

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 20 MW

REGIONE
BASILICATA



PROVINCIA
di POTENZA



COMUNE di
POTENZA



Località "Case Brescia"

Scala:

Formato Stampa:

-

-

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO

A.11

Disciplinare tecnico e prestazionale degli elementi tecnici

Progettazione:

Committenza:



R.S.V. Design Studio S.r.l.

Piazza Carmine, 5 | 84077 Torre Orsaia (SA)
P.IVA 05885970656
Tel./fax: +39 0974 985490 | e-mail: info@rsv-ds.it



ITS POTENZA S.r.l.

Via Vincenzo Verrastrò, 15a | 85100 Potenza (PZ)
P.IVA 02054900762
Indirizzo pec: its.potenza.srl@pec.it



Catalogazione Elaborato

A11_ITS_PTZ02_Disciplinare tecnico e prestazionale degli elementi tecnici.docx

A11_ITS_PTZ02_Disciplinare tecnico e prestazionale degli elementi tecnici.pdf

Data:

Motivo della revisione:

Redatto:

Controllato:

Approvato:

Giugno 2023

Prima emissione

FS

RSV

ITS Potenza

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE DELL'INTERVENTO.....	2
2.1. COMPONENTI DELL'IMPIANTO	2
2.1.1. <i>Moduli fotovoltaici</i>	2
2.1.2. <i>Convertitori di potenza</i>	4
2.1.3. <i>Trasformatore</i>	6
2.1.4. <i>Cavi e quadri di campo</i>	7
2.1.5. <i>Quadri MT</i>	7
2.1.6. <i>Cavidotto per la trasmissione dell'energia prodotta e per il controllo dell'impianto</i> 8	
2.1.7. <i>Protezioni</i>	10
2.1.8. <i>Stazione elettrica rete-utente</i>	11

1. PREMESSA

Il progetto dell'impianto fotovoltaico proposto dalla società ITS Potenza Srl, prevede che lo stesso venga realizzato in agro del comune di Potenza (PZ), alla località "Case Brescia". Il parco fotovoltaico si trova in agro del comune di Potenza, in un'area dislocata a nord del centro abitato di Potenza (circa 6 km in linea d'aria), ad est dei comuni di Avigliano (4.6 km in linea d'aria) e Ruoti (7.6 km in linea d'aria) e a sud-ovest del comune di Pietragalla (5.1 km in linea d'aria). Il sito è inoltre a circa 1.3 km di distanza dalla zona industriale di San Nicola.

L'altezza sul livello del mare è di 845 m s.l.m. e si estende su un'area di circa 24 ha.

Il progetto fotovoltaico proposto dalla società ITS Potenza Srl, prevede che lo stesso venga collegato mediante cavidotto interrato a 30 kV di lunghezza pari a circa 124 m alla rete di trasmissione nazionale (RTN) di Terna, ubicata nel comune di Potenza, previa realizzazione di una stazione elettrica di trasformazione della tensione da 30 kV a 150 kV.

2. CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE DELL'INTERVENTO

2.1. Componenti dell'impianto

Gli elementi principali costituenti l'impianto fotovoltaico sono:

- Moduli fotovoltaici;
- Convertitori di potenza;
- Trasformatori;
- Strutture di supporto;
- Cavi e quadri di campo;
- Quadri MT;
- Cavidotto.

2.1.1. Moduli fotovoltaici

I moduli previsti per la realizzazione del generatore fotovoltaico sono da 665 Wp della *Canadian Solar - modello Bihiku7* Bifacial mono perc tipo monocristallino da 132 celle (le misurazioni sono state eseguite in condizioni standard ovvero 1000 W/m², 25°C, AM 1,5).

Sul prodotto è prevista la garanzia di 10 anni ed è realizzato con celle ad alta efficienza.

Di seguito si riportano le caratteristiche dimensionali del modulo fotovoltaico:

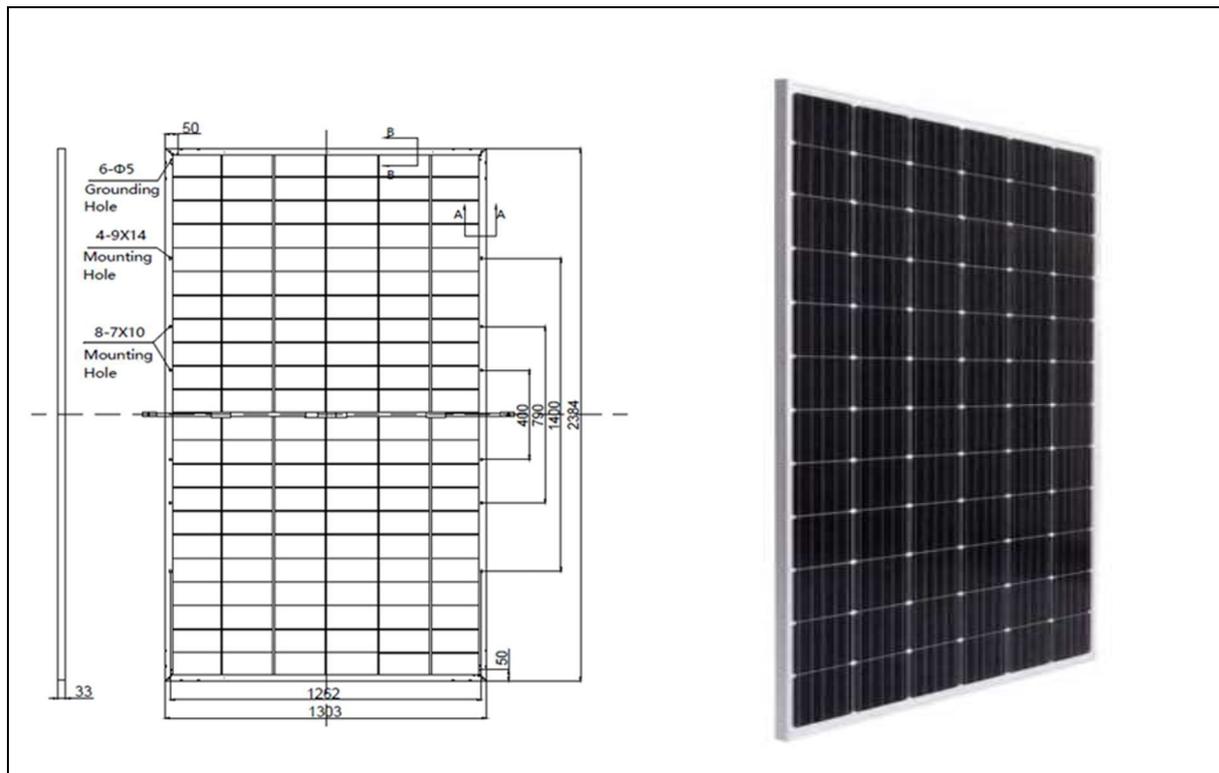


Figura 1: pannello FV della Canadian Solar - *modello* Bihiku7 Bifacial mono perc con dimensioni 1303 x 2384 x 33 mm

Dati caratteristici del Pannello *Mod.* Bihiku7 Bifacial mono perc - *tipo* Monocristallino da 132 celle

Potenza nominale - Pmax	665 W
Efficienza	21.4 %
Decadimento annuo	0,5%
Garanzia sul prodotto	10 anni
Struttura portante in alluminio	
Ricopertura con vetro temperato ad alta trasparenza ed in grado di resistere alla grandine (norma CEI/EN 61215)	
Terminali d'uscita cavi pre-cablato a connessione rapida	

Caratteristiche elettriche

Potenza elettrica nominale	665W
Tolleranza rispetto alla Pmax	+/-5
Tensione a circuito aperto Voc	45.6V
Tensione alla max potenza Vmpp	38.5 V
Corrente di cortocircuito Isc	18.51A
Corrente alla max potenza Impp	17.28 A
Dimensione esterne	1303x2384x33 mm
Peso	37.8 kg
Tensione massima di lavoro	1500 Vdc
Massima corrente inversa Ir	35A
Carico massimo - (vento/neve)	5400 Pa
Protection Class Cl II - conforme a IEC 61730	
Scatola di giunzione Certificato IEC 62790, IP 67	
Vetro Temprato trasparente	4 mm
Incapsulante EVA - etilvinilacetato	
Cornice Profilo in alluminio anodizzato	
Cavi e connettori	Lunghezza 1250 mm, attacchi MC4.

Altre informazioni, dettagliate, su caratteristiche operative ed elettriche relative alla capacità di produzione in funzione dei valori fisici esterni, quali temperature, umidità, irraggiamento, sono riportate nella scheda tecnica del pannello fornita dal costruttore ed allegata al presente progetto.

2.1.2. Convertitori di potenza

La conversione della corrente da continua in alternata sarà realizzata mediante dei gruppi statici trifase (inverter) della Sungrow, della potenza massima in uscita di 250 kVA - modello SG250HX, costituito da 12 ingressi MPPT con un'efficienza massima del 99% in grado di ridurre le perdite per mismatching delle stringhe. Il grado di protezione IP 66 adatto per esterno e dotato di raffreddamento naturale. L'energia derivata dalla trasformazione dell'irraggiamento solare verrà trasformata da continua in alternata mediante l'impiego di macchine statiche, appunto l'inverter, necessarie a realizzare la trasformazione dell'energia prodotta da c.c. in c.a. ed eseguire,

in automatico, il parallelo con la rete adeguando i propri parametri a quelli di rete, indipendentemente dalla quantità di energia prodotta e dalle condizioni meteo, per la successiva immissione nella rete elettrica.

La scelta dell'inverter per i sistemi fotovoltaici avviene in funzione del migliore compromesso raggiungibile nell'accoppiamento tra i pannelli fotovoltaici ed il dispositivo di conversione della potenza da c.c. in c.a. (l'inverter appunto).

I gruppi di conversione scelti per tale impianto sono dotati di un insieme di componenti, quali filtri, dispositivi di sezionamento, di protezione e di controllo, che li rendono idonei per la trasformazione della potenza prodotta dal generatore fotovoltaico e successiva immissione in rete, in quanto rispondenti ai requisiti normativi in vigore, tecnici poiché permetteranno di ridurre i costi di installazione, i materiali accessori e garantiranno maggiore sicurezza grazie al monitoraggio continuo, di cui sono dotati, secondo le norme CEI di riferimento applicabili.

Nell'impianto saranno presenti diversi tipi di tensione, in particolare sarà in c.c. all'uscita delle varie stringhe con un valore prossimo a 1400 Vcc, quindi operante in bassa tensione (essendo 1500 Vcc il limite normativo), quindi a seguito della conversione eseguita dagli inverter di stringa, la tensione sarà pari a 400 Vca, in corrente alternata.

Ogni inverter avrà una potenza complessiva nominale di 225 kW, valore raggiungibile attraverso il collegamento di stringhe ai 12 ingressi (+ e -), che fanno capo a n.6 inseguitori indipendenti, aventi la funzione di ottimizzare, mediante un algoritmo interno, la produzione di energia da ciascun ingresso, attraverso l'algoritmo interno (MPPT).

Tutti gli inverter sono dotati di sistema per seguire il punto di massima potenza dell'ingresso corrispondente alla/e stringhe su ciascun ingresso indipendente della curva caratteristica I-V (ovvero la funzione MPPT) e costruire l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori assimilabili, migliorando l'efficienza di conversione in funzione dei dati di ingresso dovuto all'irraggiamento solare.

Di seguito sono riportati i parametri tecnici dell'inverter rilevati dalla scheda tecnica fornita dal costruttore in uscita (CA).

Potenza CA massima in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C
Potenza CA nominale in uscita	225kW
Corrente CA max. in uscita	180.5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V

Intervallo tensione CA	680 - 880V
Frequenza di rete nominale	50 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla p nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale	> 0.99
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
Efficienza max.	99.0%
Efficienza europea	98.8%
Dimensioni	1051 * 660 * 363 mm
Peso	99kg

La configurazione dell'inverter permette di collegare ciascuna stringa ad un ingresso indipendente, i quali sono dotati di sezionatori "DC Switch Box" e di SPD, scaricatori di sovratensione, oltre che di un filtro di protezione da armoniche, già integrati nell'inverter. A valle del filtro, ciascun MPPT provvede a trasformare l'energia elettrica per fornire all'inverter il miglior valore della curva caratteristica I-V in conseguenza del quale il rendimento di conversione risulta essere sempre il massimo possibile, indipendentemente dal funzionamento di ciascuna stringa fotovoltaica.

In uscita dall'inverter si avrà la massima energia disponibile in BT.

2.1.3. Trasformatore

Il sistema di conversione prevede delle cabine di trasformazione in posizione baricentriche, per ogni gruppo di stringhe, con installazione di quadri di campo, che, a loro volta, sono collegati ad un gruppo di conversione in corrente alternata.

Il sistema di conversione, controllo, consegna, è sistemato in un locale protetto, che sarà collegato al trasformatore, posizionato all'interno del locale tecnico apposito (inverter/trafo) utilizzato per elevare il livello di tensione da 500V a 30kV.

Trasformatore trifase immerso in olio minerale

Gruppo Vettoriale	Dyn11
Frequenza	50Hz
Tipo di raffreddamento	ONAN
Rated power	3150kVA a 40° C

Max. power	3500 kVA @ 30°C
LV / MV voltage	0.8kV /10-35 kV
Insulation class	A
Massima corrente ingresso nominale	2525 A
Peak efficiency index	≥ 99.445 %
Collegamento Trasformatore	Stella+Triangolo
Winding material	Al / Al
Rate voltage	24 - 36 kV
Rate current	630 A
Dimensions (W*H*D) in mm	6058*2896*2438
Approximate weight	15 T
Operating ambient temperature range	-20 to 60 °C
Norme	IEC 60076

2.1.4.Cavi e quadri di campo

I quadri di sotto-campo saranno posizionati, in uscita dall'inverter per poter effettuare il parallelo sul lato AC e ridurre il numero di cavi di BT da installare nell'impianto. Avranno funzione di protezione e sezionamento delle linee in BT, anche durante le operazioni di controllo e manutenzione dei moduli.

I vari quadri potranno essere dotati di appositi scaricatori, di elettronica di sorveglianza, connettori RJ45, morsetti per uscita di segnalazione guasti, morsetto nodo equipotenziale e quant'altro necessario per operare in sicurezza.

Su ciascun arrivo dalle rispettive linee saranno previsti sezionatori.

Il quadro di campo dovrà essere a tenuta d'acqua (livello di protezione minimo IP55) per esterno e fabbricato con resina autoestinguenta (o in metallo), con pressacavi e chiusura meccanica.

2.1.5.Quadri MT

La connessione alla rete elettrica, di ogni sezione dell'impianto, è prevista tramite linea interrata, in entra-esce da ciascuna sezione di impianto attraverso il collegamento di numero 1 cabina di trasformazione per una potenza complessiva di circa 3.5MWp/cadauna, fino alla cabina di consegna, sita nel punto di accesso all'impianto, in prossimità della strada provinciale, da cui partirà la linea di consegna alla stazione primaria della stazione di Terna. Le linee di collegamento tra le varie cabine di campo e la cabina di consegna,

saranno realizzate in cavo interrato alla tensione di 30kV, in modo da ridurre le perdite lungo il tracciato.

Nella cabina di consegna posta all'ingresso dell'impianto fotovoltaico, saranno ubicati i quadri di sezionamento e di protezione delle varie sezioni di impianto.

A partire dalla cabina di consegna del campo fotovoltaico e fino alla cabina di consegna utente, realizzata in prossimità della sottostazione di Terna, sarà realizzato un cavidotto interrato con tensione di consegna a 30kV, che opportunamente trasformata nella cabina di consegna, dopo l'elevazione da 30kV a 150 kV, mediante trasformatore, sarà collegata alla RTN di Terna.

Per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico, sono previste n.6 sezioni ciascuna costituita da n.1 cabina di campo. A ciascuna sezione faranno capo i vari sotto-campi, in cui è suddiviso l'impianto fotovoltaico. Per ciascuna sezione sarà presente n.1 trasformatore da 3150kVA. Ciascuna cabina, realizzata in container attrezzati saranno collegate le varie linee in BT derivate dagli inverter di stringa che opereranno la trasformazione della potenza da continua, prodotta dai pannelli fotovoltaici, in alternata. Gli inverter saranno posizionati ai bordi della viabilità interna, anch'essi in coppia, in modo da realizzare un solo cavidotto in BT di collegamento tra inverter e cabina di campo, riducendo notevolmente il numero di cavidotti necessari. Le varie linee di collegamento in BT di uscita dagli inverter, andranno a confluire nelle platee attrezzate in cui saranno posizionati i quadri di parallelo per il collegamento alle cabine di trasformazione.

Tali inverter saranno posizionati in prossimità della viabilità interna, alloggiati su una struttura costituita da due traverse ed una tettoia in legno o similare, sotto la quale saranno posizionati n.2 inverter da 250 kWp. In tal modo, saranno derivati linee in BT di collegamento al quadro di parallelo posto in prossimità della cabina elettrica di campo.

2.1.6.Cavidotto per la trasmissione dell'energia prodotta e per il controllo dell'impianto

I collegamenti interni all'impianto fotovoltaico, tra le varie cabine di campo e la cabina di consegna, saranno realizzate in cavo interrato, con tensione di esercizio di 30kV. Ciascuna sezione di impianto, costituita da n.1 cabina da 3500 kVA, sarà collegata in parallelo, mediante cavidotto interrato ad una profondità superiore a 1,30 m, lungo la viabilità interna del campo, alla stazione di consegna. Ciascuna linea deve trasferire una potenza nominale di 3,5 MVA, prodotta dal trasformatore, con tensione di 30,0 kV ed una corrente di linea pari a circa 100 A, in condizioni ottimali di irraggiamento. La sezione utilizzabile

per tali linee potrà essere 150,0 mm² per le cabine più vicine e di 185,0 mm² per quelle più distanti.

La lunghezza di ciascuna linea è legata al percorso stradale scelto.

In cabina di consegna, in cui giungeranno i cavidotti di collegamento delle cabine di campo, una volta sezionati e protetti in cabina di consegna, dovranno collegare la stazione di campo con quella di Utenza posta in prossimità della stazione di Terna. Tale cavidotto, sarà interrato ad una profondità non inferiore a 1,5 m e seguirà il tracciato riportato nella planimetria, per una lunghezza complessiva di circa 125 m.

La portata che tale cavo dovrà garantire, considerando i 20.000 kVA di potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, sarà data di circa 390 A, per cui la sezione indicativa più adatta è quella di 300 mmq. Tale valore di corrente è stato calcolato considerando nulle tutte le perdite di conversione, di trasmissione, di collegamento, ed altro, sapendo che il rendimento dell'impianto fotovoltaico è sempre inferiore rispetto al valore nominale di circa il 20%, con una riduzione significativa anche sulla corrente erogata.

I cavidotti seguiranno i percorsi interrati indicati nelle tavole progettuali allegate al presente e presenteranno le caratteristiche progettuali ivi riportare.

Trattandosi di cavi interrati, l'impatto estetico dei cavidotti sarà nullo.

I cavi saranno in alluminio ed avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: ARG7H1RNR o ARG7H1RNRX;
- Conduttori a corda rotonda compatta di alluminio;
- Grado di isolamento: 18/30 kV;
- Sezione nominale R 300 mm²;
- Tensione nominale: 30 kV.

Dopo aver scelto la sezione commerciale del cavo, è stata effettuata la verifica con il criterio termico, con la condizione che la massima densità di corrente (e quindi la massima sovratemperatura rispetto all'ambiente circostante) non superi determinati valori di sicurezza. In base ai valori limiti delle portate di corrente (I_z) stabiliti dai costruttori dei cavi nelle varie condizioni di posa, quest'ultimi devono essere superiori alle correnti di impiego (I_b) calcolate in ogni tratto che compone il circuito elettrico:

$$I_z < I_b$$

Nel calcolo delle sezioni dei cavi si è tenuto conto anche del criterio economico, al fine di minimizzare il volume dei conduttori e quindi delle diverse sezioni delle linee.

2.1.7. Protezioni

Protezione dalle sovracorrenti

La protezione contro le sovracorrenti sarà assicurata secondo le prescrizioni della Norma CEI 64- 8. In particolare sarà assicurato il coordinamento tra i cavi e i dispositivi di massima corrente installati, secondo le seguenti regole:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2$$

Dove:

I_b = corrente di impiego del cavo

I_n = corrente nominale dell'interruttore

I_z = portata del cavo

I_{cc} = corrente di cortocircuito

t = tempo di intervento dell'interruttore

K = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo

S = sezione del cavo

Protezione contro i contatti diretti

Le varie sezioni dell'impianto sono costituite da sistemi di Categoria I. Non essendo presenti circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) né a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento completo delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che per quella in corrente alternata.

Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante:

- messa a terra delle masse e delle masse estranee;
- scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8.
- ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra.

In particolare, l'impianto rientra nei sistemi di tipo "TN", saranno installati interruttori differenziali tali da garantire il rispetto della seguente relazione nei tempi riportati in tabella I:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.

U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase - terra) in Volt.

$U_0(V)$	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tabella 1 - Tempi massimi di interruzione per sistemi TN

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità ogni inverter sarà munito di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

2.1.8. Stazione elettrica rete-utente

La società Terna S.p.A. responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ha comunicato, in data 09/08/2019 Codice Pratica 201900538 alla committenza la soluzione tecnica minima generale (STMG) per l'allacciamento alla rete elettrica nazionale. La proposta di soluzione, accettata dal proponente, prevede il collegamento in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica di smistamento a 150 kV della RTN, denominata "Avigliano", da inserire

in entra-esce alle linee a 150 kV della RTN “Avigliano-Potenza” e “Avigliano-Avigliano C.S.”, previa realizzazione di due nuovi elettrodotti della RTN a 150 kV di collegamento tra la nuova SE suddetta e la SE di Vaglio, Oppido e Genzano.

Il punto in cui l’impianto viene collegato alla rete elettrica viene definito normativamente “punto di connessione”. Il punto di consegna invece è costituito dal punto in cui termina l’impianto dell’utente ed inizia l’impianto di rete, e nel caso in questione coincide con la stazione elettrica di utenza.

La stazione elettrica di utenza costituisce quindi anche l’interfaccia tra l’impianto di utenza e quello di rete.

In corrispondenza della stazione di utenza saranno quindi installati tutti i dispositivi di regolazione e controllo dell’energia immessa in rete, nonché di protezione degli impianti elettrici.

La stazione utente avrà una sezione a 150 kV e una sezione in ingresso a 30 kV. La stazione è dimensionata secondo la massima potenza dell’impianto, e sarà costituita dalle seguenti opere e impianti:

- ▲ N° 1 montante di linea/trasformazione MT/AT, 30/150 KV composto dai seguenti dispositivi elettrici:
 - N° 1 trasformatore trifase di potenza 35 MVA, 150/30 kV, ONAF, provvisto di commutatore sotto carico lato AT;
 - N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco, 170 kV completi di conta scariche, installati sia a protezione del trasformatore di potenza e sia per il cavidotto in uscita interrato AT;
 - N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-1-1-1 A, 20 VA-0.2, 20 VA-0.5, 30 VA-5P20, 20 VA-5P20;
 - N° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi TVI per esterno, con rapporto 150000: Z 3 - 100: Z3 V, 10 VA cl. 0.2;
 - N° 1 interruttore tripolare, 170 kV;
 - N° 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi TV per esterno collegati sulle sbarre di parallelo, con rapporto 150000:Z3 - 100: Z3 - 100: Z3 - 100:3 V, 50 VACL.0.5, 50 VA-Cl.0.5, 50 VA-3P;
 - N° 1 sezionatore 170 kV;
- ▲ N° 1 edificio comandi e N°1 edificio ad uso del turbinista, costituiti da container coibentati e contenenti:

- n° 1 trasformatore per servizi ausiliari MT/BT-potenza 50 kVA;
- distribuzione ausiliaria C.A. e C.C. compresi di batterie composte;
- impianto di illuminazione;
- contatore per misure fiscali;
- impianto di climatizzazione per i quadri Mt/Bt;
- impianto di rilevazione incendio e antintrusione;

▲ N° 4 torri faro.

La pianta e la sezione degli edifici sono rappresentate nelle tavole allegate al presente progetto.

Il trasformatore di potenza sarà alimentato dal quadro elettrico MT di collegamento dell'elettrodotto interrato al parco eolico. L'energia elettrica, dopo essere stata trasformata alla tensione di 150 kV, verrà evacuata in AT mediante un cavo aereo a 150 kV.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- tensione massima: 170 kV;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.

Interruttori tripolari in SF₆:

- corrente nominale: 2000 A;
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:

- corrente nominale: 2000 A (non lame di terra);
- corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.

Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:

- corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.

Trasformatori di corrente:

- rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A;
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale;
- corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: 150.000/1.73/100/1.73 V/V;
- le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

Trasformatore trifase in olio minerale:

- Tensione massima 170 kV;
- Frequenza 50 Hz;
- Rapporto di trasformazione 150/30 kV;
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV;
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV;

Tensione di corto circuito 22,5 %:

- Collegamento avvolgimento Primario Stella;
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo;
- Potenza in servizio continuo (ONAN-ONAF) 30-35 MVA;
- Peso del trasformatore completo 60 t.

Caratteristiche di massima dei componenti MT:

- tensione di esercizio nominale V_n 30 kV;
- tensione di isolamento nominale 36 kV;
- tensione di prova a 50 Hz 1 min 70 kV;
- tensione di tenuta ad impulso 170 kV;
- frequenza nominale 50 Hz;

- corrente nominale in servizio continuo In 630 A;
- corrente ammissibile di breve durata IK 16 kA;
- corrente di cresta IP 2,5 . IK;
- temperatura di esercizio -5 ÷ +40 °C.

Interruttore a tensione nominale 150 kV:

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m ²) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
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)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

Sezionatori verticali a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
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)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale trasversale (N)	600
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Trasformatore di corrente a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C _{pa} (pF)	≤(300+0,05 C _n)
- G _{pa} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/√3
Tensione nominale secondaria (V)	100/√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044-2
- verticale (N)	2

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Scaricatori per tensione nominale a 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati