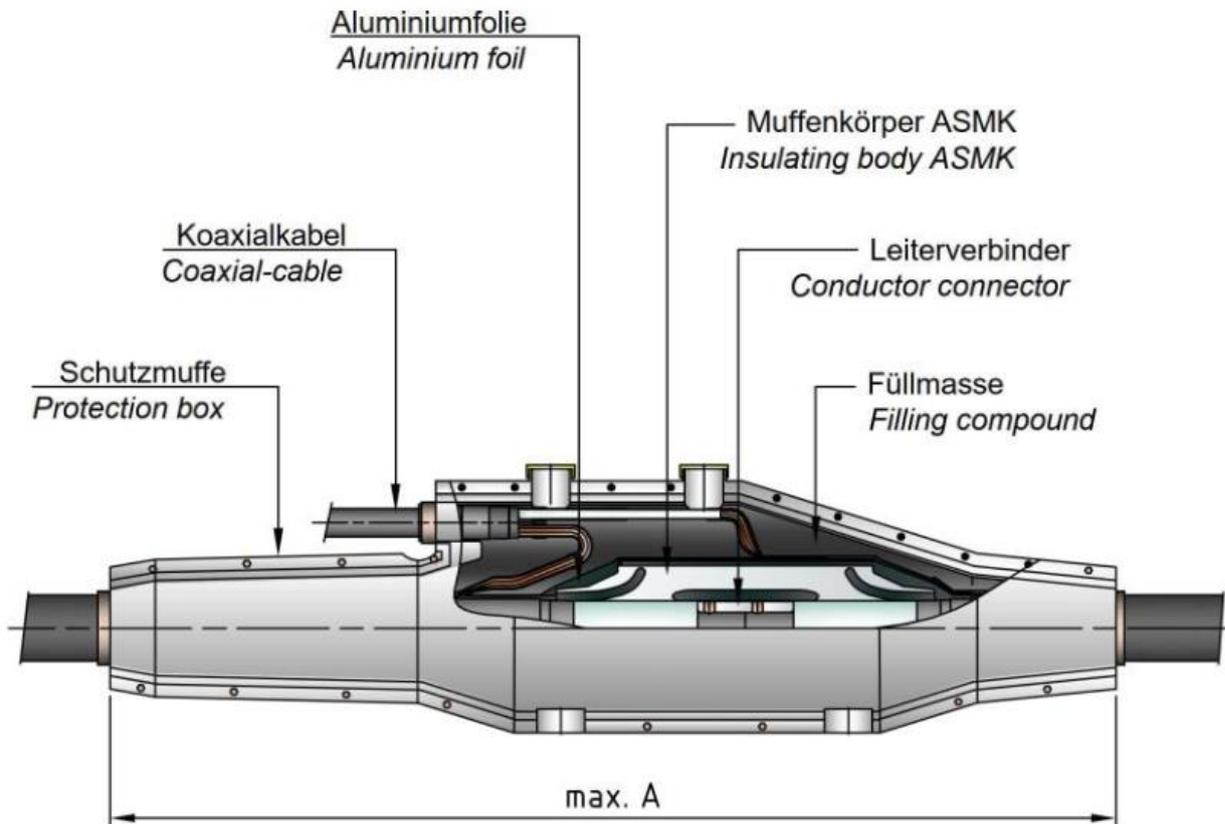


Fig. 22 – Tipico giunto per cavo AT

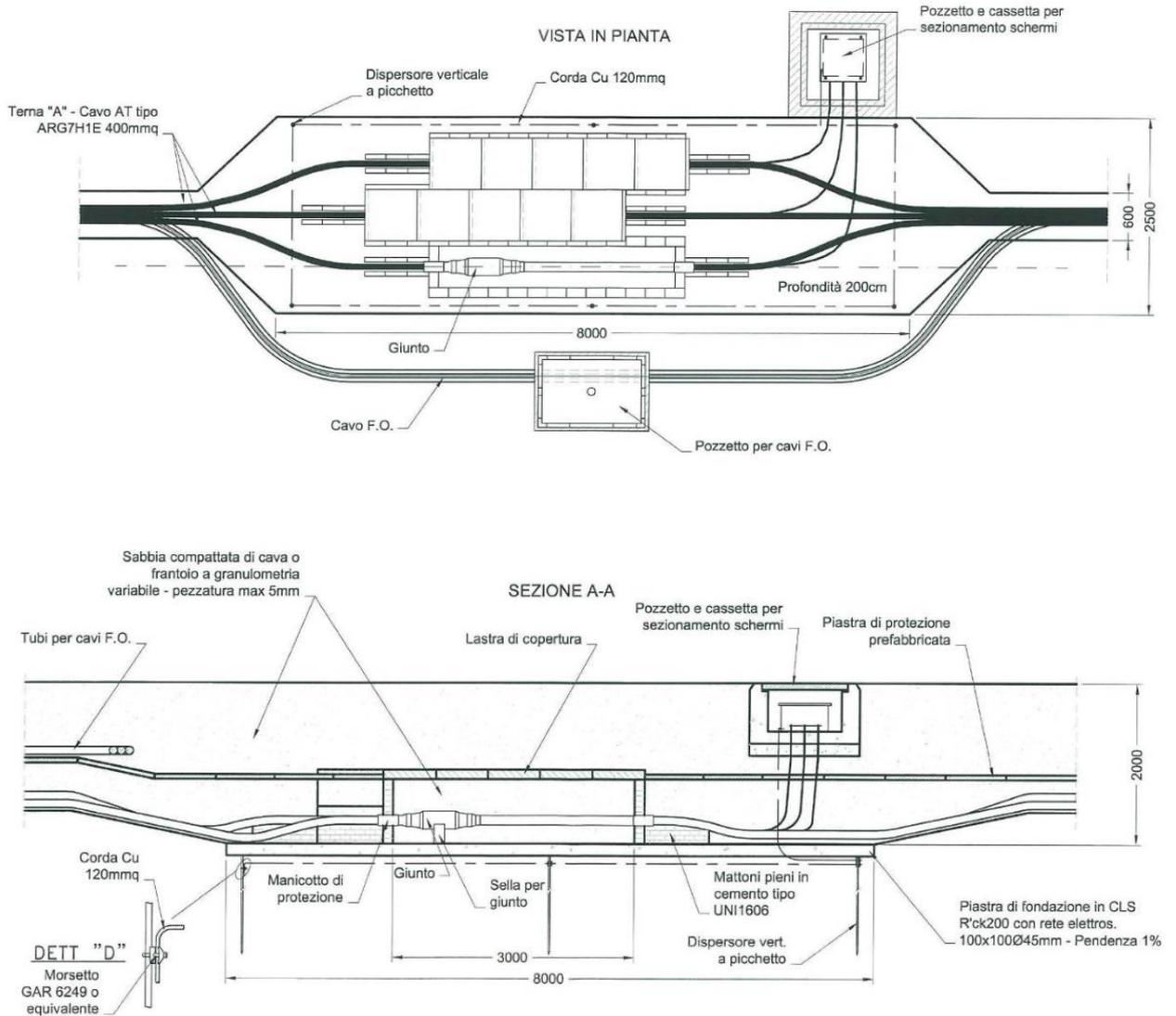


Fig.23 – Tipica buca giunti

Sono previsti i test come da Standard IEC 60840, in particolare si provvedere la prova in corrente alternata come da articolo 15.2 della suddetta Norma.

La prova potrà essere realizzata secondo due modalità alternative (da concordare):

- Applicazione di forma d'onda sostanzialmente sinusoidale con frequenza compresa tra 20 Hz e 300 Hz ed ampiezza 150 kV (fase - terra) per 1h
- Applicazione di tensione 87 kV (fase – terra) per 24 h

La prova in corrente continua degli schermi sarà eventualmente da concordare (articolo 15.1).

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la stazione elettrica di trasformazione SSE-U 30/150 kV e la stazione elettrica SSE-R 150kV, costituito da un cavo a più fibre ottiche.

## **2.7 RECINZIONE E ILLUMINAZIONE DELL'IMPIANTO**

L'intera area è perimetrata con rete in maglie metalliche di altezza pari a metri 2,00 fuori terra con sistema anti-scavalco realizzato mediante offendicola in rete elettrosaldata a maglia 10x10 filo 5 con ponte ecologico per piccola fauna avente 200 mm di altezza e passaggio ogni 50 metri.

I lotti di impianto sono dotati ciascuno di un cancello d'ingresso carrabile, a doppia anta a battente, realizzati in profilati e grigliato di acciaio zincato e idonee cerniere ancorate a due montanti in acciaio tubolare cavo con fondazione in calcestruzzo armato.

Nelle fasi preliminari di costruzione in alcune aree dello spazio disponibile per l'installazione del campo fotovoltaico verranno realizzate aree provvisorie di cantiere per lo stoccaggio dei pannelli, del materiale elettrico, dei manufatti vari e per lo stoccaggio dei rifiuti da cantiere.

Tali aree saranno dismesse durante la fase di avanzamento lavori e successivamente saranno realizzate aree delimitate in materiale stabilizzato compattato intorno alle cabine di trasformazione e di consegna, strade indicate in progetto che consentano l'accesso agli addetti alla manutenzione nonché il loro stazionamento per le operazioni di carico e scarico materiali.

La sistemazione della viabilità interna, dimensionate per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare la manutenzione dell'impianto, verrà realizzata in materiale stabilizzato compattato permeabile.

È prevista la realizzazione di idoneo sistema di illuminazione costituito da lampioni con pali in acciaio zincato aventi altezza fuori terra fino a 4 metri, completi di testa-palo in acciaio zincato, posizionati su plinto prefabbricato in calcestruzzo Rck non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>.

Essi saranno disposti ogni 40/50 metri circa di recinzione in modo tale da garantire una buona distribuzione luminosa mediante l'uso di lampade del tipo a led di potenza pari a 60 W (la cui potenza potrà subire variazioni in funzione dell'illuminamento medio desiderato) e verranno utilizzati anche per l'implementazione del sistema di videosorveglianza e anti-intrusione.

La fornitura comprenderà:

- plinto prefabbricato in calcestruzzo Rck non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup> (dimensioni minime di base di cm. 100x100x100) completo di pozzetto interno e vie di collegamento e chiusino in ghisa;
- palo rastremato diritto in acciaio zincato;
- staffa supporto corpi illuminanti;
- proiettore a led per esterni 60W, protezione IP65, scocca in alluminio e staffa di fissaggio.

## **2.8 VIDEOSORVEGLIANZA E ANTRUSIONE**

L'impianto fotovoltaico sarà sorvegliato da un impianto di videosorveglianza/anti-intrusione installato sui medesimi pali predisposti per l'impianto di illuminazione e sarà composto da:

- n°486 telecamere TVCC di tipo Day-Night con illuminatore IR e sensore di movimento per la registrazione di oggetti/persona in movimento all'interno dell'area di impianto;

- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, graffiato alle recinzioni a media altezza da collegarsi alla centrale d'allarme per il rilevamento delle vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativi di intrusione per scavalco o danneggiamento recinzione;
- barriere a microonde sistemate in prossimità delle cabine e dei cancelli di ingresso per il rilevamento di estranei a seguito di scavalco o accesso da cancello;
- badge di sicurezza a tastierino per l'accesso alla cabina per l'accesso al solo personale autorizzato;
- n.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina di servizio per il collegamento e controllo di tutti i sistemi di sicurezza e per l'invio di segnalazioni / chiamate ai soggetti preposti al controllo/vigilanza dell'impianto.

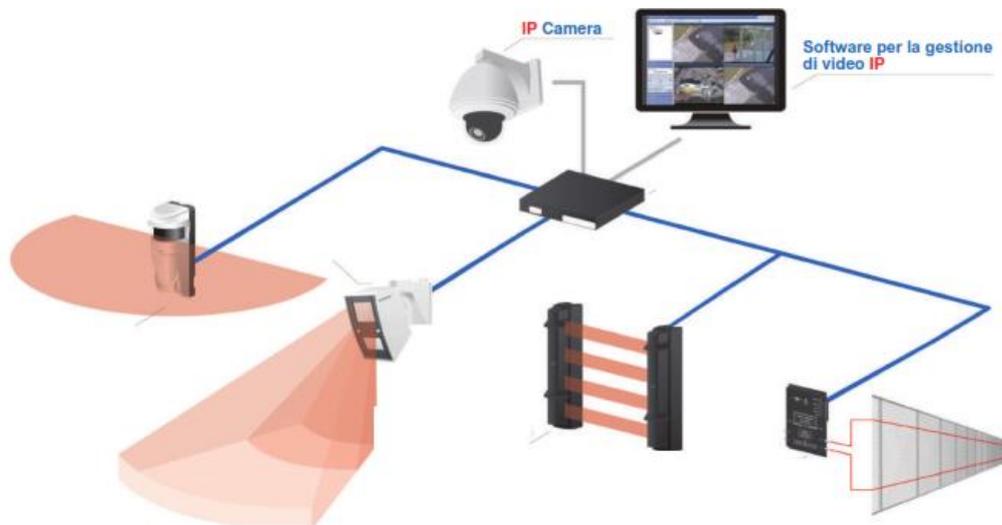


Fig. 24 Sistema di videosorveglianza e antintrusione

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla leggi vigenti alla data di installazione.

Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto.

Nel dettaglio:

CEI 79-2: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature;

CEI 79-3: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione;

CEI 79-4: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi;

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata a 1.500 V in corrente continua;

CEI 64-2: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione;

CEI 103-1: Impianti telefonici interni;

CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici. Vanno inoltre rispettate le disposizioni della legge 818/84 per quanto applicabili.

Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza o incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alle norme CEI 79-3).

Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti dovranno essere fornite le istruzioni per la loro manutenzione che dovranno prevedere, come minimo, l'effettuazione di due visite ordinarie di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che dovrà intervenire su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria.

In fase di manutenzione preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon funzionamento dell'impianto in generale, ed in particolare:

- a) il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi di allarme;
- b) l'efficienza dell'alimentare e lo stato di carica delle batterie;
- c) la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- d) l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

La raccolta, la registrazione, la conservazione e, in generale, l'utilizzo di immagini configura un trattamento di dati personali.

È considerato dato personale, infatti, qualunque informazione relativa a persona fisica identificata o identificabile, anche indirettamente, mediante riferimento a qualsiasi altra informazione.

La conservazione delle immagini, in applicazione del principio di proporzionalità dovrà essere commisurata al tempo necessario - e predeterminato - a raggiungere le finalità perseguite, dovrà essere limitata a poche ore o, al massimo, alle ventiquattro ore successive alla rilevazione, fatte salve speciali

esigenze di ulteriore conservazione in relazione a festività o chiusura degli uffici, nonché nel caso in cui si dovesse aderire ad una specifica richiesta investigativa dell'autorità giudiziaria o di polizia giudiziaria.

L'integrale cancellazione automatica delle informazioni dovrà avvenire allo scadere del termine previsto da ogni supporto, anche mediante sovra-registrazione, con modalità tali da rendere non riutilizzabili i dati cancellati.

Più in generale dovranno essere osservate tutte le disposizioni emesse dal Garante della Privacy.

## **2.9 IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

L'impianto di messa a terra a tensione nominale  $\leq 1000$  V corrente alternata e  $\leq 1550$  V corrente continua dovrà essere realizzato secondo le norme vigenti.

All'impianto dovranno essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc).

L'esecuzione dell'impianto di terra andrà correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche.

Per quanto riguarda gli impianti a tensione nominale  $> 1000$  V corrente alternata, le norme di riferimento sono CEI EN50522 e CEI EN 61936 e ss.mm.ii.

L'impianto di terra sarà composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra dovrà essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione posti a monte dell'impianto elettrico, atti a interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma CEI 64-8.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si dovrà porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore e il conduttore di terra dovranno essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni dovranno essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra oppure i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno dovranno essere considerati come dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno.

Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego.

Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili.

In ogni impianto dovrà essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale

contatori o nel quadro generale ) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore dovrà avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra collega 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 ).

Può anche essere collegato 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 mq.

Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di 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 stabilita nelle norme CEI 64-8.

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

L'appaltatore dovrà curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione.

È opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi.

Si raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

Nel dettaglio l'impianto di terra dovrà comprendere

- Maglie interrate attorno alle cabine con picchetti dispersori a croce in acciaio zincato pari ad almeno 1,5 metri con relativi pozzetti di ispezione;
- Rete di terra realizzata con corda di rame nudo di sezione almeno pari a  $50 \text{ mm}^2$  interrata ad una profondità compresa tra 0,5 e 1 metro;
- Collegamenti a terra delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici con corda di rame nudo di sezione almeno pari a  $50 \text{ mm}^2$ ;
- Collegamento parti metalliche dei convertitori a centro stella del trasformato MT/BT con cavo giallo/verde di sezione almeno pari a  $35 \text{ mm}^2$ ;
- Collegamento quadro di parallelo stringhe con cavo giallo/verde secondo norma;
- Picchetti dispersori collegati tra loro con corda di rame nudo da  $50 \text{ mm}^2$ ;

## 2.10 INSTALLAZIONE DEI CAVI

Le linee sotterranee di alimentazione saranno realizzate in cavo unipolare / multipolare con guaina rigida / flessibile in rame ricotto o stagnato isolato in gomma EPR ad alto modulo e guaina in PVC speciale, non propagante l'incendio a norme CEI 20-22 II e marchio IMQ a contenuta emissione di gas tossici o corrosivi a norme CEI 20-37 I

L'installazione dei cavi sarà eseguita in accordo alle norme CEI 11-17 e i raggi di curvatura dei cavi saranno non inferiori a 10 volte il diametro degli stessi.

La stessa norma prescrive che la profondità minima di posa è rispettivamente:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 0,6 m)
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 1,0 m)

Il fondo della trincea sarà liscio e privo di pietre ed oggetti taglienti.

Sul fondo della trincea sarà posato un primo strato di 10 cm di sabbia e su questo i cavi, quindi un altro strato di 8 cm di sabbia e poi, se richiesta la protezione meccanica, una fila continua di mattoni disposti con il lato maggiore perpendicolare al percorso trincea.

Come ulteriore protezione, un nastro di plastica rossa sarà installato sopra i cavi, a circa 30 cm sotto al piano di campagna per segnalare la presenza dei cavi durante gli interventi futuri.

Durante la posa l'Appaltatore dovrà verificare che i cavi non mostrino danneggiamenti e dovrà posarli con la cura necessaria a non rovinare il letto di posa predisposto.

Per il riempimento dei cavidotti si utilizzeranno i materiali rivenienti dagli scavi che si trovano depositati lungo la trincea o in luoghi di deposito qualunque sia lo stato di costipamento delle materie stesse.

Il primo strato, fino ad un' altezza di ricoprimento di circa 20-30 cm sulla generatrice superiore del cavo, sarà realizzato sempre con sabbia vagliata mentre il riempimento successivo, da eseguirsi appena ultimato e compattato lo strato precedente, sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati e accuratamente compattati fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che si manifesteranno successivamente.

Qualora le materie di scavo fossero costituite da pietrame o da frammenti rocciosi di dimensioni maggiori a 10 cm., questi saranno messi in opera a mano nella parte di rinterro superiore a quello di prima copertura, onde evitare i danneggiamenti dei cavi.

Gli spazi vuoti saranno riempiti con terre minute anche se dovranno essere trasportati da siti più lontani.

Il rinterro totale non dovrà risultare inferiore alla profondità di scavo, e se per raggiungere tale scopo non bastasse il materiale scavato, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte sue cure e spese agli eventuali trasporti longitudinali o a prelevarlo e trasportarlo da cave di prestito evitando che in esse ristagni acqua.

Allorché per raggiungere la necessaria altezza di ricoprimento dei cavi occorresse spingere il rilevato al di sopra del piano naturale di campagna, questo sarà sagomato a sezione trapezoidale secondo le prescrizioni che saranno impartite all'atto pratico dalla Direzione dei Lavori.

Il materiale di rinterro dovrà essere sistemato in modo da superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli eventuali assestamenti successivi.

Se, anche dopo aver raggiunto la minima altezza di ricoprimento sulla generatrice superiore dei cavi restasse ancora il materiale, questo - ad eccezione di quando possa essere necessario per eventuali successivi ricarichi - dovrà essere rimosso a cure e spese dell'Appaltatore.

Gli scavi che interesseranno sedi stradali, ovvero pavimentazioni asfaltate o in calcestruzzo, onde evitare rotture eccessive, saranno preceduti da una delimitazione della larghezza della trincea mediante

scalpello automatico.

L'attraversamento delle sedi stradale sarà effettuato in due fasi successive al fine di consentire la circolazione in senso alternato e lasciare sempre agibile metà della carreggiata.

Nel caso in cui risultino essere presenti opere sotterranee di altri cavi elettrici, telefonici, tubazioni acqua, metanodotti, ecc. o laddove l'ubicazione delle suddette opere risulti incerta, lo scavo entro un raggio di 3 m sarà eseguito a mano fino al reperimento dell'opera stessa.

I cavidotti saranno costituiti da tubi singoli in PVC serie pesante a sezione circolare.

Il numero e la sezione dei tubi saranno come indicato in progetto e saranno installati in modo che la parte superiore del tubo, nel punto più alto, si trovi a non meno di 60 cm sotto il livello del terreno.

Tutte le giunzioni tra i tubi saranno rese stagne mediante adeguato sigillante e un filo pilota in acciaio zincato da 3 mm di diametro sarà previsto in ciascun eventuale tubo di riserva.

Tra due pozzetti consecutivi i condotti in PVC avranno una pendenza del 3% dal loro punto intermedio verso i pozzetti onde facilitare lo scorrimento di eventuale acqua infiltratasi.

Eventuali pozzetti di infilaggio saranno realizzati sul posto o preferibilmente prefabbricati.

I pozzetti che saranno installati in sedi stradali o comunque carrabili avranno chiusini in ghisa con un carico di rottura minimo di 40 tonnellate.

### **3. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE**

Le principali infrastrutture elettriche per la connessione in rete dell'impianto di produzione sono composte da :

- ✓ Linee interrate in MT a 30 kV che convogliano l'energia prodotta alla SSE Utente 30/150kV;

- ✓ Sottostazione Utente 30/150kV, che eleva la tensione della produzione da 30/150 kV per la successiva immissione nella rete elettrica di trasmissione, unitamente a tutte le apparecchiature di protezione e misura dell'energia prodotta;
- ✓ Linee interrate in AT a 150 kV che convogliano l'energia prodotta dalla SSE Utente 30/150kV allo stallo a 150 kV della Nuova Stazione Elettrica 380/150kV Terna di Cerignola;

### 3.1 CAVO INTERRATO MT 30 KV

La rete di media tensione a 30 kV sarà composta da tre terne di circuiti interrati, il cui tracciato planimetrico è mostrato nelle tavole di progetto.

Nelle parti del percorso che insistono su strada esistente l'esatta posizione del cavidotto rispetto alla carreggiata verrà opportunamente definita in sede di sopralluogo in funzione di tutte le esigenze del gestore della strada, delle infrastrutture esistenti o in corso di installazione e pertanto, il percorso su strada indicato negli elaborati progettuali è da intendersi indicativo rispetto alla posizione della carreggiata.

La rete a 30 kV sarà realizzata per mezzo di cavi utilizzati sono del tipo ARE4H5EX 18/30(36)kV ovvero cavi a 30 kV tripolari a spirale visibile con isolamento xlpe a spessore ridotto, guaina di alluminio e guaina a spessore maggiorato, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto.

Dove necessario si procederà alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

Per i condotti e i cunicoli, essendo manufatti edili resistenti non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare così come per i tubi 450 o 750, mentre i tubi 250 dovranno essere posati almeno a 0,6 m con una protezione meccanica.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la corda di terra e la fibra ottica necessaria per la comunicazione.

I cavidotti interrati saranno dotati di pozzetti di ispezione dislocati lungo il percorso.

Per i tratti su carreggiate stradali esistenti, la posa e ogni altra lavorazione complementare saranno eseguite nel rispetto delle prescrizioni degli Enti gestori del tratto di strada interessato e comunque sarà disposta un'opportuna segnalazione a mezzo nastro segnalatore all'interno dello scavo.

Il percorso del cavidotto è stato scelto in modo da limitare la lunghezza complessiva del percorso e l'impatto in quanto verrà prevalentemente realizzato lungo la viabilità esistente, a bordo o lungo la strada ed utilizzando mezzi per la posa con limitate quantità di terreno da smaltire in quanto prevalentemente riutilizzabile per il rinterro.

### **3.2 SOTTOSTAZIONE UTENTE MT/AT**

La sottostazione MT/AT verrà realizzata per la messa in parallelo con la rete elettrica nazionale e sarà funzionale a più impianti fotovoltaici che condivideranno lo stesso stallo AT in stazione TERNA.

La nuova sottostazione ubicata a meno di 100 metri dalla nuova Stazione Elettrica di proprietà Terna di Cerignola e sarà connessa in antenna su uno stallo 150 kV disponibile.

Lo scopo della nuova sottostazione sarà quello di elevare al livello di tensione 150 kV l'energia proveniente dagli impianti fotovoltaici sopramenzionati.

La sottostazione MT/AT sarà composta da:

- Fondazioni
- Piattaforma
- Basamento e deposito di olio del trasformatore MT/AT
- Canalizzazioni elettriche
- Drenaggio di acqua pluviale
- Accesso e viabilità interna

- Recinzione

- Edificio di Controllo composto da vano celle MT e trafo MT/BT, sala controllo, ufficio, magazzino, spogliatoio.

### 3.3 SEZIONE AT

Nella sua configurazione, la Sottostazione Elettrica Utente “SSEU” prevede come detto un collegamento alla nuova SE RTN a 380/150 kV attraverso un sistema di cavi AT interrati.

Presso la SST verrà realizzato un nuovo impianto AT di utente, così composto:

Il piazzale AT della sottostazione Utente sarà composto da:

- Nr. 1 stallo arrivo linea 150 kV;
- Nr. 3 stalli trasformatore 150/30 kV;
- Nr. 1 sistema di sbarre singole 150 kV isolate in aria;

Lo stallo cui andrà connesso l’impianto in oggetto sarà dotato dei seguenti componenti AT:

- trasformatore amperometrico - TA;
- interruttore;
- sezionatore orizzontale tripolare;
- trasformatore di tensione induttivo – TV;
- scaricatore;
- terminale per cavo interrato.

Verrà altresì realizzato un edificio presso i quali verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, i quadri ausiliari e locale BT e misure.

### 3.4 SEZIONE MT E BT

L’impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, composta da:

- quadro MT per produttore 30kV (uno per ciascuna sezione edificio),
- quadro MT generale 30kV (uno per ciascuna sezione edificio), completi di:
  - ✓ Scomparti di sezionamento linee di campo
  - ✓ Scomparti misure
  - ✓ Scomparti protezione generale
  - ✓ Scomparti trafo ausiliari
  - ✓ Scomparti protezione di riserva
- Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

Verranno altresì realizzati tre edifici presso i quali verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT e i quadri ausiliari.

Il progetto in esame prevede la realizzazione di tre stalli, uno per ciascun gruppo di produttori.

Ogni stallo produttore avrà una corrispondente sezione MT, indipendente dal resto degli impianti, la cui funzione è di convogliare l'energia prodotta a 30 kV dal singolo o dal gruppo di impianti fotovoltaici sul trasformatore MT/AT.

Nella fattispecie in ciascun locale tecnico di stallo sarà previsto un quadro di media tensione così come di seguito indicato:

- n°1 scomparto protezione trasformatore AT/MT dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Su detta apparecchiatura saranno visibili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza. Lo scomparto sarà inoltre

provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n.3 scomparti arrivo impianto fotovoltaico dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata, massima corrente di guasto a terra, minima e massima tensione, massima tensione omopolare e minima e massima frequenza (50, 51, 51N, 27, 59, 59Vo, 81< e 81>).

Le protezioni voltmetriche sopra indicate sono quelle prescritte per gli impianti produttori.

Su detta apparecchiatura saranno visibili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

- n°1 scomparto protezione trasformatore MT/BT dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Su detta apparecchiatura saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

Il trasformatore MT/BT, alimentato dal quadro di media tensione, sarà di tipo con isolamento in resina e di potenza pari a 100 kVA; esso sarà utilizzato per trasformare la media tensione 30 kV in bassa tensione (400V).

Il trasformatore sarà dotato di una centralina termometrica che riceverà i segnali provenienti dalle sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e provvederà, in caso di sovratemperature, a dare una segnalazione di allarme.

Nel caso in cui la temperatura dovesse ulteriormente salire la centralina comanderà l'apertura dell'interruttore MT ad esso relativo. Il trasformatore verrà installato in un adeguato box metallico di contenimento ubicato in prossimità del quadro di distribuzione BT.

### **3.5 SERVIZI AUSILIARI**

I servizi ausiliari presenti presso la SSEU saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT con livello di tensione 30/0,4 kV, installati presso gli edifici di sottostazione.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione presso la SST di un generatore ausiliario.

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT.
- Ausiliari sezione AT.
- Illuminazione aree esterne.
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SST.
- Motori e pompe.
- Raddrizzatore BT.
- Sistema di monitoraggio.
- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

## 3.6 RETE DI TERRA

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

L'impianto di terra consisterà in una maglia di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm<sup>2</sup>, interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SSEU, con maglie interne di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SSEU, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SSEU, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm<sup>2</sup>.

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione saranno comunque oggetto di verifica strumentale.

Al fine di garantire la compatibilità elettromagnetica dei sistemi, in corrispondenza delle apparecchiature AT verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

### **3.7 SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO**

La stazione sarà dotata di un sistema di protezione e controllo garantirà un adeguato comando e protezione della sottostazione facente capo alle diverse unità in cui si suddivide la sottostazione:

- protezione di interfaccia rete Terna;
- montanti 150kV Produttori;

I quadri protezioni da installare nei singoli locali tecnici saranno del tipo adatto per installazione all'interno, con grado di protezione IP 41 ed è costituito da pannelli autoportanti per fissaggio a pavimento nei quali sono montati e cablati i relè di protezione, i relè ausiliari e i dispositivi accessori necessari per il funzionamento e il monitoraggio dei sistemi di protezione.

Complessivamente è possibile sintetizzare le funzioni di protezione come di seguito:

- le protezioni dei montanti TR elevatori;
- le protezioni dell'arrivo TR elevatori 30 kV;
- le protezioni del montante arrivo Terna;
- le protezioni della sbarra a 30 kV;
- la regolazione automatica di tensione (RAT) dei TR elevatori;
- il sinottico per operare sugli interruttori e i sezionatori AT, in alternativa ai comandi provenienti dal centro remoto.

## **4. LAVORAZIONI**

### **4.1 INFORMAZIONI GENERALI DEI MATERIALI E DEGLI IMPIANTI**

I materiali e le forniture occorrenti per la costruzione dell'impianto e delle relative opere accessorie oggetto d'appalto, dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi, normative e regolamenti vigenti in materia.

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alla specifica normativa indicate nel Capitolato o negli altri documenti contrattuali nonché dovranno essere approvvigionati dall'impresa a tempo debito, in modo da evitare interruzione o ritardi nella esecuzione dei lavori, assicurando l'ultimazione delle opere nel termine stabilito.

L'Appaltatore sarà tenuto ad adeguarsi ad ogni modifica delle disposizioni vigenti in materia che si verificheranno durante l'esecuzione dell'appalto, senza che questo generi alcun titolo a richiedere speciali compensi e/o aumento dei prezzi.

Salvo quanto esplicitamente indicato nel Capitolato, l'appaltatore potrà approvvigionarsi dei materiali e delle forniture da quelle località che riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

Su semplice richiesta della direzione lavori l'appaltatore dovrà documentare la provenienza dei materiali e delle forniture.

Relativamente alla fornitura di materiali e di apparecchiature particolari quali ad esempio quelli elettrici e di finitura, l'appaltatore dovrà fornire tempestivamente ed entro i termini fissati dalla direzione lavori una adeguata campionatura che consenta la scelta fra i materiali aventi analoghe caratteristiche e che siano comunque rispondenti alle prescrizioni di Capitolato.

Tale campionatura approvata e munita dei sigilli a firma della direzione lavori dovrà essere conservata a cura e spese dell'appaltatore fino al termine delle operazioni di collaudo per il controllo della corrispondenza fra i campioni ed i materiali che saranno successivamente utilizzati nell'esecuzione delle opere.

Tutti i materiali e le forniture in genere, prima di essere impiegati dovranno essere approvati dalla direzione lavori, pena la rimozione/demolizione e la sostituzione/ricostruzione a totale onere e spese dell'appaltatore di tutte quelle opere che non saranno riconosciute corrispondenti alle condizioni contrattuali.

L'appaltatore sarà obbligato su semplice richiesta della direzione lavori in corso d'opera, ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato e gli accertamenti speciali sui materiali da impiegarsi o già impiegati, nonché sui manufatti sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo e la conservazione dei campioni sarà eseguito secondo la specifica normativa del C.N.R. e le particolari disposizioni della direzione lavori e i prelievi verranno effettuati in contraddittorio e saranno appositamente verbalizzati.

I costi sostenuti per il prelevamento, la conservazione e l'invio dei campioni agli Istituti autorizzati, nonché le spese per gli esami e le prove, saranno a completo carico dell'appaltatore.

I risultati ottenuti presso gli Istituti autorizzati saranno i soli ad essere considerati validi ed impegnativi ai fini delle indicazioni e delle prescrizioni del contratto d'appalto.

L'appaltatore si obbliga a far sì che tutti i materiali e le forniture, durante il corso dei lavori, siano delle medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla direzione lavori.

Qualora i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare per qualsivoglia ragione e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti negli approvvigionamenti, nessuna eccezione potrà essere avanzata dall'appaltatore, neanche economica, fermo restando gli obblighi di cui al precedente capoverso.

Qualsiasi fornitura e/o materiale non accettato dalla direzione lavori perché riconosciuto non idoneo all'impiego, a suo insindacabile giudizio, dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, a cure e spese dell'appaltatore e sostituito con altra rispondente ai requisiti richiesti.

In linea generale l'accettazione in cantiere dei materiali e delle forniture da parte della direzione lavori non pregiudica in alcun modo il diritto della direzione lavori, in qualsiasi momento, durante la realizzazione e fino a collaudo avvenuto, di rifiutare i materiali stessi e gli eventuali lavori eseguiti con essi, laddove vengano riscontrati non corrispondenti alle condizioni contrattuali o ai campioni approvati.

L'appaltatore resta sempre l'unico responsabile dell'esecuzione dei lavori a regola d'arte, anche in relazione ai materiali impiegati, ancorché accettati dalla direzione lavori.

L'appalto delle opere è sottoposto alla integrale applicazione di tutte le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari vigenti o poste in vigore durante il corso dei lavori, emanati dallo Stato, dalla Regione, dalla Provincia, dal Comune e dalle altre Autorità competenti in materia di esecuzione di opere pubbliche, in materia di sicurezza ed igiene del lavoro, di caratteristiche, qualità e prove di accettazione dei materiali da costruzione e di norme tecniche per le costruzioni nonché tutte le norme tecniche dettate dalla Scienza delle costruzioni ed emanate dal C.N.R., dalla C.E.T. e tutta la normativa UNI, UNIPLAST, C.E.I.-UNEL, attinenti alle opere eseguite nel corso dei lavori.

## 4.2 OPERE CIVILI

Le opere civili comprenderanno le seguenti lavorazioni:

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

### 4.2.1 SCAVI

Gli scavi di qualunque tipologia e finalità saranno in accordo con i disegni di progetto esecutivi e le eventuali prescrizioni della direzione lavori.

Le superfici di scavo verticali, orizzontali od inclinate, dovranno essere accuratamente spianate, con intervento di mano d'opera manuale, sia per le rifiniture che per l'esecuzione delle parti di scavo ove tale intervento sia necessario.

Nell'esecuzione delle proprie attività, l'appaltatore impiegherà i mezzi più idonei e nel modo che riterrà più opportuno in considerazione del fatto che il medesimo appaltatore sarà ritenuto in ogni caso unico responsabile di danni a cose e persone e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza e/o dalla insufficienza delle opere provvisorie adottate, dagli attrezzi adoperati e dalla poca

diligenza nel sorvegliare gli operai, nonché alla inosservanza delle disposizioni tecnico legislative vigenti in materia.

L'appaltatore sarà pertanto obbligato a provvedere a propria cura e spese alla manutenzione degli scavi, allo sgombero dei materiali franati o comunque caduti negli stessi e al conseguente ripristino delle sezioni.

Nell'esecuzione degli scavi, da eseguirsi su terreni di qualsiasi natura e consistenza anche bagnati o in presenza di acqua, si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimento o pericolo per le opere da eseguire, dall'abbattimento e allo sgombero di alberi ed arbusti, dalla estirpazione di radici e ceppaie alla demolizione di residui di manufatti presenti in superficie o rinvenuti nel terreno, senza che all'appaltatore competano particolari compensi oltre quelli stabiliti nel prezziario inerenti gli scavi.

Le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedire frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti pertanto, qualora si rendesse necessario puntellare, sbatacchiare od armare le pareti degli scavi, l'appaltatore dovrà provvedere a propria cura e a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti, per garantire l'incolumità degli addetti ai lavori e per evitare danni alle proprietà confinanti e alle persone.

Il materiale di risulta proveniente dagli scavi sarà avviato a discarica; qualora si rendesse necessario il successivo utilizzo, di tutto o parte dello stesso, si provvederà ad un idoneo deposito nell'area del cantiere.

Qualora fossero richieste delle prove per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, l'appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dalla direzione lavori.

Nell'esecuzione di tutti gli scavi l'appaltatore dovrà provvedere di propria iniziativa e a proprie spese affinché le acque fluenti sulla superficie del terreno siano deviate e non si riversino negli scavi e a tale scopo provvederà a togliere ogni impedimento al regolare deflusso delle acque superficiali ricorrendo anche, ove necessario, all'apertura di fossi di guardia e di canali fugatori.

L'appaltatore dovrà provvedere, a propria cura e spese, ad assicurare il regolare smaltimento delle acque di infiltrazione che eventualmente fluissero dal fondo e dalle pareti dello scavo procedendo, ove possibile, da valle verso monte, in modo da favorire lo scolo naturale ovvero ricorrendo all'esaurimento ed aggettamento delle acque con i mezzi più opportuni al fine di mantenere quanto più possibile asciutto il fondo dello scavo.

I relativi oneri sono stati tenuti in considerazione nel calcolo dei prezzi inerenti le opere di scavo; contrariamente a quanto appena detto, saranno considerati scavi subacquei, e come tali valutati e compensati secondo la relativa voce di elenco tutti gli scavi eseguiti in presenza di acqua di falda, limitatamente alla sola parte eseguita al di sotto della quota alla quale si stabilizzano le acque stesse.

Qualora le materie provenienti dagli scavi non siano ritenute, a insindacabile giudizio della direzione lavori, utilizzabili per l'esecuzione di rinterri o per la formazione di rilevati o per altro impiego in ambito di cantiere, dovranno essere allontanate dal cantiere e portate a rifiuto alle pubbliche discariche a cura e spese dell'appaltatore.

Qualora, invece, le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzabili successivamente per rinterri o per la formazione di rilevati, esse potranno essere depositate in prossimità degli scavi o

all'interno del cantiere, in un luogo adatto, concordato con la direzione lavori e tale da non ostacolare lo svolgimento dei lavori, per poi essere riutilizzate quando necessario.

Sarà cura e responsabilità unica dell'appaltatore evitare che nel caso in cui vi siano materie rivenienti dagli scavi temporaneamente depositate in cantiere, per un successivo riutilizzo in situ, queste possano arrecare danno alle proprietà pubbliche o private confinanti, provocare frane, ostacolare il libero deflusso delle acque superficiali od intralciare il traffico delle strade pubbliche o private.

In caso di inosservanza di tale obbligo da parte dell'appaltatore, la direzione lavori potrà richiedere l'immediato allontanamento, a cura e spese dell'appaltatore, delle materie inopportunaemente depositate ed in contrasto alle precedenti regole.

Qualora l'appaltatore, ai fini di una propria gestione del cantiere, ritenga opportuno veicolare il materiale riveniente dagli scavi a discarica autorizzata al fine di disporre di spazio libero all'interno del cantiere, pur sapendo che le suddette materie potrebbero essere riutilizzate, egli dovrà successivamente provvedere a rifornirsi di materie altrettanto idonee, senza che ciò costituisca alcun titolo per la richiesta di speciali compensi oltre a quanto già stabilito.

Qualora durante l'esecuzione degli scavi emergano interferenze con canalizzazioni esistenti, l'appaltatore dovrà adottare tutte le precauzioni e le disposizioni necessarie a garantire la perfetta funzionalità ed efficienza delle canalizzazioni, secondo le prescrizioni tecniche richieste delle Amministrazioni interessate e competenti e senza che questo comporti il diritto a maturare altri compensi aggiuntivi.

Analogamente, durante l'esecuzione degli scavi lungo le strade di ogni genere e categoria l'appaltatore dovrà provvedere, a propria cura e spese, ad adottare ogni disposizione e precauzione necessaria per garantire la sicurezza dei transito a pedoni, animali e veicoli, restando in ogni caso unico responsabile di

eventuali danni alle persone e/o cose e di ogni conseguenza derivasse dalla mancanza o dalla insufficienza delle precauzioni adottate.

#### **4.2.1.1 SCAVI DI SBANCAMENTO E DI SPLATEAMENTO**

Per scavi di sbancamento e di splateamento si intenderanno quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno, per la formazione di piani di appoggio di platee di fondazione, per l'apertura di sede stradali, vespai e rampe incassate e più in dettaglio si opterà allo scavo di splateamento per quelle lavorazioni in cui è previsto un vasto scavo ad andamento pianeggiante, mentre si opterà allo scavo di sbancamento per quegli interventi di modifica dell'andamento naturale del terreno ove la quota di scavo finito presenta una profondità di almeno 3 metri rispetto la quota originaria.

Nel caso di specie, saranno comunque considerati scavi di sbancamento tutti i tagli a larga sezione che, pur non rientrando nelle precedenti definizioni, siano tali da consentire l'accesso con rampa ai mezzi meccanici di scavo e a quelli di carico/scarico di materie.

La profondità e le caratteristiche degli scavi dovranno corrispondere ai disegni di progetto e alle particolari prescrizioni impartite dalla direzione lavori.

Tutte le opere eseguite dovranno rispettare i criteri di esecuzione a regola d'arte e pertanto l'Appaltatore dovrà:

- durante l'esecuzione delle opere mantenere gli scavi all'asciutto e liberi da vegetazione di qualsiasi natura e dimensione;
- evitare l'uso di diserbanti chimici che in ogni caso dovranno essere preventivamente autorizzati dalla direzione lavori;

- fino al collaudo dell'opera curare la perfetta sagomatura e spianatura del fondo, la perfetta profilatura dei cigli;

#### **4.2.1.2 SCAVI PER LA POSA IN OPERA DI CAVI ELETTRICI**

Gli scavi a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi (trincee) avranno ampiezza e profondità variabile rispettivamente in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (da 40 a 100 cm) e in relazione alla tipologia di cavi che si andranno a posare.

Per i cavi la profondità di posa sarà di 1 m per la bassa tensione e di 1,2 m per la media tensione è tuttavia consentito alla direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, di disporre in fase esecutiva varianti in aumento o diminuzione delle profondità citate senza che l'appaltatore possa avanzare richiesta di ulteriori compensi.

In sede di progettazione si è cercato di ottimizzare il percorso in quanto i cavidotti saranno realizzati per quanto possibile, ed in funzione delle condutture pre-esistenti, al lato di strade esistenti ovvero entro i percorsi di nuova realizzazione all'interno dell'area di impianto.

Nell'esecuzione degli scavi per la posa dei cavi dovrà essere rispettato l'andamento piano-altimetrico previsto in progetto o quando stabilito in fase esecutiva dalla direzione lavori.

Nell'esecuzione delle opere l'appaltatore dovrà accertarsi che il fondo degli scavi aperti per il collocamento in opera dei cavi sia ben spianato intendendosi per esso che non saranno accettate sporgenze o infossature superiori ai cm 3 nel tratto di asse stradale a pendenza costante indicate nel profilo longitudinale.

Allo stesso modo le pareti degli scavi non dovranno presentare elementi sporgenti o pericolanti che, in ogni caso, dovranno essere tempestivamente rimossi dall'appaltatore.

Qualora gli scavi dovessero rimanere aperti, l'appaltatore dovrà farsi carico di ogni onere per eventuali sgomberi del materiale, armature, rimozione di acqua accumulata e per la perfetta manutenzione dello scavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatesi anche se di carattere eccezionale.

L'appaltatore dovrà inoltre gestire al meglio il coordinamento delle fasi di scavo con le fasi di posa dei cavi in modo che queste due fasi siano il più possibile allineate tra loro.

Eventuali disallineamenti tra i tempi di posa in opera dei cavi e di predisposizione degli scavi non potranno in alcun modo generare in favore dell'appaltatore compensi di sorta oltre quelli previsti in Capitolato qualora l'avanzamento del proprio lavoro non sia in linea con l'avanzamento della posa dei relativi cavidotti.

A tal fine, gli scavi per cavidotti potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della direzione lavori, qualora le lavorazioni già iniziate non vengano completate, compreso il rinterro.

Per il riempimento delle scavi si dovranno adoperare i materiali provenienti dagli scavi, qualora ritenuti idonei dalla direzione lavori.

Il rinterro dovrà essere eseguito secondo le seguenti fasi:

- per il primo strato, fino ad un'altezza di ricoprimento di 30 cm sull'estradosso superiore dei cavi, si dovranno utilizzare materiali minuti sciolti e di preferenza aridi, con esclusione di pietre e similari di dimensioni maggiori di 5 cm, erba, frasche e quant'altro non adeguato allo scopo;

- il riempimento successivo sarà eseguito fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza tale da compensare eventuali assestamenti successivi alla posa;

L'appaltatore resterà sempre responsabile dei danni prodotti ai cavi se direttamente correlati al modo con cui si sono eseguiti i rinterri.

Qualora la direzione lavori non dovesse ritenere idonei i materiali provenienti dagli scavi per le successive operazioni di rinterro, l'appaltatore avrà l'obbligo di sostituirli, in tutto o in parte con altri ritenuti idonei dalla direzione lavori ancorché provenienti da cave di prestito a qualsiasi distanza.

Qualora per motivi tecnici e/o di sicurezza lungo le strade di ogni genere e tipo, sia durante l'esecuzione degli scavi che nel periodo di tempo in cui questi resteranno aperti, non fosse sicuro o tecnicamente possibile, a insindacabile giudizio della direzione lavori, depositare il materiale riveniente dai medesimi scavi lateralmente alla trincea, allora l'appaltatore dovrà trasportarli in luoghi adatti, da cui saranno periodicamente ripresi per le fase successive di riempimento, senza che queste attività aggiuntive possano dar luogo a una maggiorazione di alcun tipo ai compensi già stabiliti nel capitolato

#### **4.2.1.3 SCAVI PER LA POSA IN OPERE DI IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

Gli scavi a sezione ristretta necessari per la posa di corda di rame nudo per gli impianti di dispersione di terra avranno profondità pari ad almeno 50 cm rispetto al piano di campagna e se possibile saranno utilizzati le medesime trincee predisposte dall'appaltatore per la posa di cavidotti, onde evitare inutili opere aggiuntive e/o movimentazioni di terra.

#### **4.2.2 ACQUA**

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose o organiche e non aggressiva.

L'acqua da impiegare nella formazione di composti, malte e calcestruzzi dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003 e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- dovrà avere un pH compreso tra 6 e 8;
- dovrà essere dolce e pertanto non dovrà presentare tracce di sali, quali solfati e cloruri, in percentuali dannose ovvero superiori a 0,5% e pertanto vietata l'acqua di mare;
- dovrà avere una torbidità non superiore al 2% e pertanto dovrà essere priva di materie terrose e organiche;

Per gli impasti cementizi è vietato l'impiego di acqua di mare e pertanto non dovrà presentare tracce di Sali superiori allo 0,5%.

Tale divieto è tassativo per i calcestruzzi armati e in tutte le strutture che inglobano materiali metallici soggetti a corrosione.

#### **4.2.3 LEGANTI**

Per le opere in oggetto dovranno essere impiegati esclusivamente leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia.

I leganti idraulici dovranno rispettare le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595 e dal D.M. 3.06.1968, D.M. 31.08.1972 e D.M. 13.09.1993.

Tutte le forniture di cemento dovranno essere munite di certificazioni attestanti qualità, provenienza e dovranno essere in perfetto stato di conservazione;

Più in dettaglio la fornitura dei leganti idraulici in cantiere dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola o ancora allo stato sfuso.

I cementi, se in sacchi, dovranno essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria ed i sacchi dovranno essere conservati sopra tavolati di legno sollevati dal suolo e ricoperti di cartonfeltri bitumati cilindrici o fogli di polietilene. La fornitura del cemento dovrà essere effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'art. 3 della legge 26.5.1965, n. 595 .

L'introduzione in cantiere di una partita di cemento sfuso dovrà risultare dal giornale dei lavori e dal registro dei getti.

In ogni caso dovranno essere chiaramente indicati la qualità del legante, il peso, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua per malta normale e le resistenze minime a trazione e compressione a 28 gg. di stagionatura, stampati sulle confezioni nei primi due casi o sui documenti di accompagnamento nell'ultimo caso.

Dovranno essere eseguite prove e controlli periodici ed i materiali dovranno essere stoccati in luoghi idonei ovvero in locali asciutti, predisposti a cura e spese dell'appaltatore.

Per quelli allo stato sfuso lo stoccaggio sarà effettuato in siti adeguatamente protetti.

Le caratteristiche dei materiali dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle prescrizioni aggiuntive impartite dal direttore dei lavori.

I leganti potranno essere rifiutati e dovranno essere allontanati dal cantiere anche ad accettazione avvenuta di una partita, verranno su tutti i sacchi il cui contenuto presenti grumi o parti avariate o comunque dimostri di aver subito l'azione dell'umidità.

I cementi dovranno avere un inizio della presa dopo 45 minuti dall'impasto e il termine presa dopo 12 ore, con resistenza a compressione e flessione variabili a seconda del tipo di cemento usato e delle quantità e rapporti dell'impasto.

#### **4.2.4 ADESIVI**

In tutti gli interventi che prevedono la ripresa dei getti o di nuovi getti su vecchi o la stuccatura di giunti è previsto l'impiego resine viniliche o polisolfuri con relativi primer.

Per tutte le applicazioni, l'appaltatore è obbligato ad impiegare materiali di prima qualità e si impegna a sottoporre al direttore dei lavori tre campioni di materiale di ogni tipo, prodotti da case di primaria importanza e corredati da documentazione di prove di laboratorio e di pratiche applicazioni.

La direzione lavori potrà richiedere ulteriori prove di qualifica e di controllo e, a valle della scelta della direzione lavori, l'appaltatore sarà obbligato all'impiego dei materiali indicati dalla direzione lavori, rimanendo totalmente responsabile della rispondenza in termini di applicazione e durabilità nel tempo.

#### **4.2.5 ADDITIVI**

Le medesime prescrizioni si dovranno applicare ai materiali additivi da impiegare quali fluidificanti e anti-ritiro nelle malte di iniezione di bloccaggio di armature di ferro.

Per tale impiego l'appaltatore potrà proporre l'uso di resine poliesteri o di altra tipologia, di cui l'appaltatore dovrà offrire garanzia di prestazioni e durevolezza.

A riprova della qualità del prodotto proposto dall'appaltatore, la direzione lavori potrà richiedere all'appaltatore di esibire i risultati di laboratorio ufficiale che attestino la conformità del prodotto alle norme UNI vigenti.

#### **4.2.6 INERTI**

Gli inerti e gli additivi da impiegare nella formazione di conglomerati bituminosi dovranno corrispondere alle caratteristiche e ai requisiti di accettazione prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi,

dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali” del C.N.R. ed essere rispondenti alle rispettive norme di esecuzione lavori.

Gli inerti potranno essere naturali o di frantumazione e dovranno essere costituiti da elementi non friabili, non gelivi e privi di sostanze organiche, argillose o di gesso e saranno classificati in base alle dimensioni massime dell'elemento più grosso.

Tra le ghiaie si escluderanno contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili, e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire da frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee o basaltica, a struttura microcristallina o di calcari durissimi ad alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo.

#### **4.2.7 SABBIE E INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI**

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente priva di materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea o in subordinazione quarzosa, granitica o calcarea, dovrà essere di grana omogenea, ruvida al tatto e provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione con esclusione di rocce decomposte o gessose e da sostanze organiche o comunque nocive e corrispondere alle caratteristiche granulometriche prescritte dall'art. 2 delle “Norme per l'accettazione dei pietrischi, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali” del C.N.R.

Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive e alla prova di decantazione in acqua, comunque la perdita di peso non dovrà essere superiore al 2%.

Le ghiaie i pietrischi e le sabbie che verranno impiegati nella formazione dei conglomerati cementizi per opere in calcestruzzo semplice o armato dovranno essere corrispondenti ai requisiti prescritti dal D.M. 14 Febbraio 1992, alla circolare 24.06.1993 n374061 e successive modifiche ed integrazioni, nonché alle normative UNI CNR.

I suddetti dovranno essere costituiti da elementi omogenei, di natura preferibilmente silicea o silicatica, provenienti da rocce con alta resistenza alla compressione, compatte, uniformi e non gelive, con esclusione di rocce decomposte o gessose o marmose.

Dovranno risultare assolutamente esenti da sostanze organiche od argillose e da altre sostanze estranee o comunque nocive.

La sabbia che verrà utilizzata in miscela con leganti idraulici dovrà essere esente da solfati e ove necessario ripetutamente lavata con acqua dolce fino al raggiungimento dei requisiti richiesti.

Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o facilmente sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

La granulometria degli aggregati da impiegarsi nella formazione dei conglomerati dovrà sempre corrispondere a quello stabilito dalla direzione lavori in relazione alla destinazione dei getti e alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi.

Durante tutta la fase dei getti in calcestruzzo, la direzione lavori potrà far prelevare campioni provenienti dagli impasti secondo le modalità previste dalla normativa vigente, indicando le relative procedure per l'effettuazione delle prove nonché il laboratorio ufficiale a cui affidare tale incarico.

## **4.2.8 CALCE AEREA, CALCE IDRATA E GESSI**

Le calce aeree dovranno avere le caratteristiche e i requisiti prescritti dalle “Norme per l'accettazione delle calce” del R.D. 16.11.1939 n° 2231.

Sarà consentito esclusivamente l'impiego di calce idrata in polvere che dovrà provenire dallo spegnimento totale di calce in zolle, attuati in stabilimenti specializzati; la polvere dovrà presentarsi fine, omogenea e secca e dovrà essere confezionata in imballaggi idonei che dovranno essere conservati in locali ben asciutti.

Gli imballaggi dovranno indicare chiaramente il produttore, il peso del prodotto e la specifica se si tratta di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

I gessi per edilizia dovranno essere corrispondenti ai requisiti prescritti dalle norme UNI 5371-84.

Dovranno essere di recente cottura, asciutti, di fine macinazione, privi di materie eterogenee.

I gessi dovranno essere approvvigionati in sacchi sigillati di idoneo materiale indicanti il nome del produttore e la qualità del gesso contenuto.

La conservazione dovrà essere effettuata utilizzando tutti gli accorgimenti che possano evitare degradazioni da umido.

## **4.2.9 MATERIALI FERROSI E ALTRI METALLI**

Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che

deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme disponibili UNI EN 10080:2005, della serie UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

I materiali ferrosi da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere privi di soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilature e dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Eventuali tagli eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso in cui presentino delle irregolarità dovranno essere rifiniti con smerigliatrice.

Le superfici destinate a trasmettere sollecitazioni dovranno combaciare perfettamente.

Le operazioni di piegatura e spianamento potranno essere eseguite per pressione o, per particolari lavorazioni, se richiesto l'intervento a caldo, questo non dovrà creare concentrazioni di tensioni residue.

I fori per i chiodi e bulloni dovranno essere eseguiti con il trapano il cui diametro sia inferiore di almeno 3 mm rispetto al diametro definitivo per poi essere successivamente rifiniti con l'alesatore.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti dovranno essere realizzate con le seguenti modalità:

- saldature eseguite ad arco che dovranno essere precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica; le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai  $-5^{\circ}\text{C}$  e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;

- bullonatura che dovrà essere eseguita, dopo un'adeguata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi idonei all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con chiave dinamometrica;

- chiodature realizzate con chiodi riscaldati a fiamma o elettricamente e introdotti nei fori e ribattuti.

I materiali ferrosi dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 14 .02.1992 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" certificate da idonei documenti di accompagnamento e confermate dalle eventuali prove

fatte eseguire dalla direzione lavori presso laboratori riconosciuti, e tutte le particolari prescrizioni di seguito riportate in funzione del loro impiego:

a) Acciai per strutture metalliche

Gli acciai, i bulloni ed i chiodi da impiegarsi nella esecuzione delle strutture metalliche portanti, dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle tensioni ammissibili ed alla modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle prescrizioni di cui alle NTC 2018 e successive modifiche ed integrazioni

b) Profilati, barre e lamiere di acciaio

I materiali dovranno essere conformi per qualità e caratteristiche alle prescrizioni della Norma UNI EN 10025, mentre per dimensioni e tolleranze ammesse nei profilati e nelle lamiere dovranno fare riferimento alla normativa UNI 5397-64; UNI 5398-64; UNI 5679-73; UNI 5681-73; UNI EN 10029 ed UNI EN 10025.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie ripiegature, cricche e altri difetti.

c) Acciai per calcestruzzi

Gli acciai per barre ad aderenza migliorata che verranno impiegati nella esecuzione delle opere in calcestruzzo armato dovranno essere rispondenti alle prescrizioni di cui alle NTC 2018 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **4.2.10 LATERIZI**

Tutti i laterizi ed i manufatti ad uso nelle costruzioni dovranno rispondere alle condizioni stabilite dal D.P.R. 21.04.93 n° 246.

I materiali laterizi utilizzati nell'esecuzione delle murature e nella costruzione di solai e tetti dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" di cui al R.D. 16.11.1939 n° 2233.

Per i laterizi da impiegare nelle murature in genere si farà riferimento alle norme UNI 8942 mentre per i laterizi da impiegare nei solai si farà riferimento alle norme UNI 9730.

Per le opere in muratura non in zona sismica si farà riferimento al D.M. 20.11.87 "norme tecniche per la progettazione l'esecuzione ed il collaudo degli edifici in muratura" nonché la circolare LL.PP. 4.1.89 n° 30787.

I laterizi pieni, forati e per coperture dovranno:

- complessivamente essere scevri da sassolini ed altre impurità;
- avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani;
- assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi o sfiorire sotto l'azione degli agenti atmosferici o di soluzioni saline;
- non screpolarsi al fuoco e al gelo;
- avere resistenza adeguata, giusto grado di cottura;
- avere forma geometrica precisa

Per quanto riguarda i requisiti e le prove si farà riferimento alle norme U.N.I. 2105, 2106, 2107, 8942/1, 8942/2, 8942/3, 9730/1, 9730/2, 9730/3 mentre per quanto riguarda le categorie, le caratteristiche e le prove di qualificazione si farà riferimento alla normative UNI 8942/1 e 8942/3 e alle prescrizioni del DM 14 febbraio 1992.

I materiali dovranno presentare facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità, ed avere superfici atte alla adesione delle malte.

a) Blocchi forati per murature

Per la caratterizzazione delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1.

Dovranno essere impiegati blocchi forati di tipo 12 x 12 x 25/4 UNI 8942/1, categoria non inferiore alla 4, se portanti, salvo diverse indicazioni.

La superficie dei blocchi dovrà essere leggermente rigata per aumentare l'aderenza delle malte e gli spigoli longitudinali arrotondati; l'area di ciascun foro non dovrà superare il 10% della superficie della faccia forata.

#### b) Blocchi forati per solai

Per la caratterizzazione del tipo e delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1, e per le caratteristiche e le prove di qualificazione alla normativa UNI 8942/1. Dovranno essere utilizzati esclusivamente blocchi di tipo A 8942/1, salvo diverse indicazioni.

La resistenza a compressione dovrà risultare non inferiore a 200 Kg/cmq;

#### c) Mattoni forati

Per la caratterizzazione delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1.

Dovranno essere impiegati i mattoni forati corrispondenti alla 1° categoria, se portanti, salvo diverse indicazioni.

#### d) Mattoni pieni

Per la caratterizzazione del tipo e delle dimensioni, si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1.

Dovranno essere impiegati i mattoni del tipo A 5,5 x 12/2 UNI 8942/1, di categoria non inferiore alla 2°, salvo diverse indicazioni.

#### e) Mattoni semipieni

Per la caratterizzazione delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8942/1.

Dovranno essere impiegati mattoni di tipo 12 x 12/2 UNI 8942/1 di categoria non inferiore alla 2°, salvo diverse indicazioni.

f) Tavelle e tavelloni

Le tavelle ed i tavelloni dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla normativa UNI 2107 e per la caratterizzazione del tipo e delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 2105 e UNI 2106.

g) Tegole piane e tegole curve

Dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla normativa UNI 8635 e per la caratterizzazione del tipo e delle dimensioni si farà riferimento alla normativa UNI 8626.

#### **4.2.11 CONDOTTE DI SCARICO IN PE-AD**

Le tubazione in PE AD per condotte di scarico interrate dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Ottima resistenza all'abrasione
- Leggerezza
- Ottima lavorabilità
- Impermeabilità
- Facilità nella posa
- Buona resilienza

Il polietilene impiegato è Polietilene Alta Densità idoneo a conferire alla tubazione le caratteristiche richieste dall'applicazione (elevata rigidità anulare, resistenza a liquidi aggressivi, ecc.).

La fornitura e posa in opera di tubazione di polietilene alta densità (PE AD) per condotte di scarico interrato non in pressione, realizzata per coestrusione continua di due pareti (quella interna liscia e di colore azzurro per facilitare l'ispezione visiva o con telecamere, quella esterna corrugata e di colore nero), dovrà essere interamente conforme alla norma UNI EN 13476 e certificato con marchio di qualità di prodotto da ente certificatore terzo accreditato, con diametro nominale esterno come da progetto e classe di rigidità anulare SN 8 misurata secondo EN ISO 9969.

La tubazione dovrà essere prodotta da azienda operante in regime di qualità di produzione conforme alla norma UNI EN ISO 9001/2008 e in regime di qualità ambientale UNI EN ISO 14001/2004.

Le barre dovranno essere dotate di giunzione a bicchiere o manicotto esterno con relative guarnizioni di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1.

Il tubo dovrà riportare la marcatura prevista dalla norma UNI EN 13476 e dovranno essere esibite:

- certificazioni di collaudo alla flessibilità anulare secondo quanto previsto dal UNI EN 13476 con il metodo di prova descritto nella UNI EN 1446;
- certificazione in regime di qualità ambientale (UNI EN ISO 14001:2004);
- certificazione di produzione in regime di qualità aziendale (UNI EN ISO 9001:2008);
- certificazione di collaudo alla tenuta idraulica delle giunzioni secondo quanto previsto dal UNI EN 13476 con il metodo di prova descritto nella EN 1277;
- certificazione di collaudo di resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma DIN EN 295-3;

- certificazione IIP del sistema di giunzione;

## **4.3 OPERE IN CEMENTO ARMATO**

Per tutte le opere in cemento armato, cemento armato precompresso e strutture metalliche, gli acciai, i conglomerati cementizi e le parti in metallo dovranno essere conformi alle normative vigenti nonché alle prescrizioni impartite dalla direzione lavori e dovranno essere eseguite dall'appaltatore in modo rigoroso, nel rispetto delle normative e in modo tale da essere eseguite a regola d'arte e nel rispetto della qualità massima.

Nella progettazione e nella esecuzione delle strutture in conglomerato cementizio armato ed in acciaio dovranno essere tassativamente e perfettamente osservate le prescrizioni stabilite dalle Norme Tecniche di cui al D.M. 14 febbraio 1992, dalla Circolare del Ministero LL.PP. del 24.06.1993 n° 374061STC e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto di competenza dell'impresa, dovranno inoltre essere rispettate le disposizioni di cui alla L. 5 novembre 1971, n.1086, alla L. 2 febbraio 1974, n.64 ed alla L.R. 6 dicembre 1982, n. 88.

### **4.3.1 CALCESTRUZZI**

Nel presente articolo si fa riferimento alle caratteristiche dei componenti del calcestruzzo e ai controlli da effettuare.

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1 ovvero a uno specifico benessere tecnico europeo

(ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi. L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi con adeguate caratteristiche di resistenza alle specifiche azioni aggressive.

Specificamente in ambiente solfatico si devono impiegare cementi resistenti ai solfati conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 ed alla norma UNI 9156 o, in condizioni di dilavamento, cementi resistenti al dilavamento conformi alla norma UNI 9606.

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione.

Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo.

Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali.

L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato.

Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

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

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

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

UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche;

UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;

UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

UNI CEN/TR 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;

UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;

UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

UNI EN 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;

UNI EN 196-9 - Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;

UNI EN 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;

UNI EN 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;

UNI EN 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;

UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

UNI EN 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità;

UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;

UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti riportati nella seguente tabella, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata nonché accettata in cantiere.

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato (frammenti di calcestruzzo $\geq$ 90%, UNI EN 933-11:2009)	$\leq$ C20/25	fino al 60%
	$\leq$ C30/37	$\leq$ 30%
	$\leq$ C45/55	$\leq$ 20%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Tab. 12 Aggregati grossi provenienti da riciclo

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella precedente tabella.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato di seguito.

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

Tab. 13 Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

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

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, devono essere finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella seguente tabella, insieme ai relativi metodi di prova.

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Tenore di solfati e zolfo
Dimensione per il filler
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ e aggregato proveniente da riciclo)

Tab. 14 Controlli di accettazione degli aggregati

Ferme restando le considerazioni del comma 3, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose.

Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos.

La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

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

UNI 8520-1 - Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620.

Designazione e criteri di conformità;

UNI 8520-2 - Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620.

Requisiti;

UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;

UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;

UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;

UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccazione;

UNI EN 12620 - Aggregati per calcestruzzo;

UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;

UNI EN 13139 - Aggregati per malta.

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

UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;

UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;

UNI 11013 - Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450-1 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento.

Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

Le norme di riferimento sono:

UNI EN 450-1 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;

UNI EN 450-2 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;

UNI EN 451-1 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;

UNI EN 451-2 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante stacciatura umida.

10. La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di  $\text{SiO}_2$ , con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di Silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

Le norme di riferimento sono:

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

UNI EN 13263-2 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente perimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;

- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

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

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori

possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

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

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

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

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

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

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

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

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17/01/2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

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

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo.

Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

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

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17/01/2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

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

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;

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

D.M. 17/01/2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;

- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

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

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

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

UNI EN 480-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;

UNI EN 480-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

UNI EN 480-8 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;

UNI EN 480-10 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

UNI EN 480-11 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

UNI EN 480-12 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;

UNI EN 480-13 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

UNI EN 480-14 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;

UNI EN 934-1 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-3 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa

tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17/01/2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

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

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

Le norme di riferimento sono:

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.

Per quanto riguarda gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni, l'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette ) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

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

Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/l
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/l

Tab. 12 Caratteristiche acqua di impasto

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate nella seguente tabella.

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Tab. 13 Classi di resistenza

Oltre alle classi di resistenza riportate in tabella si possono prendere in considerazione le classi di resistenza già in uso C28/35 e C32/40.

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

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

Tab. 14 Classi di resistenza minima

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

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- a. valutazione preliminare della resistenza, con la quale si determina, prima della costruzione dell'opera, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto;
- b. controllo di produzione, effettuato durante la produzione del calcestruzzo stesso;

c. controllo di accettazione, eseguito dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, con prelievi effettuati contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali;

d. prove complementari, ove necessario, a completamento dei controlli di accettazione.

Per quanto concerne la valutazione preliminare di cui alla lettera a) del comma 22, l'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Relativamente al controllo di cui alla lettera c) del comma 22, il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A

- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella seguente, come stabilito nel D.M. 17/01/2018:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N° prelievi $\geq 15$ )
Ove: $R_{cm28}$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $R_{c,min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio.	

Tab. 15 Controllo di accettazione del conglomerato

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato.

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente il coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli molto accurati, integrati con prove complementari.

Le prove complementari di cui alla lettera d) del comma 22 si eseguono al fine di stimare la resistenza el conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari, ma potranno servire al Direttore dei Lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

Le modalità di prelievo e i procedimenti per le successive prove devono rispettare le norme vigenti.

#### **4.3.2 CASSEFORME**

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite e lavate con getto di acqua per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc.

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno presentare deformazioni limitate e avere rigidità tale da evitare forti ampiezze di vibrazione durante il costipamento evitando variazioni dimensionali delle superfici dei singoli casseri.

La rimozione delle casseforme dai getti deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche e solo quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze e i tempi di maturazione del calcestruzzo.

In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore deve attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) e comunque la decisione è lasciata al giudizio della direzione lavori.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, devono essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi devono essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.

Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

Le casseforme dovranno essere realizzate in legno e/o metallo. Le casseforme in legno dovranno essere costituite da tavole di spessore non inferiore a 25 mm., di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola. In fase di assemblaggio delle tavole si dovranno prevedere giunti di 1/3mm, per consentire la dilatazione, dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto e, per evitare la rottura degli spigoli, listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri. Il legname dovrà essere accatastato su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aereazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Il legname dovrà essere collocato in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protetto con teli impermeabili; La pulizia del legname dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido.

Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione).

#### **4.4 LAVORAZIONI E OPERE PROVVISORIALI**

Le lavorazioni e le opere provvisorie necessarie per eseguire le opere oggetto del contratto d'appalto incluso impalcature, ponteggi, casseri, armature ecc, dovranno essere realizzate in modo da garantire stabilità delle opere stesse oltre che eseguite in condizione di sicurezza.

Qualora le opere di tipo provvisoria siano complesse, l'Impresa dovrà munirsi di progetto esecutivo e calcoli statici che dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa sarà unica responsabile per danni eventualmente provocati alle opere stesse, nonché a cose e/o persone, che siano direttamente riconducibili a mancata esecuzione delle opere a regola d'arte o a esecuzione impropria.

Tale responsabilità si applica anche alle attrezzature, ai macchinari e mezzi d'opera utilizzati per l'esecuzione delle opere/lavorazioni.

La direzione dei lavori consegnerà all'Impresa il progetto delle opere e relativi dettagli costruttivi e l'Impresa dovrà prendere visione degli stessi e valutare in dettaglio tutti le prescrizioni e le modalità costruttive ivi riportate.

L'impresa dovrà verificare preventivamente la stabilità delle opere, delle strutture, degli scavi, delle strutture di sostegno, dei rilevati, degli argini e di ogni altra opera eseguita anche in prossimità di manufatti esistenti.

L'Impresa ha l'onere e la responsabilità della corretta esecuzione dei lavori, in relazione alle tavole progettuali e alle disposizioni impartite dalla D.L.

Tutti i lavori e le opere eseguite dall'Impresa saranno accettate dalla Direzione Lavori solo se eseguite in conformità alla indicazione e prescrizioni riportate nel capitolato e se eseguite a regola d'arte.

Qualora la Direzione Lavori dovesse rilevare delle opere o lavorazioni non eseguite a regola d'arte o eseguite in difformità alla prescrizioni contrattuali o in difformità alla indicazioni impartite dalla direzione lavori potrà imporre all'Impresa il rifacimento delle opere eseguite in difformità.

Se il rifacimento di tali lavori comporta demolizioni di altri lavori, eseguiti dall'Impresa o da altre Ditte, ciò non costituisce titolo per evitare tali rifacimenti, né per chiedere compensi per il risarcimento dei lavori propri od altrui forzatamente demoliti.

Qualora la Direzione Lavori riscontri eventuali difformità durante l'esecuzione delle opere tali da comportare aggravii anche negli oneri che fanno capo ad altre ditte, tali difformità dovranno essere tempestivamente rettificate a proprie spese dall'Impresa .

Qualora l'Impresa dovesse riscontrare discordanza fra tavole progettuali e disposizioni presenti in capitolato che possano comportare oneri fra loro diversi, l'Impresa dovrà eseguire il lavoro in conformità delle prescrizioni ritenute più idonee dalla direzione lavori, senza che ciò possa comportare particolari compensi aggiuntivi.

Nel caso di esecuzione di opere e lavorazioni non contemplate nel capitolato, l'Impresa dovrà fare riferimento agli articoli di pertinenza del Capitolato Speciale tipo per lavori edilizi, predisposto dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP., o in alternativa l'Impresa potrà scegliere le metodologie e i procedimenti costruttivi che riterrà più opportuni e idonei purché preventivamente approvati dalla direzione lavori che deciderà dopo disamina delle proposte pervenute.

#### **4.5 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO**

Il trasporto degli impasti dovrà avvenire su betoniere dotate di contenitori rotanti o dovrà essere effettuato con contenitori idonei sollevati meccanicamente.

Il tempo necessario per il trasporto e l'eventuale sosta prima del getto non deve superare il tempo necessario a garantire un getto omogeneo e di qualità che nel caso di calcestruzzo ordinario sarà di 45/60 minuti e, nel caso di calcestruzzo preriscaldato, di 15/30 minuti.

Prima di ogni getto, l'Impresa dovrà controllare le casseforme, le armature e verificarne la pulizia interna e del fondo.

Durante la posa del getto l'Impresa dovrà ridurre, per quanto possibile, l'altezza di caduta del conglomerato in modo da evitare impatto contro le parti delle casseforme e procedere con il getto in maniera uniforme per strati orizzontali non superiori a 35/40 cm, procedendo con vibratura del composto sulla parti già eseguite.

La posa del getto dovrà avvenire tenendo conto delle condizioni climatiche e adottando tutti gli eventuali accorgimenti richiesti dalla direzione lavori.

L'Impresa dovrà gestire le fasi di getto del conglomerato tenendo in conto il fatto di dover operare in modo uniforme e continuo ovvero, laddove ciò non fosse possibile e quindi in caso di interruzione e successiva ripresa, il getto dovrà essere eseguito con una tempistica non superiore alle 2 ore per temperature di 35°C o a 6 ore per temperature di 5°C.

Qualora queste tempistiche non dovessero essere rispettate, l'Impresa dovrà porre in essere alcuni accorgimenti come il trattamento delle zone da riprendere con malte speciali o accorgimenti indicati dalla direzione lavori.

L'impresa dovrà eseguire il getto garantendo un buon costipamento dello stesso al fine di garantire una buona resistenza finale.

Il costipamento potrà essere trasmesso al calcestruzzo attraverso una vibrazione interna o con vibrazione esterna.

Nel caso di costipazione mediante vibrazione interna, l'Impresa dovrà utilizzare un vibratore ad immersione che dovrà essere introdotto verticalmente e spostato da un punto all'altro del calcestruzzo ogni 50 cm circa mentre la frequenza della vibrazione dovrà essere scelta in funzione del tipo di granulometria impiegata nell'impasto.

In generale dovranno essere adottate le seguenti modalità operative:

- il vibratore sarà inserito nel getto verticalmente ad intervalli stabiliti dal direttore dei lavori;
- la vibrazione dovrà interessare per almeno 10/15 cm lo strato precedente;
- il tempo di vibrazione sarà compreso tra 5/15 secondi;
- il getto sarà eseguito in strati uniformi di spessore non superiore a 30/40 cm.;
- i vibratori dovranno essere immersi e ritirati dal getto a velocità media di 10 cm/sec.;
- la vibrazione sarà sospesa all'apparire, in superficie, di uno strato di malta ricca d'acqua;

Si dovrà avere la massima cura per evitare di toccare con l'ago vibrante le armature predisposte nella cassaforma.

Nel caso di costipazione mediante vibrazione interna, l'Impresa dovrà utilizzare vibratori a parete che dovranno essere fissati direttamente alla cassaforma che trasferirà direttamente la vibrazione all'impasto che si trasmetterà per una profondità di circa 20/30 cm e per una lunghezza di 1/2 m.

Per quanto concerne il disarmo, i tempi e le modalità dovranno essere eseguite nel rispetto delle prescrizioni previste dalla normativa vigente o seguendo le specifiche istruzioni impartite dalla direzione lavori pur rispettando le regole generali che prevedono che il disarmo avvenga per gradi evitando sollecitazioni varie e solo dopo che il conglomerato abbia raggiunto il valore di resistenza richiesto.

#### **4.6 PAVIMENTAZIONE STRADALE**

La composizione della pavimentazione stradale dovrà avvenire in vari strati per assicurare che la trasmissione dei carichi dinamici che transiteranno sulla superficie stessa provochino il minimo di deformabilità e usura della sede stradale stessa. La pavimentazione stradale dovrà essere realizzata

mediante l'impiego di miscele di ghiaia e sabbia di fiume o di cava di varia granulometria o detriti di cava provenienti dalla frantumazione delle rocce aventi granulometria proporzionata alle indicazioni di progetto o alle prescrizioni della direzione lavori impartite in corso d'opera in funzione della natura e portanza delle sottofondo esistente e delle caratteristiche del traffico. La composizione granulometria delle miscele dovranno essere sempre contenute all'interno dei limiti prescritti nella documentazione esecutiva della direzione lavori . Gli aggregati non legati dovranno essere caratterizzati dalle seguenti specifiche:

- l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare
- la granulometria dovrà essere compresa in un fuso predefinito ed avere andamento continuo ed uniforme
- la perdita in peso alla prova Los Angeles dovrà essere inferiore al 30% in peso
- l'equivalente in sabbia, misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4 dovrà essere compreso tra 40 ed 80

Conglomerato bituminoso per stabilizzato	
Crivelli e setacci uni	Passante % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0.4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

Tab. 16 Conglomerato bituminoso per stabilizzato

Durante la posa in opera del materiale lungo la superficie stradale, la miscela dovrà essere opportunamente e uniformemente umidificata o viceversa aerata in caso di eccesso di umidità fino a quanto non verrà raggiunta l'umidità di costipamento ottimale.

Il misto granulometrico stabilizzato dovrà essere steso tramite "motor grader" e successivamente compattata tramite rulli compattatori tradizionali.

Al termine della posa del materiale questo dovrà essere omogeneo con assenza di zone ghiaiose, sabbiose o toppe di argilla.

La posa non dovrà avvenire qualora i lavori avvengano in condizioni di eccessiva umidità o nel caso di temperature inferiori a 3°C.

Qualora l'Impresa esegua dei lavori in difformità a quanto sopra menzionato, la stessa dovrà provvedere alla scarificazione, ri-miscelazione e costipazione della parte non idonea in conformità alle prescrizioni impartite dalla direzione lavori a spese esclusive dell'impresa.

Durante la posa, l'Impresa dovrà verificare la rispondenza dei materiali ai requisiti geotecnici richiesti ovvero ciascun strato dovrà essere adeguatamente costipato con mezzi riconosciuti idonei e approvati dalla direzione lavori.

Si procederà dai lati fino al centro della carreggiata proseguendo con le operazioni fino a quanto la capacità portante dello strato finale, determinata con piastra di carico di opportuno diametro, non abbia raggiunto il valore di 800 kg/cm<sup>2</sup> nell'intervallo di carico compreso tra 1,5/2,5 kg/cm.

Gli inerti dovranno rispondere ai requisiti e alle prescrizioni del fascicolo IV delle norme CNR 1953 ed in particolare:

-la sabbia non dovrà presentare una perdita in peso superiore al 2% alla prova di decantazione in acqua e, se necessario, dovrà essere lavata con acqua dolce fino al raggiungimento di tale requisito nonché corrispondere alle caratteristiche granulometriche prescritte dall'art.2 fasc. n°4;

- i pietrischi, pietrischetti e le graniglie costituiti da frantumati non inferiore al 30% del loro peso, dovranno essere costituiti da elementi uniformi e compatti, superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere ed altre materie estranee con una perdita per decantazione in acqua non superiore all'1%.

Gli additivi dovranno essere totalmente passanti al setaccio n°80 ASTM e per l'85% al setaccio n°200 ASTM.

Il Bitume dovrà avere una granulometria dei conglomerati tale da risultare ben assortita e costantemente compresa nei limiti previsti per ogni tipo di impasto ovvero per "Conglomerato bituminoso di tipo semiaperto per strati di collegamento\_base", "Conglomerato bituminoso di tipo semiaperto per strati di collegamento- Binder" e "Conglomerato bituminoso di tipo chiuso per strati di usura".

La composizione adottata nei vari tipi di impasti dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione Lavori e documentata sulla scorta dei risultati delle prove sperimentali eseguite su ogni tipo di impasto presso laboratori ufficiali in conformità alle modalità stabilite dalla norma UNI.

La Direzione Lavori potrà riservarsi la facoltà di approvare i risultati trasmessi o di richiedere nuove prove sperimentali, fatto salvo che in ogni caso l'appaltatore sarà sempre unico garante dell'esecuzione dei lavori secondo le prescrizioni applicabili di volta in volta e, fino a collaudo eseguito, sarà obbligato a rifare a proprie spese tutti gli eventuali interventi per eseguire l'opera a perfetta regola d'arte.

In corso d'opera, sulla base della composizione adottata ed approvata dalla Direzione Lavori, e sempre nei limiti estremi prescritti per ogni tipo di impasto, non saranno consentite variazioni in più o in meno superiori allo 0,5% per il bitume, all' 1 % per l'additivo e al 5% per ciascun assortimento granulometrico dell'aggregato.

I conglomerati bituminosi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- elevatissima resistenza meccanica interna
- scabrezza specifica (elevatissima resistenza all'usura superficiale per conglomerati di tipo chiuso)
- grande compattezza: a costipamento ultimato, campioni di materiale tagliati ed estratti dal manta dovranno avere un volume dei vuoti residui non superiori al 4% e all'8% del totale, rispettivamente per conglomerati di tipo chiuso e conglomerati di tipo semiaperto.
- marcata impermeabilità: carote di campioni di materiale sottoposti alla prova con colonna d'acqua costante di cm. 50 di altezza, dopo 24 ore dovranno presentare un coefficiente di permeabilità  $< 10^{-6}$  cm/sec.

Gli impasti dovranno essere confezionati a caldo in impianti di potenzialità proporzionata all'entità complessiva del lavoro da compiere e capaci di assicurare il perfetto essiccamento degli aggregati;

Gli impasti dovranno essere confezionati in modo da:

- garantire la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta di usare almeno tre categorie fra pietrischetti e sabbie già vagliate prima dell'invio al mescolatore;
- garantire il riscaldamento del bitume a temperatura e viscosità uniforme fino al momento dell'impasto;
- garantire il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

La Direzione Lavori si riserverà la possibilità di esaminare le varie fasi di preparazione dei conglomerati e, a tal fine, l'appaltatore è obbligato a fornire il nome commerciale e l'indirizzo della ditta di produzione dei conglomerati che dovrà consentire alla Direzione Lavori sopralluoghi nel cantiere di produzione in qualsiasi momento con facoltà di prelevare campioni di materiali nonché assistere e verificare le fasi di manipolazione e di confezionamento.

Il trasporto e la posa in opera del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare modifiche agli impasti e/o separazione dei componenti.

Gli impasti dovranno stesi ad una temperatura non inferiore a 120° C previa accurata pulizia della superficie da rivestire mediante, energico lavaggio, ventilazione e spalmatura di un velo continuo di emulsione bituminosa al 55%, del tipo e della qualità accettata dalla direzione lavori, in ragione di Kg. 0,7 a mq per la mano di attacco del conglomerato di tipo semiaperto e di Kg.0,4 a mq per la mano di attacco del conglomerato di tipo chiuso. Farà seguito la stesa del conglomerato che verrà effettuata mediante idonee macchine vibrofinitrici, del tipo approvato dalla Direzione Lavori, capaci di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti e la stesa di strati di livellette e profili perfettamente regolari e dello spessore stabilito dalla Direzione Lavori, compensando eventuali irregolarità della fondazione. La cilindatura del conglomerato dovrà essere effettuata con compressori meccanici a rapida inversione di marcia, del peso di 5-10 t. La cilindatura comincerà iniziando il primo passaggio con le ruote motrici anteriori, procedendo dai bordi della strada verso il centro con passaggi paralleli in modo che ogni passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro per una striscia di 25-30 cm. di lunghezza, dopo il primo consolidamento la cilindatura dovrà essere eseguita anche in senso diagonale e dovrà essere continuata fino ad ottenere il grado di addensamento prescritto per il conglomerato.

In corrispondenza delle giunzioni, dei cordoni laterali, delle bocchette dei servizi sotterranei e dei margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti, prima della stesa del manto, si

dovrà procedere alla spalmatura di uno strato di bitume a caldo in modo da assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle superfici a contatto. Ogni giunzione e margine dovranno quindi essere battuti e rifiniti a mano con gli appositi pestelli da giunta a base rettangolare opportunamente scaldati.

Successivamente, previa eliminazione degli eventuali piccoli cedimenti mediante l'aggiunta di binder, si procederà alla stesa dello strato di usura di spessore concordato con la Direzione Lavori.

Il manto di usura dovrà essere eseguito senza soluzione di continuità lungo una serie di tratti contigui e su metà strada alla volta per una lunghezza tale da completare tutta la larghezza di strada al termine di una giornata lavorativa. A lavoro ultimato i manti dovranno presentare superficie regolarissima in ogni punto e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla D.L. Ad un accurato controllo effettuato con un'asta rettilinea della lunghezza di m. 4, in nessun punto dovranno risultare ondulazioni od irregolarità superiori a mm. 5.

#### **4.7 OPERE IN FERRO E IN ALTRI MATERIALI**

Per realizzare le opere in ferro, l'Appaltatore dovrà senza compenso esibire i disegni particolareggiati ed i relativi campioni da sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori.

La lavorazione dovrà essere accurata ed eseguita a perfetta regola d'arte specie per quanto concerne le saldature, i giunti, le forgiature, ecc.

Saranno rifiutate tutte quelle opere, o parte di esse, che presentassero il più leggero indizio di imperfezione.

Ogni opera in ferro dovrà essere fornita previ procedimenti di verniciatura a due mani di antiruggine a seconda delle caratteristiche dell'opera stessa.

Le opere in ferro saranno munite di tutte le guarnizioni chiudenti e congegni necessari per il loro funzionamento come cariglioni, crichetti a molla, catenelle e leve, ecc. nonché serrature a chiave ed a cricca, ove occorran, e di tutti gli accessori, con zanche, mazzette o simili occorrenti per la posa.

A posa ultimata si dovrà provvedere alla revisione e piccole riparazioni che dovessero rendersi necessarie.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità questi verranno rifiniti con la smerigliatrice.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni dovranno essere eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

- saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dalla direzione lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura

verranno sospese a temperature inferiori ai  $-5^{\circ}\text{C}$  e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;

- bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;

- chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

Nel caso in cui vi siano manufatti e/o strutture complesse, previo accordo con la direzione lavori, il montaggio potrà essere eseguito provvisoriamente in officina, anche a più riprese, purché nei vari montaggi siano effettuati opportuni controlli sui collegamenti e purché l'inizio di tali operazioni siano state preventivamente comunicate alla direzione lavori in modo che questa possa eventualmente presenziarvi.

Per le strutture metalliche, l'Impresa sarà libera di scegliere il procedimento di montaggio più opportuno, previo consenso della direzione lavori, e sempre che questa non abbia già prescritto procedure di montaggio .

Tutte le operazioni di trasporto, sollevamento, montaggio dovranno essere eseguite con la massima cura e diligenza al fine di evitare situazioni di lavoro onerose che possano comportare deformazioni permanenti o auto-tensioni.

Durante la posa in opera dei manufatti e il montaggio delle strutture, l'impresa dovrà farsi carico di tutte le attività annesse e connesse come, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le operazioni di montaggio, stoccaggio, carico, scarico e sollevamento, l'impiego di manodopera specializzata e non, sistemi di protezione, ferramenta e quant'altro necessario per dare le opere eseguite a perfetta regola d'arte.

Le strutture chiodate o bullonate, dovranno essere verniciate con una ripresa di pittura antiruggine non soltanto sulle superfici esterne ma anche su tutte le superfici a contatto, fatta eccezione per i giunti ad attrito, che dovranno essere accuratamente protetti dopo il serraggio definitivo, verniciando i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dadi dei bulloni, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

A pie d'opera e prima di avviare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto.

A montaggio ultimato, in presenza di fessure, si dovrà procedere con l'applicazione di materiali sigillanti prima ancora di applicare le mani di finitura a vernice come prescritto nelle lavorazioni inerenti tali opere e/o manufatti.

Tutti i materiali in acciaio usati per la realizzazione di opere in cemento armato o strutture metalliche dovranno avere caratteristiche conformi alle prescrizioni della normativa vigente, certificate da idonei documenti di accompagnamento e confermate dalle prove fatte eventualmente eseguire dalla direzione lavori presso laboratori riconosciuti.

Tutte le armature metalliche dovranno essere tagliate a misura, sagomate e poste in opera comprese le legature di filo di ferro, i distanziatori, eventuali sfridi, sovrapposizioni anche se non chiaramente espresse negli elaborati esecutivi ma richieste dalla normativa vigente.

Dovranno, inoltre, rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle tensioni ammissibili ed alla modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alla Normativa Tecnica della Costruzioni vigente DM 17 gennaio 2018.

## 5. NORMATIVA

Il presente progetto è redatto in conformità alle disposizioni della normativa vigente, sia nazionale che regionale, con particolare riferimento a:

- Legge Regionale n. 11 del 12 aprile 2001;
- Legge Regionale n.31 del 21/10/2008;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 3029 del 30 dicembre 2010;
- Regolamento Regionale n. 24/2010;
- Legge Regionale 24 settembre 2012 n. 25;
- Regolamento Regionale 30 novembre 2012 n. 29;
- Delibera di Giunta Regionale n. 2122 del 23/10/2012;
- Legge Regionale 16 luglio 2018, n. 38
- D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii;
- D.M. 10/09/2010 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”  
recepite dalla Regione Puglia, nella D.G.R. n. 3029 del 30/12/2010.
- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- D.Lgs 81/2008 Testo Unico della Sicurezza
- D.M. 37/08 Norme per la sicurezza degli impianti

- DM 19/05/2010: Modifica degli allegati al DM 22 gennaio 2008, n. 37
- DPR 151/2011: Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;

- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;

- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;

- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali

Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;

- Legge 186/68: Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature,

macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici

- CEI 0-16: Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti

AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.

- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo
- CEI 88-1: Parte 1: Prescrizioni di progettazione
- CEI 88-4: Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione dell'energia elettrica
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

- CEI EN 60909-0 (CEI 11-25): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0:

Calcolo delle correnti

- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)

- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)

- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)

- CEI EN 62271-200 (CEI 17-6): Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV

- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini

- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali

- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio

- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

Molfetta 05/01/2022

I tecnici

Dott. Ing. Alessandro la Grasta

Dott. Ing. Luigi Tattoli