



REGIONE PUGLIA  
 PROVINCIA DI TARANTO  
 COMUNE DI CASTELLANETA



PROGETTO IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI CASTELLANETA, CONTRADA BORGIO PINETO, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI GINOSA DI POTENZA PARI A 33.279,48 kWp DENOMINATO "CASTELLANETA"

PROGETTO DEFINITIVO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI DEL PROGETTO



livello prog.	codice pratica	N. Elaborato	DATA	SCALA
PD		AMGKF46_A22	20.12.2021	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE  
**Gamma Orione S.r.l.**

ENTE

PROGETTAZIONE



Viale Francesco Scaduto n.2/D - 90144 Palermo (PA)  
 Arch. A. Calandrino      Ing. D. Siracusa  
 Arch. M. Gullo            Ing. A. Costantino  
 Arch. S. Martorana      Ing. C. Chiaruzzi  
 Arch. F. G. Mazzola      Ing. G. Schillaci  
 Arch. G. Vella             Ing. G. Buffa  
 Arch. Y. Kokalah



Il Progettista

Il Progettista

**Impianto di produzione di energia elettrica da  
fonte energetica rinnovabile attraverso tecnologia  
fotovoltaica denominato  
“Castellaneta”**

**Progetto definitivo**

**Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi  
tecnici dell'impianto**

## **Sommario**

<b>1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Generalità.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Layout di impianto .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CARATTERISTICHE TECNICHE.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Moduli fotovoltaici.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Strutture di supporto.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Cavi BT.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Quadri parallelo stringhe.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Gruppi di conversione DC/AC .....</b>	<b>14</b>
<b>2.6 Dispositivi di generatore DDG.....</b>	<b>16</b>
<b>2.7 Trasformatore di potenza BT/MT .....</b>	<b>16</b>
<b>2.8 Linee elettriche MT .....</b>	<b>16</b>
<b>2.9 Quadro elettrico generale di media tensione.....</b>	<b>17</b>
<b>2.10 Quadri servizi ausiliari di campo .....</b>	<b>18</b>
<b>2.11 Gruppi di misura dell'energia .....</b>	<b>18</b>
<b>2.12 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto .</b>	<b>19</b>
<b>3. SICUREZZA ELETTRICA .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Protezione dalle sovracorrenti.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Protezione contro i contatti diretti .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Protezione contro i contatti indiretti.....</b>	<b>21</b>
<b>4. Specifiche tecniche opere elettriche di Sottostazione .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Cavi MT interni alla SSE 30/150kV .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Sistemi di protezione, controllo e misura .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV.....</b>	<b>23</b>
<b>4.4 Trasformatore di tensione induttivo .....</b>	<b>25</b>
<b>4.5 Interruttore tripolare 170 kV .....</b>	<b>26</b>
<b>4.6 Trasformatori di corrente.....</b>	<b>27</b>
<b>4.7 Supporto rompitratta unipolare.....</b>	<b>28</b>
<b>4.8 Trasformatore di potenza .....</b>	<b>30</b>

# 1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI

## 1.1 Generalità

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto definitivo dell'impianto agrivoltaico che la Società "***Gamma Orione S.r.l.***", intende realizzare nel territorio comunale di Castellaneta, sul foglio di mappa n. 123 particelle n° 19, 21, 22, 25, 1742, 1743, 1744, 1745, 1746, 1747, 2049 e annesse opere di connessione nel territorio comunale di Ginosa su lotto di terreno distinto al N.C.T. Foglio n. 119 particella n° 219.

L'impianto oggetto di progettazione, ha una potenza di picco<sup>1</sup> pari a **33.279,48 kWp** e sarà integrato da un sistema di accumulo elettrico di tipo elettrochimico in configurazione AC-Coupling da **38 MW/76 MWh**. Lo schema di connessione alla Rete, prescritto dal Gestore della Rete Elettrica di Trasmissione con preventivo di connessione ricevuto in data 14/05/2020 e identificato con Codice Pratica 202000142 Prot. Terna P20200028959, prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entrata alle linee a 150 kV della RTN "Pisticci-Taranto N2" e "Ginosa-Matera", previa realizzazione del potenziamento/rifacimento della linea a 150 kV della RTN "Ginosa Marina – Matera", nel tratto compreso tra la nuova SE e la SE RTN a 380/150 kV di Matera.

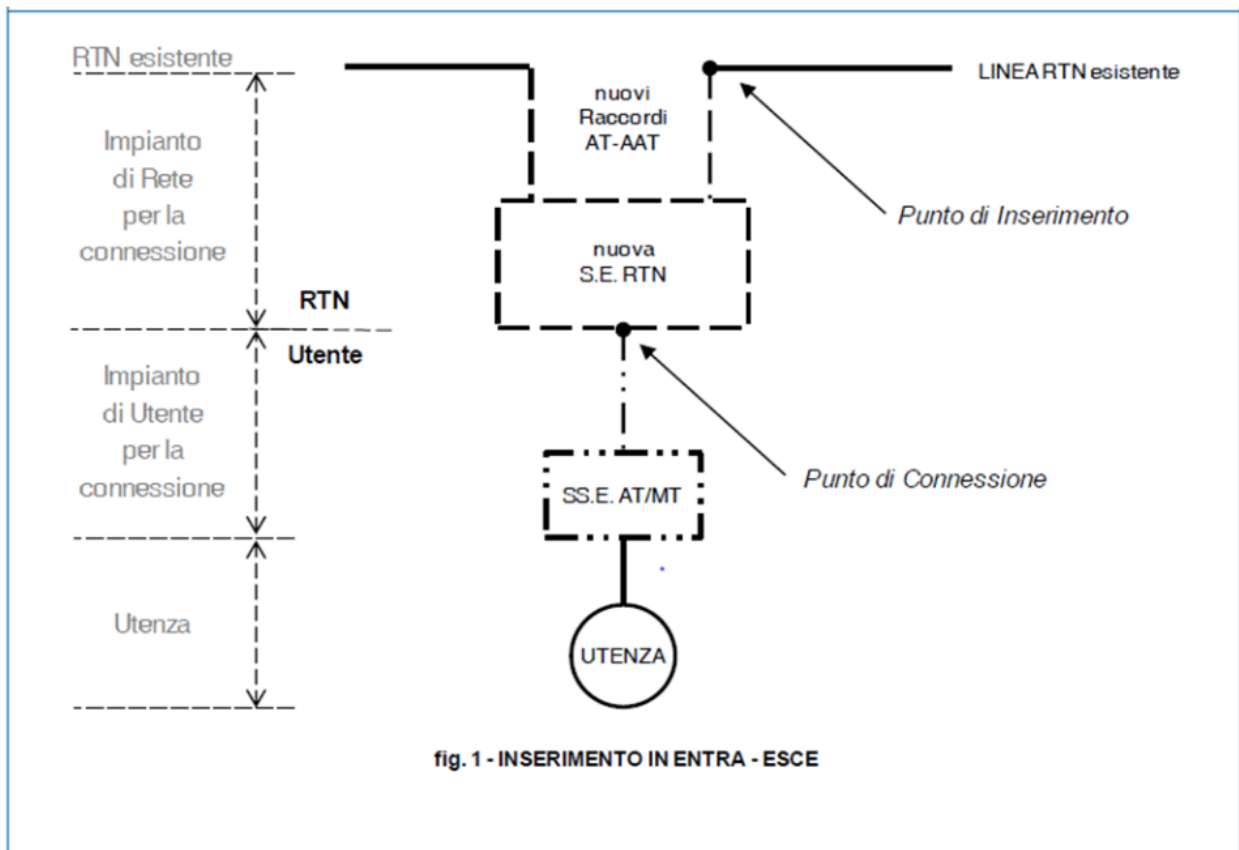
Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo collegamento a 150 kV costituisce ***Impianto di Utenza per la Connessione***, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce ***Impianto di Rete per la Connessione***. La restante parte di impianto, a valle dell'impianto di utenza per la connessione, si configura, ai sensi della Norma CEI 0-16, come ***Impianto di Utenza***.

L'impianto di produzione, attraverso una dorsale di media tensione in cavo interrato elettrificata a 30 kV, verrà connesso con la sezione di media tensione della Sottostazione Elettrica di Utenza MT/AT, dove verrà innalzato il livello di tensione a 150 kV per il successivo collegamento alla Stazione Elettrica di Smistamento RTN tramite un elettrodotto in alta tensione a 150 kV.

Per una maggiore comprensione di quanto descritto, viene riportato lo schema tipico di inserimento in antenna riportato nel Codice di Rete Terna:

---

<sup>1</sup> Per potenza di picco del Campo Fotovoltaico si intende, ai sensi della Norma CEI 0-16, la somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici installati valutate in condizioni STC



**Figura 1:** Schema tipico di inserimento in antenna di un impianto di produzione su futura Stazione Elettrica di Smistamento da inserire su linea RTN esistente

## 1.2 Layout di impianto

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione tecnica, ha una potenza di picco pari a **33.279,48 kWp**, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli scelti, in fase di progettazione definitiva, per realizzare il generatore.

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari di tracker per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

I moduli scelti sono in silicio monocristallino, hanno una potenza nominale di 585 Wp e sono costituiti da 156 celle fotovoltaiche.

Per massimizzare la producibilità energetica è previsto l'utilizzo di tracker monoassiali del tipo 2-V da 52 moduli, per un totale di 56.888 moduli fotovoltaici.

L'impianto sarà suddiviso in 10 sottocampi fotovoltaici, ciascuno dei quali confluirà ad un locale di conversione e trasformazione dell'energia elettrica, disposto in posizione quanto più possibile baricentrica rispetto al relativo sottocampo, in modo tale da limitare le perdite di potenza attiva per effetto Joule.

Per ciascun sottocampo, si utilizzeranno 150 inverter multistringa della serie **HUAWEI SUN2000-215KTL-H0 da 200 kW** per una potenza complessiva di **30.000 kW**. Per maggiori dettagli si rimanda allo schema elettrico unifilare.

Tenendo conto del numero di moduli complessivamente installati, la configurazione ottimale che consente di realizzare il corretto accoppiamento elettrico tra stringhe fotovoltaiche e gli inverter scelti prevede la realizzazione di stringhe fotovoltaiche da 26 moduli in serie.

Nel dettaglio le stringhe fotovoltaiche saranno collegate in parallelo tra loro attraverso appositi quadri di parallelo stringhe, equipaggiati con IMS combinati con fusibili, scaricatori di sovratensione e diodi di blocco, da cui quadri partiranno le linee elettriche in DC che andranno a collegarsi direttamente ai gruppi di conversione.

I gruppi di conversione di uno stesso sottocampo afferiranno ad un trasformatore BT/MT, a mezzo del quale il livello di tensione verrà innalzato a 30 kV.

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate e dallo schema elettrico unifilare, a cui si rimanda per una maggiore comprensione di quanto descritto, *l'impianto verrà integrato con un sistema di accumulo elettrico di tipo elettrochimico, installato nelle stesse aree in cui è prevista la realizzazione dei parchi di generazione.*

Le cabine elettriche di trasformazione BT/MT verranno collegate al quadro elettrico generale di media tensione, installato all'interno della cabina di raccolta, a mezzo di linee elettriche di media tensione in cavo interrato AREH45EX dimensionate in funzione della potenza da trasmettere.

In particolare è prevista la realizzazione di n° 5 linee elettriche di media tensione a strutture radiale, aventi le seguenti caratteristiche:

### **Linea MT n° 1**

La linea MT n° 1 consente di collegare i Trasformatori BT/MT n° 1, 2, 3 e 4 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x240) mm<sup>2</sup>;
- Lunghezza: circa 1400 m.

### **Linea MT n° 2**

La linea MT n° 2 consente di collegare i Trasformatori BT/MT n° 5, 6, 7 e 8 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x240) mm<sup>2</sup>;
- Lunghezza: circa 1030 m.

### **Linea MT n° 3**

La linea MT n° 3 consente di collegare i Trasformatori BT/MT n° 9 e 10 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x185) mm<sup>2</sup>;
- Lunghezza: circa 800 m.

### **Linea MT n° 4**

La linea MT n°4 consente di collegare le Energy Station BT/MT dalla n°1 alla n°8 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x400) mm<sup>2</sup>;
- Lunghezza: circa 830 m.

#### **Linea MT n° 5**

La linea MT n°5 consente di collegare le Energy Station BT/MT dalla n°9 alla n°16 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x400) mm<sup>2</sup>;
- Lunghezza: circa 700 m.

Di seguito si riporta l'insieme degli elementi costituenti l'Impianto di Utente:

- 56.888 moduli fotovoltaici da 585 Wp;
- 2188 stringhe fotovoltaiche costituite da 26 moduli da 585Wp in serie;
- cavi elettrici di bassa tensione in corrente continua che dai quadri parallelo stringhe arrivano agli inverter;
- n° 150 inverter multistringa della serie **HUAWEI SUN2000-215KTL-H0 da 200 kW**;
- cavi elettrici di bassa tensione in corrente alternata che dagli inverter arrivano ai quadri elettrici BT installati all'interno delle cabine di trasformazione;
- cavi di bassa tensione per il collegamento degli avvolgimenti di bassa tensione dei trasformatori ai quadri elettrici di bassa tensione;
- N° 10 trasformatori BT/MT da 4000 kVA;
- N° 16 trasformatori BT/MT da 2500 kVA;
- N° 2 trasformatori MT/BT da 630 kVA;
- N° 2 trasformatori MT/BT da 315 kVA;
- N° 1 trasformatore MT/BT da 160 kVA;
- N° 1 trasformatore da 50 kVA;
- N° 6 locali cabine BT/MT;
- N° 3 locali servizi ausiliari;
- N° 16 Energy Station a servizio degli storage;
- N° 5 linee elettriche di media tensione in cavo unipolare ARE4H5EX per posa interrata;



- N° 1 cabina di raccolta;
- N° 1 dorsale di media tensione di collegamento con la Sottostazione Elettrica di Utenza;

## 2. CARATTERISTICHE TECNICHE

### 2.1 Moduli fotovoltaici

Premesso che i moduli verranno acquistati in funzione della disponibilità e del costo di mercato in fase di realizzazione, in questa fase della progettazione, ai fini del dimensionamento di massima del generatore fotovoltaico si è scelto di utilizzare moduli fotovoltaici CanadianSolar BiHiKu 6 bifacciali da 585Wp costituiti da 156 celle in silicio monocristallino.

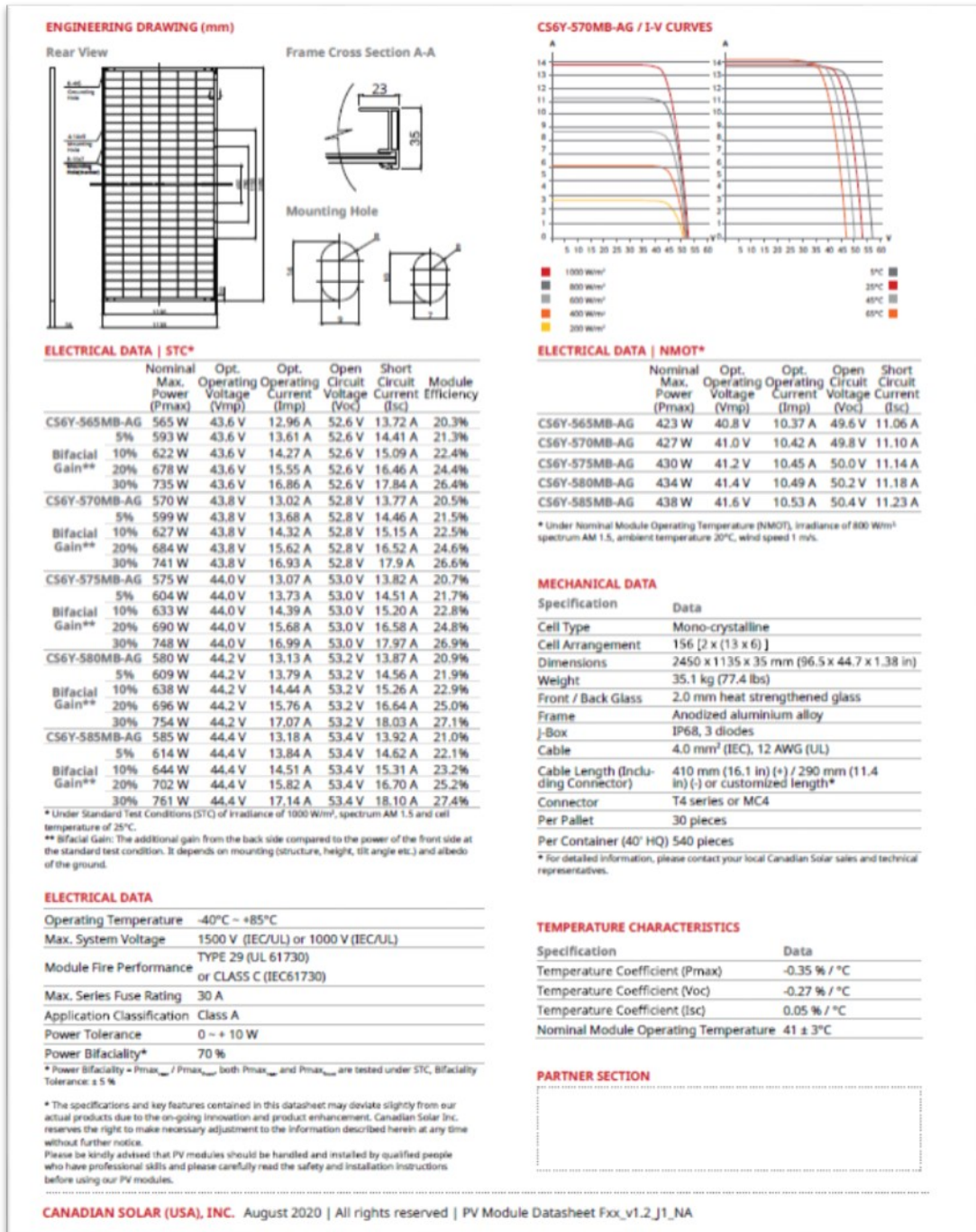


Figura 1: caratteristiche elettriche del modulo fotovoltaico

## 2.2 Strutture di supporto

Le strutture di sostegno dei moduli sono costituite da profili metallici in acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati, che vengono posizionati ad un'altezza di circa **2 m** e posti orizzontalmente seguendo la giacitura del terreno. Tale struttura a reticolo viene appoggiata a pilastri di forma rettangolare di medesima sezione ed infissi nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche litologiche del suolo.

Si tratta di una struttura metallica costituita essenzialmente da:

- Il corpo di sostegno disponibile come sostegno singolo o articolato a seconda del numero di moduli da applicare. La leggerezza dell'alluminio e la robustezza dell'acciaio raggiungono un'ottima combinazione e attraverso il profilo monoblocco vengono evitate ulteriori giunzioni suscettibili alla corrosione e alla maggiore applicazione;
- Le traverse sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio. Le traverse sono fissate al sostegno con particolari morsetti. Le traverse sono dotate del pregiato Klick-System;
- Le fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo conficcato nel terreno disponibile in più lunghezze standard. La forma del profilo supporta ottimamente i carichi statici e dinamici. Rispetto ai profili laminati il risparmio di materiale è del 50%.

Sinteticamente i vantaggi della struttura utilizzata si possono così riassumere:

- Logistica
  - Alto grado di prefabbricazione;
  - Montaggio facile e veloce;
  - Componenti del sistema perfettamente integrati.
- Materiali
  - Materiale interamente metallico (alluminio/inox) con notevole aspettativa di durata;
  - Materiali altamente riciclabili;
  - Aspetto leggero dovuto alla forma dei profili ottimizzata.
- Costruzione
  - Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice;
  - Possibilità di regolazione per terreni accidentati;
  - Facile e vantaggiosa integrazione con un sistema parafulmine.
- Calcoli statici

- Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologiche;
- Traverse rapportate alle forze di carico;
- Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi.

Per l'elaborato specifico in cui sono riportate piante, prospetti e particolari della struttura si rimanda all'elaborato D18 – Particolari tracker monoassiali.



**Figura 1: Rappresentazione della struttura di supporto**



**Figura 2: Rappresentazione della struttura di supporto**

## **2.3 Cavi BT**

All'interno dell'impianto di utenza si individuano due tipologie di cavi di bassa tensione:

- cavi di bassa tensione in c.a. per il collegamento dei quadri elettrici di bassa tensione agli avvolgimenti di bassa tensione di trasformatori e agli inverter;
- cavi elettrici di bassa tensione in c.c. per il collegamento degli ingressi in corrente continua degli inverter ai quadri di parallelo stringhe, e da questi alle stringhe fotovoltaiche.

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e i quadri di campo sono previsti cavi solari in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

### **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- Conduttore: rame elettrolitico, stagnato, classe 5 secondo IEC 60228
- Isolante: HEPR 120 °C
- Max. tensione di funzionamento 1,5 kV CC Tensione di prova 4kV, 50 Hz, 5 min.
- Intervallo di temperatura Da - 50°C a + 120°C

- Durata di vita attesa pari a 30 anni In condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature.
- Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- Resistenza alla corrosione
- Ampio intervallo di temperatura di utilizzo
- Resistenza ad abrasione
- Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
- Resistenza ad agenti chimici
- Facilità di assemblaggio
- Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

Le linee elettriche di bassa tensione in corrente continua, consentiranno di collegare le stringhe fotovoltaiche ai quadri di parallelo stringhe dislocati lungo il campo e questi ultimi agli inverter, i quali, come detto in precedenza, saranno di tipo centralizzato e disposti in posizione quanto più possibile baricentrica rispetto al relativo sottocampo, in modo tale da limitare le perdite di potenza attiva per effetto Joule.

Ciascuna linea è stata dimensionata in funzione della massima corrente di stringa, incrementata cautelativamente del 25% per tenere conto dell'aumento della corrente di cortocircuito del modulo a causa di valori di irraggiamento superiori a 1000 W/m<sup>2</sup>.

Fermo restando che le tipologie di componenti da utilizzare verranno definite in fase di progettazione esecutiva, in questa fase della progettazione si è scelto di utilizzare *cavi solari H1Z2Z2-K* adatti per posa in aria come cavi di stringa. Assumendo una lunghezza media di 25 m e nell'ottica di limitare le perdite di potenza attiva a valori non superiori all'1%, la sezione minima da adottare è quella da 10 mm<sup>2</sup>. La scelta adottata, tuttavia, potrà subire modifiche in fase di progettazione esecutiva.

Per il collegamento dei quadri di parallelo stringhe agli inverter, si potranno utilizzare cavi solari o in alternativa cavi ordinari di bassa tensione, la cui sezione minima, calcolata in funzione della potenza sottesa al singolo quadro di parallelo, è quella da 300 mm<sup>2</sup>.



Basse Tension  
Bassa Tensione

# H1Z2Z2-K

Photovoltaïque  
Fotovoltaico

Formation	Ø approx. conducteur	Épaisseur moyenne isolant	Épaisseur moyenne gaine	Ø approx. production	Poids approx. câble	Résistance électrique max à 20°C	Intensité admissible à l'air libre Portata di corrente in aria libera	
Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Câble seul Singolo cavo 60°C	2 câbles adjacents 2 cavi adiacenti 60°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
1 x 1,5	1,5	0,7	0,8	4,7	34	13,7	30	24
1 x 2,5	2,1	0,7	0,8	5,2	47	8,21	40	33
1 x 4	2,5	0,7	0,8	5,8	58	5,09	55	44
1 x 6	3,0	0,7	0,8	6,5	80	3,39	70	70
1 x 10	4,0	0,7	0,8	7,9	127	1,95	95	95
1 x 16	5,0	0,7	0,9	8,8	180	1,24	130	107
1 x 25	6,2	0,9	1,0	10,6	270	0,795	180	142
1 x 35	7,6	0,9	1,1	12,0	360	0,565	220	176
1 x 50	8,9	1,0	1,2	14,1	515	0,393	280	221
1 x 70	10,5	1,1	1,2	15,9	720	0,277	350	278
1 x 95	12,5	1,1	1,3	17,7	915	0,210	410	333
1 x 120	13,7	1,2	1,3	19,8	1160	0,164	480	390
1 x 150	16,1	1,4	1,4	21,7	1460	0,132	566	453
1 x 185	17,7	1,6	1,6	24,1	1780	0,108	644	515
1 x 240	19,9	1,7	1,7	26,7	2310	0,082	775	620

Tabella 1: Scheda tecnica cavi solari H1Z2Z2-K

**general**  
**COVI** s.p.a.

**FG7R / FG7OR 0,6/1kV**



**FG7(O)R 0,6/1kV**

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Diametro est. indicativo di produzione	Peso indicativo del cavo	Resistenza elettrica a 20°C	Portate di corrente	
							20°C Interrato	30° In tubo o in aria
Cores number	Cross section	Approx conductor diameter	Insulation medium thickness	Approx external production diameter	Approx cable weight	Electric resistance at 20°C	Current carrying capacities	
(N°)	(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ohm/km)	(A)	(A)
Unipolare / Single core								
1x	1.5	1.6	0.7	6.05	51	13.3	21	20
1x	2.5	2	0.7	6.50	63	7.98	27	28
1x	4	2.6	0.7	7.15	82	4.95	35	37
1x	6	3.4	0.7	7.50	101	3.3	44	48
1x	10	4.4	0.7	7.99	152	1.91	59	66
1x	16	5.7	0.7	9.10	211	1.21	77	88
1x	25	6.9	0.9	10.40	301	0.78	100	117
1x	35	8.1	0.9	11.70	396	0.554	121	144
1x	50	9.8	1	14.05	556	0.386	150	175
1x	70	11.6	1.1	15.90	761	0.272	184	222
1x	95	13.3	1.1	17.59	991	0.206	217	269
1x	120	15.1	1.2	19.90	1219	0.161	259	312
1x	150	16.8	1.4	22.01	1517	0.129	287	355
1x	185	18.6	1.6	24.20	1821	0.106	323	417
1x	240	21.4	1.7	26.88	2366	0.0801	379	490
1x	300	23.9	1.8	31.70	2947	0.0641	429	-
1x	400	27.5	2	35.10	3870	0.0486	541	-

Tabella 2: scheda tecnica cavi ordinari di bassa tensione FG7R

Le linee saranno in cavo interrato all'interno di tubazione protettiva in PVC, posta ad una profondità di posa adeguata. I tubi protettivi avranno un diametro almeno 1,4 volte quello del cavo o del cerchio circoscritto ai cavi, per permettere un facile infilaggio.

All'interno della trincea di scavo la presenza dei cavi elettrici verrà segnalata con apposito nastro di segnalazione che verrà posato lungo lo scavo.

Le modalità di posa dei cavi BT in corrente alternata (in cunicoli, tubi protettivi, sottopavimento, etc...) verranno definite in fase di progettazione esecutiva.

## **2.4 Quadri parallelo stringhe**

I quadri di parallelo stringhe QPS hanno la funzione di collegare in parallelo le varie stringhe di moduli.

I QPS verranno montati direttamente sulle strutture di supporto dei moduli e saranno equipaggiati con le seguenti apparecchiature:

- N. 1 IMS con fusibile per ciascuna stringa;
- N. 1 diodo di blocco per ciascuna stringa;
- N.1 sezionatore sotto carico;
- N.1 scaricatore allo stato solido da 800Vca per ogni polo.

La struttura dei QPS sarà in resina autoestinguenta con portina frontale trasparente montata su cerniere e munita di battuta in neoprene. Ciascun quadro sarà provvisto di staffe di ancoraggio e di ingressi e uscite cavi muniti di pressacavo.

Tutte le apparecchiature saranno accessibili singolarmente per il controllo e l'eventuale asportazione senza necessità di rimuovere quelle adiacenti; le sbarre di collegamento saranno di rame elettrolitico e i cavi unipolari di sezione opportuna.

La morsettiera generata conterrà uno o più contatti dell'impianto di terra, dove saranno collegate tutte le parti metalliche facenti parte del quadro stesso.

I quadri, adatti per l'installazione all'esterno, avranno le seguenti caratteristiche:

- a) materiale antiurto ed autoestinguenta;
- b) inalterabilità per temperatura -10 / +50 °C;
- c) grado di protezione IP 65. I suddetti quadri di campo realizzano il sezionamento ed il parallelo delle stringhe dei moduli provenienti dal campo fotovoltaico. All'interno saranno presenti dispositivi di sezionamento, fusibili ed il monitoraggio della corrente per ogni stringa, inoltre è predisposto un modulo per la comunicazione seriali dei dati inerenti l'array ad un sistema SCADA.



Esse disporranno al loro interno dell'elettronica necessaria per il cablaggio nonché protezione contro scariche provocate da fulmini e rotture dei moduli stessi. Dalle cassette di derivazione partiranno i cavi di collegamento (rivestiti in pvc o in gomma) fino alla cabina di trasformazione in cui sono contenuti gli inverter. Tutti i cavi utilizzati sono rispondenti alla norma CEI 20-22.

## 2.5 Gruppi di conversione DC/AC

Il layout di impianto prevede l'utilizzo di inverter multistringa è HUAWEI SUN2000-215KTL-H0 da 200 kW, le cui caratteristiche elettriche lato AC sono deducibili dalla scheda tecnica di seguito riportata:

### Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.00%
European Efficiency	≥98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)

Figura 3: Inverter multistringa

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate e dallo schema elettrico unifilare, a cui si rimanda per una maggiore comprensione di quanto descritto, *l'impianto verrà integrato con un sistema di accumulo elettrico di tipo elettrochimico, installato nelle stesse aree in cui è prevista la realizzazione dei parchi di generazione.*

Il sistema di accumulo avrà una Target Capacity Level di 76 MWh, una Target Power Capacity pari a 38 MW e opererà come sistema integrato all'impianto fotovoltaico al fine di accumulare la parte di energia prodotta dal medesimo e non dispacciata in rete e rilasciarla in orari in cui l'impianto fotovoltaico non è in produzione o ha una produzione limitata, e sarà costituito da n. 16 Energy Station da 2,5 MW, le cui caratteristiche tecniche vengono indicate nella tabella di seguito riportata:

Rated Power	2500 kW @50°C
Quantity of MV Switchgear	1 group, configured according to requirements
Quantity of MV Transformer	1
Quantity of PCS	1
Quantity of Battery Enclosures	2
Quantity of ESC	1
Quantity of AUX PANEL	1
DC usable energy, 0.5C Discharge	5.18MWh
AC Connection Specification	30kV 50/60Hz
Round Trip Efficiency, AC Output Terminals	≥ 90%

**Tabella 4: datasheet Energy Station**

## **2.6 Dispositivi di generatore DDG**

La configurazione impiantistica adottata prevede la presenza di n° 150 dispositivi di generatore la cui apertura, comandata da un apposito sistema di protezione, determina la separazione del gruppo di generazione dalla rete, consentendo all'impianto stesso l'eventuale funzionamento in isola sui carichi privilegiati.

## **2.7 Trasformatore di potenza BT/MT**

All'interno di ciascuna cabina di trasformazione sarà presente un trasformatore di potenza da 4000 kVA che consentirà di innalzare il livello di tensione del campo di generazione a 30 kV.

I trasformatori sono stati progettati e dimensionati per tener in considerazione la presenza di armoniche di corrente prodotte dai convertitori. I trasformatori saranno del tipo con raffreddamento ad aria naturale, per installazione interna, e saranno dotati di un sistema di ventilazione forzata per migliorare la dissipazione del calore.

Per i dati tecnici dei trasformatori MT/BT identificati in progetto si rimanda al datasheet allegato.

## **2.8 Linee elettriche MT**

Come facilmente riscontrabile dalle tavole di progetto allegate e dallo schema elettrico unifilare dell'impianto, a cui si rimanda per una maggiore comprensione di quanto descritto, il layout di impianto proposto, prevede n° 5 linee elettriche di media tensione elettrificate a 30 kV, ciascuna delle quali interconnette, in entra-esce, un certo numero di Cabine secondo l'ordine di seguito indicato:

### **Linea MT n° 1**

La linea MT n° 1 consente di collegare i Trasformatori BT/MT n° 1, 2, 3 e 4 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x240) mm<sup>2</sup>;

### **Linea MT n° 2**

La linea MT n° 2 consente di collegare i Trasformatori BT/MT n° 5, 6, 7 e 8 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x240) mm<sup>2</sup>;

### **Linea MT n° 3**

La linea MT n° 3 consente di collegare i Trasformatori BT/MT n°9 e 10 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x185) mm<sup>2</sup>;

#### **Linea MT n° 4**

La linea MT n°4 consente di collegare le Energy Station BT/MT dalla n°1 alla n°8 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x400) mm<sup>2</sup>;

#### **Linea MT n° 5**

La linea MT n°5 consente di collegare le Energy Station BT/MT dalla n°9 alla n°16 con la cabina di raccolta; essa presenta le seguenti caratteristiche:

- Tipologia di cavo: ARE4H5EX 18/30 kV;
- Formazione: 3x(1x400) mm<sup>2</sup>;

Per i calcoli di dimensionamento e di verifica dei cavi, si rimanda alla relazione tecnica "dimensionamento cavi e verifica della c.d.t."

## **2.9 Quadro elettrico generale di media tensione**

### **2.9.1 Cabina di Raccolta**

E' prevista l'installazione di n° 1 cabina di raccolta di tipo prefabbricato (dimensioni 12.19x2.43) all'interno della quale verrà installato il quadro elettrico generale di media tensione e un trasformatore MT/BT 30kV/0,4kV da 50kVA, per l'alimentazione dei servizi ausiliari di impianto.

### **2.9.2 Quadro elettrico generale di media tensione**

All'interno di cabina di raccolta, è prevista l'installazione di un quadro elettrico generale di media tensione, costituito da scomparti MT isolati in aria, predisposti per essere accoppiati tra loro in modo

da costituire un'unica apparecchiatura. Gli scomparti sono stati dimensionati per reti con correnti di cortocircuito di 16 kA e con riferimento alla tensione nominale di 30 kV.

Lo schema unifilare del quadro adottato, prevede la presenza dei seguenti moduli di media tensione:

- N° 1 scomparto partenza linea verso la sottostazione elettrica di utenza, costituito da un sezionatore generale e un interruttore generale, corredato di un sistema di protezione di massima corrente, massima corrente omopolare e direzionale di terra;
- N° 1 scomparto dispositivo generale, costituito da un sezionatore generale con a valle un interruttore generale, con funzione di massima corrente di fase;
- N° 3 scomparti partenza linea verso i sottocampi fotovoltaici, ciascuno costituito da un sezionatore con a valle un interruttore e asservito da protezione di massima corrente, massima corrente omopolare, direzionale di terra e protezione di interfaccia;
- N° 2 scomparti partenza linea verso le Energy Station, ciascuno costituito da un sezionatore con a valle un interruttore e asservito da protezione di massima corrente, massima corrente omopolare, direzionale di terra e protezione di interfaccia;
- N° 1 scomparto protezione trasformatore servizi ausiliari, costituito da un interruttore di manovra sezionatore con fusibile, a protezione del trasformatore installato all'interno della stessa cabina e attraverso cui verranno alimentati i servizi ausiliari di cabina.

Lo schema del quadro potrà subire modifiche in fase di progettazione esecutiva.

## **2.10 Quadri servizi ausiliari di campo**

È prevista l'installazione di n° 5 quadri a servizio dei trasformatori ausiliari, ciascuno dotato di un interruttore generale di tipo magnetotermico e interruttori automatici di tipo magnetotermico-differenziale a protezione delle varie derivazioni.

## **2.11 Gruppi di misura dell'energia**

È prevista l'installazione di:

- N.10 gruppi di misura dell'energia elettrica prodotta dai campi fotovoltaici;
- N.6 gruppi di misura attraverso cui contabilizzare l'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari;
- N. 1 gruppo di misura di tipo bi-direzionale per contabilizzare l'energia elettrica scambiata con la rete. Il gruppo di misura bi-direzionale sarà collocato in uno scomparto esterno al quadro MT delle cabine di raccolta, e verrà collegato al trasformatore amperometrico

all'interno dello scomparto partenza linea ed al trasformatore voltmetrico all'interno dello scomparto misure Interruttore Generale;

## **2.12 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto**

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata o in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

### **2.12.1 Valutazione delle prestazioni in energia**

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione PR (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

In analogia al PR indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PRe come segue:

$$Pre = Eca / Eca\_producibile\_ (Hi, Pn, Tcel)$$

dove:

Eca producibile (Hi,Pn,Tcel) è l'energia producibile in corrente alternata, determinata in funzione della radiazione solare incidente sul piano dei moduli (Hi), della potenza nominale dell'impianto (Pn) e della temperatura di funzionamento della cella fotovoltaica (Tcel).

### **2.12.2 Valutazione delle prestazioni in potenza**

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione PRp (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PRp evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento

solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

Analogamente all'espressione, la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PRp = P_{ca} / P_{ca\_producibile} (Gp, Pn, T_{cel}) = P_{ca} / (R_{fv2} \times Gp / G_{stc} \times Pn) > 0,78 \text{ se } P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$$

$$0,80 \text{ se } P_{inv} > 20 \text{ kW}$$

Dove:

- $R_{fv2}$  è calcolato secondo l'espressione;
- $P_{inv}$  è la potenza nominale dell'inverter.

Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale  $PRp$  in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- Irraggiamento sul piano dei moduli ( $Gp$ ) superiore a  $600 \text{ W/m}^2$ ;
- Velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- Rete del distributore disponibile;
- In servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale  $PRp$  viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- Stessa inclinazione e orientazione dei moduli;
- Stessa classe di potenza dell'inverter ( $P_{inv} > 20 \text{ kW}$  o  $P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$ );
- Stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza);
- Stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga  $T_{cel}$ ).

### 3. SICUREZZA ELETTRICA

#### 3.1 Protezione dalle sovracorrenti

Per la protezione delle linee elettriche di bassa tensione dalle sovracorrenti, è presto l'utilizzo di interruttori automatici dotati di sganciatore termico e magnetico, le cui caratteristiche sono state opportunamente coordinate con quelle del cavo da proteggere attraverso il rispetto delle prescrizioni della Norma CEI 64-8:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego della linea;
- $I_n$  è la corrente nominale dell'interruttore;
- $I_z$  è la portata del cavo;
- $I$  è il valore della corrente di cortocircuito nel punto di installazione dell'interruttore;
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo in occasione di guasto;
- $K$  è un coefficiente che dipende dal tipo di cavo utilizzato.

Il rispetto della prima condizione assicura la protezione contro il sovraccarico, mentre per la protezione contro gli effetti termici prodotti in occasione di cortocircuito, è necessario garantire il rispetto della seconda condizione sopra riportata.

La protezione dei trasformatori e delle linee elettriche di media tensione sarà affidata ad interruttori MT dotati di relè di massima corrente di fase ed omopolare.

#### 3.2 Protezione contro i contatti diretti

Per la protezione contro i contatti diretti verranno adottate misure di protezione totali (isolamento delle parti attive) e parziali (involucri e barriere).

#### 3.3 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà garantita mediante interruzione automatica dell'alimentazione (sistema di protezione attivo) in occasione di guasto di isolamento verso terra di apparecchiature di classe I, e l'utilizzo di apparecchiature di classe II.



#### 4. Specifiche tecniche opere elettriche di Sottostazione

La realizzazione della Sottostazione Elettrica di Utente (SSE) comprende sia opere elettriche che opere civili necessarie per il funzionamento della stessa. La sottostazione avrà una dimensione in pianta di forma rettangolare e perimetralmente verrà realizzata una recinzione. Essa sarà ubicata in prossimità della futura Stazione Elettrica di Smistamento a 150 kV della RTN.

Per razionalizzare l'utilizzo delle infrastrutture di rete, sarà presente un'area condominiale con sistema di sbarre AT 150kV, per il parallelo tra gli impianti in condivisione dello stallo, ed un montante di collegamento con la SE a 150kV.

I dati generali riportati nella **Tabella 1** e nella **Tabella 2**, si riferiscono a quelli utilizzati per il dimensionamento della SSE.

Tensione di esercizio del sistema	150	kV
Tensione massima del sistema di riferimento per l'isolamento	170	kV
Frequenza nominale	50	Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale	325	kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico	750	kV
Corrente nominale di breve durata	40	kA

**Tabella 3: Caratteristiche della Sottostazione di trasformazione MT/AT – Lato AT 150 kV**

Tensione di esercizio del sistema	30	kV
Tensione massima del sistema di riferimento per l'isolamento	36	kV
Frequenza nominale	50	Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale	70	kV

**Tabella 4: Caratteristiche della Sottostazione di trasformazione MT/AT – Lato MT 30 kV**

Le opere elettriche da realizzare in Sottostazione sono costituite principalmente dalle apparecchiature elettromeccaniche che nel seguito verranno descritte in modo dettagliato in narrativa, dai cavi di BT e MT di collegamento tra i quadri elettrici presenti nei locali tecnici e le apparecchiature elettriche, dai sistemi di protezione, dai servizi ausiliari e dall'impianto di terra.

Lo schema elettrico di sottostazione è composto da uno stallo di MT/AT 30/150 kV da 47 MVA, un sistema di sbarre per il parallelo con altri produttori, e un montante di partenza per il collegamento con la SE Terna.

Nelle tavole di progetto allegate, sono riportate lo schema planimetrico, particolari e lo schema elettrico unifilare della sottostazione.

#### **4.1 Cavi MT interni alla SSE 30/150kV**

La dorsale di media tensione proveniente dal parco di generazione è costituita da una terna di cavi unipolari ARE4H5E 18/30 kV in formazione  $2 \times [3 \times (1 \times 400)] \text{ mm}^2$ .

Internamente alla SSE, il cavo in MT di collegamento tra il quadro MT dei locali tecnici e lo stallo di trasformazione è costituito da una singola terna di cavi tipo ARG7H1(AR)E-18/30 kV di formazione  $3 \times 1 \times 630 \text{ mm}^2$ .

#### **4.2 Sistemi di protezione, controllo e misura**

Il sistema scelto per la protezione, il comando e il controllo dell’Impianto di utenza apparterrà ad una generazione di apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l’obiettivo di integrare le funzioni acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione. Per le misure fiscali è prevista l’installazione di appositi gruppi di misura sul montante AT del trasformatore e sulla linea MT in arrivo dal parco fotovoltaico.

#### **4.3 Sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV**

Il sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV con lame di messa a terra e comando motorizzato, conforme alle Norme CEI EN 62271-102 e IEC 129, è provvisto appunto di comando motorizzato e manuale, così come previsto dalla Norma CEI EN 61129. I sezionatori sono dotati di tre colonne di isolatori per polo, di cui quella centrale rotante. Durante la manovra di chiusura il braccio mobile si muove dapprima su di un piano orizzontale restando solidale all’isolatore centrale e successivamente, ad imbocco avvenuto, ruota attorno al suo asse longitudinale. Le parti principali che compongono un sezionatore tripolare sono illustrate nella figura sottostante con la seguente descrizione: le basi di appoggio (A), gli isolatori (B), i contatti fissi (C) due per ogni polo, i bracci mobili in lega di alluminio e di rame per i contatti (D), le lame di terra (E), il sistema di trasmissione verticale (F) e orizzontale (G), il meccanismo di manovra motorizzato o manuale con resistenza anti-condensa e morsetteria componibile (H).

Le caratteristiche nominali sono riassunte nella tabella sottostante.

Sezionatori orizzontali 145-170 kV con lame di terra, caratteristiche nominali				
Tipo Terna	Y21/2	Y21/4	Y21/6	Y21/8
Classe di corrente indotta del sezionatore di terra	A		B	
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	56			
Tensione nominale (kV)	170			
Corrente nominale (A)	2000			
Frequenza nominale (Hz)	50			
Corrente nominale di breve durata:				
- valore efficace (kA)	31,5	40	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80		100	
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1			
Accoppiamento elettromagnetico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale(A)	50		125	
- tensione induttiva nominale (kV)	1		10	
Accoppiamento elettrostatico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale (A)	0,4		5	
- tensione induttiva nominale (kV)	3		6	
Tensione di prova ad impulso atmosferico:				
- verso massa (kV)	650			
- sul sezionamento (kV)	750			
Tensione di prova a frequenza di esercizio:				
- verso massa (kV)	275			
- sul sezionamento (kV)	315			
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:				
- orizzontale longitudinale (N)	800			
- orizzontale trasversale (N)	250			
- verticale (N)	1000			
Tensione nominale di alimentazione:				
- motore (V <sub>cc</sub> )	110			
- circuiti di comando ed ausiliari (V <sub>cc</sub> )	110			
- resistenza di riscaldamento (V <sub>ca</sub> )	230			
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore (kW)	2			
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15			

**Tabella 6: Caratteristiche sezionatori orizzontali**

#### 4.4 Trasformatore di tensione induttivo

Il trasformatore di tensione induttivo montato su supporto metallico, usato per le misure, è conforme alla Norma CEI 38-2 e IEC 185. Il dielettrico è costituito da carta impregnata di olio minerale biodegradabile, compatibile con l'ambiente. Gli avvolgimenti di induzione permettono una elevata stabilità e precisione in tutte le condizioni di esercizio e per questo tali trasformatori vengono utilizzati per le misure. Gli avvolgimenti sono ermeticamente sigillati e il TV-I è provvisto al suo interno di dispositivo di compensazione delle variazioni di volume del liquido isolante.

<b>Trasformatori di tensione induttivi 145-170-245 kV, caratteristiche nominali</b>				
<i>Tipo Terna</i>		Y43/2	Y46/2	Y44/2
<i>Tensione primaria nominale</i>	[kV]	220/ $\sqrt{3}$	150/ $\sqrt{3}$	132/ $\sqrt{3}$
<i>Tensione secondaria nominale</i>	[V]	100/ $\sqrt{3}$		
<i>Numero avvolgimenti secondari</i>	[n]	1		
<i>Frequenza nominale</i>	[Hz]	50		
<i>Prestazione nominale e classe di precisione secondario di misura</i>	[VA/Cl.]	50/0,2		
<i>Tensione massima per l'apparecchiatura</i>	[kV]	245	170	145
<i>Tensione di tenuta a frequenza industriale</i>	[kV]	460	325	275
<i>Tensione di tenuta ad impulso atmosferico</i>	[kV]	1050	750	650
<i>Tensione di tenuta ad impulso di manovra</i>	[kV]	-	-	-
<i>Carico di tenuta meccanica sui terminali AT</i>	[N]	2500	2000	2000

Tabella 7: Caratteristiche trasformatori di tensione induttivi



Figura 8: Trasformatore di tensione induttivo

## 4.5 Interruttore tripolare 170 kV

Gli interruttori tripolari in SF6 previsti presenteranno le caratteristiche elettriche riportate nella tabella seguente.

<b>Tipo TERNA</b>	<b>Corrente di interruzione (kA)</b>	
Y3/4-C	31,5	
Y3/4-P	31,5	
Y3/6-C	40	
Y3/6-P	40	
<b>GRANDEZZE NOMINALI</b>		
Tipo	Y3/4	Y3/6
Tensione nominale (kV)	170	
Livello di isolamento nominale:		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	750	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	325	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/fi, climatizzazione):		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	O-0,3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	63	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	160	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Forze statiche ai morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

Tabella 8: Caratteristiche interruttori AT

Viene di seguito riportata una immagine indicativa dell'interruttore.



Figura 9: Interruttore AT 170 kV

## 4.6 Trasformatori di corrente

Le caratteristiche dei TA vengono riportate nella tabella seguente.

GRANDEZZE NOMINALI		
Corrente termica di breve durata ( $I_p$ )	(kA)	40
Tensione nominale ( $U_n$ )	(kV)	170
Frequenza nominale	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale:		
T38	(A/A)	400/5 800/5 1800/5
T37	(A/A)	200/5 400/5
Numero di nuclei	(n)	3
Corrente termica nominale permanente	(A)	1,2 $I_p$
Corrente termica nominale di emergenza 1 h	(A)	1,5 $I_p$
Corrente dinamica nominale ( $I_{dyn}$ )	(p.u.)	2,5 $I_n$
Resistenza secondaria II e III nucleo a 75°C	( $\Omega$ )	$\leq 0,4$
Prestazioni e classi di precisione:		
I nucleo	(VA/Cl.)	30/0,2 50/0,5
II e III nucleo	(VA/Cl.)	30/5P30
Fattore di sicurezza (I nucleo)	-	$\leq 10$
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	850
Tensione di tenuta a frequenza industriale	(kV)	380
Tensione di tenuta a impulso di manovra	(kV)	-

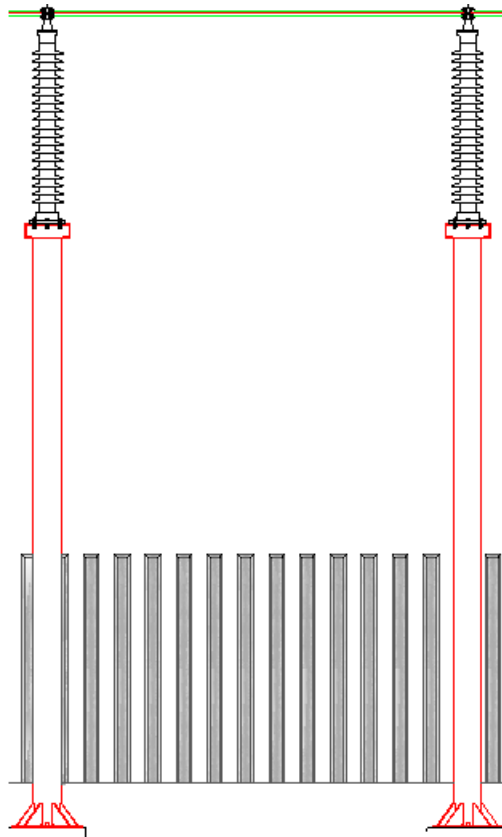
Tabella 9: Caratteristiche nominali trasformatori amperometrici

## 4.7 Supporto rompitratta unipolare

Il colonnino rompitratta è costituito da sostegni rispondenti alle seguenti Norme Tecniche di legge:

- Norma CEI 7-6 “*Controllo della zincatura a caldo*”;
- Norma CEI 11-4 “*Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne*”;
- Norma UNI 3740 “*Elementi di collegamento filettati di acciaio*”;
- Norma UNI 7091 “*Tubi saldati in acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici*”;
- Norma UNI-EN 10025 “*Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali – Condizioni tecniche di fornitura*”;
- Norma UNI-EN 10045/1 “*Materiali metallici – Prova di resilienza*”;
- Norma CNR-UNI 10011 “*Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione delle costruzioni di acciaio*”;
- Legge 5 Novembre 1971, n. 1086 “*Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*”.

Tutti i materiali per la costruzione dei sostegni saranno, di norma, scelti tra quelli indicati dalle Norme UNI EN 10025, con l'esclusione degli acciai Fe 490, Fe 590 e Fe 690. I collegamenti filettati per tutti i tipi di sostegno sono conformi alle Norme UNI 3740. Tutto il materiale ferroso sarà zincato a caldo, secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 7-6. Tutti i sostegni sono completi di tutti gli accessori necessari e sono predisposti per la messa a terra, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-4. Nella figura seguente si individuano tali supporti in sezione e poi in foto.



**Figura 10: particolare prospettico dei supporti rompitratta unipolari**



**Figura 11: particolari in foto di tali supporti**



## 4.8 Trasformatore di potenza

Il trasformatore di potenza MT/AT, 30/150 kV sarà conforme alla Norma CEI 14-4. Esso avrà potenza di 47 MVA. Il trasformatore da installare è del tipo isolato in olio minerale per installazione all'esterno, a rapporto variabile, con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN), con radiatori addossati al cassone, completo di serbatoio dell'olio per il funzionamento e di serbatoio dell'olio di riserva, predisposto per il sistema di raffreddamento (ONAF). Nel caso di raffreddamento ONAF, la circolazione dell'aria sarà ottenuta mediante elettroventilatori ed opportuna apparecchiatura di comando e controllo. Esso sarà posizionato sopra una speciale vasca per il contenimento dell'eventuale fuoriuscita dell'olio in caso di guasto. Il trasformatore sarà completo di cassonetto di protezione, contenente gli scaricatori a 30 kV. Tale unità di trasformazione costituisce una modesta sorgente di rumore in accordo ai limiti fissati dalla legge quadro sull'inquinamento acustico, in corrispondenza dei recettori sensibili.

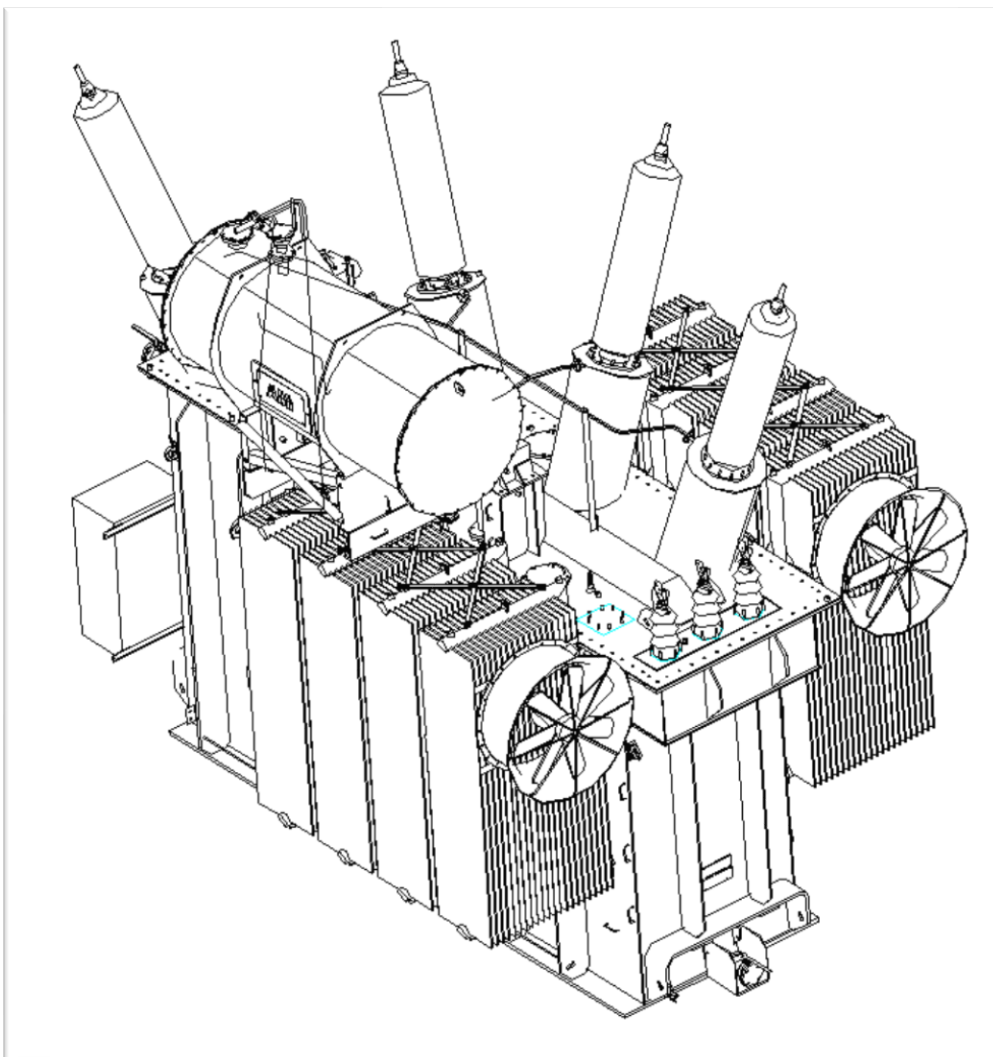


Figura 12: Vista assometrica del trasformatore di potenza MT/AT