

PROGETTO DI TUTELA AMBIENTALE DELL'AREA DEL BELLAROSA MAGGIORE, DELLE VASCHE DEL RETROLITORALE E DELLA PIANA DI IS ARENAS - PROGETTI DI VALORIZZAZIONE E TUTELA DEL COMPENDIO MOLENTARGIUS, SALINE, LITORALI

CUP: B25G12000250008



A.T.P.	PROGETTISTI
 Estudios e Projetos de Arquitectura Paisagista, Lda.	PROAP - ESTUDOS E PROJECTOS DE ARQUITECTURA PAISAGISTA Lda ARCH. PAES. JOÃO NUNES ARCH. PAES. CARLOS RIBAS ARCH. PAES. IÑAKI ZOILO
 Mauro di Martino e Gianluca Puddu	MAURO DI MARTINO E GIANLUCA PUDDU INGEGNERI ASSOCIATI ING. MAURO DI MARTINO ING. GIANLUCA PUDDU
 Marco Atzori Ingegnere Civile Edile, PhD Membro di Architettura	ING. MARCO ATZORI
 Michele Zara	ING. MICHELE ZARA
 IAT INGEGNERIA E PROGETTI	IAT CONSULENZA E PROGETTI S.r.l. ING. GIUSEPPE FRONGIA
	DEBASI S.r.l. ING. VITTORIO DESSI
	ING. MAURO FANTI
Geol. Simone Manconi	GEOL. SIMONE MANCONI

Fase di progetto		
PROGETTO PRELIMINARE		
Sezione: R - Allegati		
Oggetto:		
Relazione Tecnica: Impianto elettrico-fotovoltaico		
Scala	Data	Tav.
-	NOVEMBRE 2014	R.6
Committente: PARCO REGIONALE MOLENTARGIUS -SALINE		
R.U.P.		

CONSULENTI FASE PRELIMINARE:

Agronomia:
 DOTT. AGR. PINO FLORIS
 DOTT. AGR. DANIELA ROMERO
 DOTT. FOREST. GIANLUCA SERRA
Archeologia:
 DOTT.SSA MARIA CRISTINA CICCONE
 DOTT.SSA GIULIA BALZANO
Aspetti Naturalistici:
 DOTT. NAT. MAURO CASTI
 DOTT. NAT. MAURIZIO MEDDA

GRUPPO DI LAVORO:

ARCH. CLAUDIO ZEDDA
 ING. GIANLUCA MELIS
 ING. MARIA MIRILLO
 ING. GIAMPIETRO MURGIA
 ING. EMANUELA SPIGA
 Per. Ind. VINCENZO CELLI
 Per. Ind. FILIPPO MOCCI

File: copertine relazioni							
r.2	06/2015						
r.3	11/2015						
Rev	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato	

Indice

1	Dimensionamento elettrico.....	2
1.1	Norme di riferimento.....	2
1.2	Descrizione dell'impianto	3
2	Componenti elettrici dell'impianto.....	3
2.1	Moduli fotovoltaici.....	3
2.2	Gruppi di conversione	4
2.3	Quadri elettrici	5
2.3.1	Quadri di sottocampo, lato corrente continua	5
2.3.2	Quadri di parallelo lato corrente alternata.....	6
2.3.3	Quadri generali di bassa tensione QGBT.....	6
2.3.4	Quadri di Media Tensione	6
2.3.5	Interruttore in Vuoto	7
2.3.6	Dispositivo generale	7
2.3.7	Protezione Generale e di Interfaccia a Microprocessore.....	8
2.3.8	TA di fase	8
2.3.9	TA omopolari.....	9
2.3.10	TV	10
2.3.11	Caratteristiche tecniche Trasformatori:.....	10
2.4	Cavi di media tensione	10
2.5	Messa a terra	10
3	Schema unifilare.....	11
4	Verifica tecnico-funzionale	11
5	Riepilogo dati generali	11

1 Dimensionamento elettrico

1.1 Norme di riferimento

La normativa di riferimento cui ci si attiene nella progettazione dell'impianto è la seguente:

- Norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale
- Norme CEI/IEC per i moduli fotovoltaici (Norma CEI EN 61277 - Norma CEI EN 61173 protezione sovratensioni)
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico
- Conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici ed il gruppo di conversione
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e d'ancoraggio dei moduli fotovoltaici
- Si richiamano in particolare le Norme EN 60439-1 e IEC 438 per i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto d'armoniche e disturbi indotti sulla rete dal gruppo di conversione, le norme CEI 110-1, CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (ECM) e la limitazione delle emissioni in RF

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni ci si attiene al:

- D. Lgs. 494/96 (POS)
- Disposizioni del D. Lgs. 528/99

Per quel che concerne il collegamento in rete e l'esercizio dell'impianto si seguiranno le seguenti leggi (in conformità alle scelte progettuali):

- Norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati
- Norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica
- Norma CEI 0-16 Regole tecniche di connessione
- Norma CEI EN 61727 per l'interfaccia di raccordo alla rete
- Legge 133/99, art.10 comma 7 per gli aspetti fiscali
- Decreto legge 28/07/05 "Conto Energia" e sue successive modificazioni - DL 19 - Febbraio '07 e AEEG 88/07, 89/07 e 90/07
- DK 5600 ed V giugno 2006 e successive indicazioni che verranno fornite dalla società di distribuzione in sede di preventivo, riguardanti i parametri elettrici della rete di riferimento.
- DK 5740 ed. 2.1 maggio 2007.
- DK 5740 ed. 2.1 agg.to 1, luglio 2007
- Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL Distribuzione

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

1.2 Descrizione dell'impianto

La connessione fra l'impianto di produzione di energia da fonte fotovoltaica e la rete a 15 kV della società di distribuzione avverrà attraverso la cabina di trasformazione MT/BT da realizzarsi in struttura posizionata sul confine del lotto.

La cabina sarà conforme alle disposizioni tecniche CEI 0-16 (ex ENEL DK5600 ed. V giugno 2006). Sarà costituita da un'unica struttura in opera divisa in tre corpi: un locale di consegna, un locale misure con accessi indipendenti dalla pubblica via, un locale quadri con la sezione di ricevimento in MT;

I locali di trasformazione saranno posti all'interno della proprietà, ad essi si accederà attraverso una viabilità interna, e conterranno i trasformatori gli inverter e le relative protezioni.

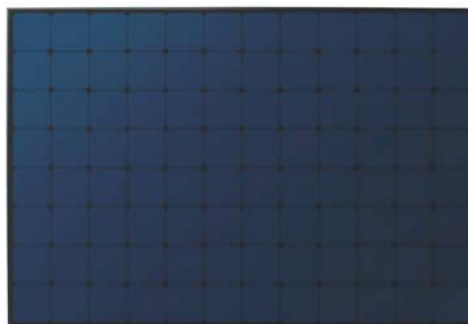
La sezione ricevimento nel locale quadri sarà equipaggiato con:

- il quadro MT contenente l'arrivo del cavo a media tensione dall'adiacente locale di consegna
- il sezionamento della linea a 15 kV con rotativo isolato in SF₆
- il dispositivo generale costituito da interruttore MT in vuoto con tutte le apparecchiature costituenti la protezione generale e di interfaccia previste dalla norma tecnica
- trasformatore MT/BT in resina della potenza nominale 400 kVA contenuto in box metallico con le relative protezioni a fusibile lato MT
- i quadri generali QGBT contenenti
 - o l'interruttore per la protezione delle linee dai campi fotovoltaici
- il quadro generale QGBTU contenente
 - o l'interruttore per l'alimentazione delle utenze esistenti nello stabilimento
 - o l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina di tipo ordinario o preferenziale
- i servizi ausiliari di cabina
- l'impianto di terra, i nodi equipotenziali e le connessioni delle masse e delle masse estranee
- l'impianto elettrico di servizio, illuminazione e prese, dei quattro locali costituenti la cabina. Nel locale misure sarà installato, a cura di ENEL, il contatore elettronico bidirezionale per la misura dell'energia scambiata con la rete e, a cura di ENEL stessa o a cura del cliente produttore, il contatore elettronico per la misura dell'energia prodotta. I trasformatori di corrente e di tensione per la misura indiretta dell'energia saranno installati nella cella di consegna nel locale ENEL. L'accesso al locale sarà consentito al personale della società distributrice e al personale del cliente/produttore. Nel locale di consegna, allestito a cura della società distributrice, saranno installate le apparecchiature per l'inserzione della cabina nella rete in entra/esci, con scomparto modulare per derivazione all'utenza. Il locale sarà accessibile solo al personale ENEL.

2 Componenti elettrici dell'impianto

2.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici previsti in progetto sono del tipo **"SunPower"**, siglati **"E18/300"**, da **300 W** al silicio policristallino, aventi le seguenti caratteristiche:

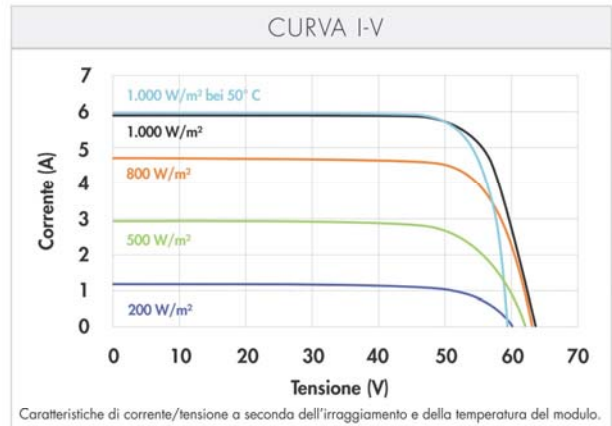


MODELLO: SPR-300NE-BLK-D

DATI ELETTRICI		
Misurato in condizioni di prova standard (STC): Irraggiamento 1000 W/m ² , AM 1,5 e temperatura della cella 25°C		
Potenza nominale (+5/- 3 %)	P _{nom}	300 W
Efficienza della cella	η	22,3 %
Efficienza del modulo	η	18,4 %
Tensione di punto di massima potenza	V _{mpp}	54,7 V
Corrente di punto di massima potenza	I _{mpp}	5,49 A
Tensione a vuoto	V _{oc}	64,0 V
Corrente di cortocircuito	I _{sc}	5,87 A
Tensione massima del sistema	IEC	1000 V
Coefficiente di temperatura	Potenza (P)	- 0,38 %/K
	Tensione (V _{oc})	- 176,6 mV/K
	Corrente (I _{sc})	3,5 mA/K
NOCT	46° C +/- 2° C	
Corrente nominale del fusibile	20 A	
Limite di corrente inversa (3 stringhe)	I _k	14,7 A
Messa a terra	Messa a terra positiva non necessaria	

DATI ELETTRICI		
Misurato alla temperatura operativa nominale della cella (NOCT): Irraggiamento 800 W/m ² , 20°C, vento 1 m/s		
Potenza nominale	P _{nom}	222 W
Tensione di punto di massima potenza	V _{mpp}	50,2 V
Corrente di punto di massima potenza	I _{mpp}	4,42 A
Tensione a vuoto	V _{oc}	59,7 V
Corrente di cortocircuito	I _{sc}	4,75 A

DATI MECCANICI			
Celle solari	96 celle solari SunPower Maxeon™	Cavi di uscita	Lunghezza dei cavi 1000 mm / Connettori Amphenol (Helios H4)
Vetro anteriore	Vetro temperato ad alta trasmittanza	Telaio	Lega di alluminio anodizzato tipo 6063 (nero)
Scatola di giunzione	IP-65 con 3 diodi bypass 32 x 155 x 128 mm	Peso	18,6 kg



CONDIZIONI OPERATIVE DI PROVA	
Temperatura	Da -40°C a +85°C
Carico max	550 kg/m ² (5400 Pa), fronte (es. neve) nelle configurazioni di montaggio specificate
	245 kg/m ² (2400 Pa) fronte e retro (es. vento)
Resistenza all'impatto	Grandine: 25 mm a 23 m/s

GARANZIE E CERTIFICAZIONI	
Garanzie	25 anni di garanzia limitata sulla potenza
	10 anni di garanzia limitata sul prodotto
Certificazioni	IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730 (SCII)

2.2 Gruppi di conversione

I convertitori c.c./c.a. (inverter) utilizzati sono complessivamente **1** e saranno idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura saranno compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita saranno compatibili con quelli della rete alla quale sarà connesso l'impianto.

È previsto l'utilizzo di un inverter tipo "**Power-One - Aurora PVI-Central-200-IT**" della potenza nominale in uscita di 220 kW.

L' inverter è idoneo al collegamento delle stringhe nel lato c.c., singolarmente protette con fusibili e limitatori di sovratensione a varistore.

La distribuzione delle stringhe avviene con un bilanciamento automatico dei carichi.

I convertitori c.c./c.a. saranno dotati di Datalogger per la rilevazione e memorizzazione dei dati di produzione e parametri elettrici. I vari dispositivi di telecomando saranno connessi in serie mediante cavo RS485 e conseguente gestito in remoto.

Gli inverter pur essendo dotati dei dispositivi di interfaccia previsti dalla DK 5940 saranno connessi ad un unico punto di parallelo con la rete, pertanto sarà previsto un'unica protezione di interfaccia sul lato MT. La funzione di tale dispositivo è quella di escludere la possibilità di

alimentazione dal campo FV verso la rete di distribuzione in caso di mancanza di tensione o di variazione dei parametri di tensione e frequenza oltre i limiti imposti dalla società distributrice.

La citata norma prevede anche il dispositivo di generatore costituito da un interruttore automatico posto a protezione di ogni singolo inverter nel quadro di parallelo QCA. Tali dispositivo sezionano, per guasto o per manutenzione, il singolo inverter in caso di necessità, lasciando invariata la funzionalità dei restanti.

La selettività posta fra le diverse protezioni presenti fra la rete esterna e i singoli inverter, garantisce, in caso di intervento, l'apertura dell'interruttore immediatamente a monte del punto di guasto, lasciando in funzione il resto dell'impianto.

DATI GENERALI

Marca Power-One - Aurora

Modello PVI-Central-150-IT

Tipo fase Trifase

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

VMppt min [V] 465.00

VMppt max [V] 850.00

Imax [A] 492.00

Vmax [V] 900.00

potenza MAX [W] 236 000

Numero MPPT 1

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale [W] 220 000

Tensione nominale [V] 400

Rendimento max [%] 95.50

Distorsione corrente [%] 4

Frequenza [Hz] 50÷60

Rendimento europeo [%] 94.50

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH [mm] 1250x2100x810

Peso [kg] 1300.00

CERTIFICAZIONI

Certificazioni DK 5940, CE, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4 ; EN 61000-3-11; EN 61000-3-12

2.3 Quadri elettrici

2.3.1 Quadri di sottocampo, lato corrente continua

Le linee in corrente continua provenienti dalla serie dei moduli faranno capo ad appositi quadri di campo posizionati in prossimità dei moduli. Ai quadri di campo verranno attestate le linee di collegamento delle stringhe ai rispettivi inverter.

Saranno del tipo in resina per montaggio a parete, con sportello frontale, grado di protezione IP65.

Nei quadri di sottocampo saranno installati n° 1 interruttore di manovra sezionatore quadripolare, a doppio sezionamento per fase, per il collegamento della linea in c.c. proveniente dalle stringhe, n° 1 scaricatore di sovratensione SPD.

2.3.2 Quadri di parallelo lato corrente alternata

Le uscite lato c.a. dei singoli inverter verranno attestate nei quadri di parallelo siglati QCA posti nelle immediate vicinanze degli stessi.

Saranno realizzati con armadio in materiale termoplastico, con sportello frontale cieco, grado di protezione adeguato al sito di installazione, rispondente alla Norma CEI 23-48 e CEI 23-49.

Nei quadro verranno installati il sezionatore generale quadripolare del quadro e un interruttore magnetotermico differenziale I_{dn} 300 mA, per ciascun inverter, con funzione di protezione di generatore.

2.3.3 Quadri generali di bassa tensione QGBT

Nel locale quadri della cabina MT/BT verranno installati i quadri generali di bassa tensione, tali quadri saranno siglati QGBT per le dorsali provenienti dai quadri QCA corrispondenti nei quali saranno installati:

- interruttore magnetotermico di protezione linea
- Strumenti di misura (multimetro digitale da quadro)

e QGBTU per la linea del quadro utenze, ove verranno attestate le seguenti linee:

- Arrivo linea BT dal secondario del trasformatore MT/BT
- Strumenti di misura (multimetro digitale da quadro)
- Uscita per alimentazione dei carichi delle serre
- Uscita per gruppo soccorritore (UPS per alimentazione in emergenza delle utenze preferenziali di cabina)
- Alimentazione dei servizi di cabina, quali illuminazione locali, prese di servizio, ventilatori/aspiratori ecc.

I quadri saranno costituiti da armadio componibile in materiale metallico, a pavimento, con vano cavi interno, sportello frontale trasparente e chiusura a chiave, grado di protezione IP40, rispondente alla Norma CEI EN 60439.

2.3.4 Quadri di Media Tensione

Nel locale quadri della cabina di trasformazione MT/BT sarà installata la sezione di ricevimento a 15 kV della fornitura.

Tale sezione sarà equipaggiata con:

- Quadro modulare di tipo protetto composto da elemento di protezione del cavo in arrivo dal locale di consegna, sezionatore rotativo tripolare con isolamento in SF6, dispositivo di protezione costituito da interruttore automatico sotto vuoto, asservito alla protezione generale (PG) e alla protezione di interfaccia di rete (PI), blocchi elettrici e meccanici che impediscono ogni contatto accidentale con parti in tensione anche in caso di errata manovra degli organi di sezionamento.
- Ausiliari di cabina comprendenti estrattori di raffreddamento, pulsante di sgancio di emergenza posto all'esterno della cabina, alimentato a 24 Vcc da gruppo di continuità, cartellonistica di sicurezza, equipaggiamento di sicurezza per cabina MT.
- Impianto di terra con posizionamento del nodo equipotenziale per il collegamento del centro stella del trasformatore, dell'impianto di dispersione, della sbarra di terra dei quadri MT e BT, dell'impianto equipotenziale delle apparecchiature installate nel locale di consegna.

Nei locali Trasformazione verranno inseriti i trasformatori MT/BT dell'impianto:

- 1 Trasformatore MT/BT 15/0,4 kV con isolamento in resina, potenza nominale di 400 kVA, con basse perdite per la sezione "produzione" e 1 eventuale Trasformatore MT/BT 15/0,4 kV con isolamento in resina potenza nominale 100 kVA a perdite normali per la sezione "utenze", con centraline termometriche per il controllo delle temperature interne del nucleo con 4 punti di allarme (ottico e acustico, comando ventole) e sgancio lato MT. Il primo punto di allarme sarà destinato all'attivazione del sistema automatico di raffreddamento (aspiratore);
- Quadro modulare di tipo protetto composto da elemento di protezione del cavo in arrivo dalla sezione di ricezione, sezionatore rotativo tripolare con isolamento in SF6, dispositivo di protezione costituito da fusibile, blocchi elettrici e meccanici che impediscono ogni contatto accidentale con parti in tensione anche in caso di errata manovra degli organi di sezionamento,
- Box per protezione trasformatore con blocco chiave collegato alla posizione di aperto degli interruttori MT e BT.

2.3.5 Interruttore in Vuoto

Gli interruttori di questo tipo utilizzano il vuoto come mezzo di estinzione dell'arco elettrico.

L'interruttore deve avere poli separati. All'interno di ogni polo si trova un'ampolla in vuoto che viene incapsulata in resina direttamente nella fase di colata in stampo del cilindro, garantendone la protezione da urti, accumulo di polvere o fenomeni di condensa.

Il comando dell'interruttore in vuoto deve essere del tipo ad accumulo di energia mediante molle di chiusura precaricate. Le manovre di apertura e chiusura devono essere indipendenti dall'operatore.

Deve essere provvisto di contatti ausiliari per indicare lo stato aperto/chiuso (devono essere previsti nello specifico almeno cinque contatti ausiliari). La dotazione standard deve inoltre includere i seguenti dispositivi:

- comando manuale
- indicatore meccanico dello stato carico/scarico delle molle di chiusura e apertura
- indicatore meccanico dello stato aperto/chiuso dell'interruttore
- sganciatore di apertura a minima tensione
- maniglia di carica delle molle

Inoltre l'interruttore può essere equipaggiato, su richiesta, con i seguenti dispositivi adeguatamente combinati:

- sganciatore di chiusura
- motoriduttore per carica delle molle
- interruttore magnetotermico del motoriduttore
- contatto di segnalazione dell'interruttore magnetotermico del motoriduttore
- contatto di segnalazione dello sganciatore di minima tensione eccitato/diseccitato
- esclusore meccanico per sganciatore di minima tensione
- temporizzatore elettronico per sganciatore di minima tensione

2.3.6 Dispositivo generale

Il DG è costituito, a partire dal lato dell'alimentazione, da un sezionatore tripolare ed un interruttore fisso asservito alla protezione generale.

Se l'interruttore è di tipo estraibile secondo la norma CEI EN 62271-200, il sezionatore può essere omesso.

Le apparecchiature MT, in particolare quelle del DG, devono essere costantemente mantenute efficienti dal cliente.

Tenendo conto che qualunque intervento di personale ENEL necessario per mettere fuori tensione il cavo di collegamento è a titolo oneroso, qualora il cliente adotti la disposizione delle apparecchiature indicate in fig. 2 (della DK5600), cioè con sezionatore fisicamente distinto dall'interruttore e posto a monte di esso, potrà effettuare la manutenzione della sezione ricevitrice minimizzando le necessità di fuori tensione del cavo di collegamento. Fatte le dovute valutazioni (frequenza di tali interventi, costi di apparecchiature, affidabilità delle stesse in funzione delle soluzioni tecniche adottate, etc.), il cliente ha comunque piena facoltà di adottare soluzioni diverse (ad es. apparecchi integrati o diverso posizionamento reciproco di sezionatore ed interruttore), ma funzionalmente rispondenti alla DK 5600 ed. V.

L'interruttore deve essere tripolare simultaneo ed avere potere d'interruzione adeguato alla corrente di cortocircuito della linea d'alimentazione ENEL, con un minimo di 12,5 kA.

Deve, inoltre, disporre di bobina di apertura a mancanza di tensione per realizzare quanto indicato nel PG.

2.3.7 Protezione Generale e di Interfaccia a Microprocessore

Il dispositivo di protezione generale PG e di interfaccia DI sono costituiti da sganciatori con le di protezione secondo quanto stabilito dalla CEI 0-16, a microprocessore elettronico, tarato sulla base dei parametri comunicati dalla società di distribuzione dell'energia.

In particolare la PG deve includere le seguenti protezioni:

- Protezione di Massima Corrente (50 e 51) a tre soglie programmabili a tempo dipendente e indipendente
- Protezione di Massima Corrente omopolare (50N e 51N) a due soglie programmabili a tempo indipendente
- Protezione Massima Corrente Direzionale di Terra (67N) a due soglie programmabili a tempo indipendente.

Mentre per la PI devono essere incluse le seguenti protezioni:

- Protezione Minima Tensione (27) a due soglie commutabili
- Protezione Massima Tensione (59) a due soglie commutabili
- Protezione Minima Frequenza (81<) a due soglie commutabili
- Protezione Massima Frequenza (81>) a due soglie commutabili
- Protezione Massima Tensione Omopolare (51N)

Devono essere impiegabili anche il telescatto da parte del distributore e il rinalzo per la mancata apertura del dispositivo generale/di interfaccia.

2.3.8 TA di fase

I TA di fase devono poter alimentare con errori accettabili la protezione PG nel campo di variabilità atteso per la corrente di guasto primaria. In particolare detti TA, per la protezione di massima corrente, devono consentire il corretto funzionamento delle protezioni stesse in caso di cortocircuito in rete a valle della PG e dei relativi riduttori di corrente, tenendo conto della massima asimmetria (0 di tensione al momento del guasto): corrente primaria con componente permanente di valore efficace 9000 A (simmetrici) e sovrapposti ad una componente unidirezionale di ampiezza $9000 \cdot \sqrt{2}$ con costante di tempo di circa 20 ms. Naturalmente, le caratteristiche dei TA devono essere calcolate tenendo conto del carico della protezione e dei relativi cavi di collegamento, nonché della sovraccaricabilità degli ingressi in corrente della PG.

TA di fase con le seguenti caratteristiche nominali (identiche a quelle dei TA unificati ENEL) sono ritenuti automaticamente adeguati:

- Rapporto di trasformazione nominale: 300/5 o 300/1 A/A
- Corrente termica nom. permanente: 1,2 Ip
- Corrente termica nom. di cortocircuito per 1s: 12,5 kA
- Prestazione nominale: 10 VA
- Classe di precisione: 5P
- Fattore limite di precisione: 30
- Corrente dinamica nominale: 31,5 kA pk

2.3.9 TA omopolari

Per la selezione dei guasti monofase a terra e doppi monofase devono essere utilizzati, normalmente, TA omopolari di tipo toroidale. Questi devono poter alimentare, con errori accettabili, la protezione PG nel campo di variabilità atteso per la corrente di guasto primaria. Per esempio, a 20 kV, la protezione PG con funzione 67 o 51 N è tarata tra 0,5 e 4 A primari per guasti monofasi, ma può essere soggetta a 2.000 A primari in caso di doppio guasto monofase a terra. Inoltre, in caso di guasto monofase a terra, bisogna tenere conto della presenza di una componente asimmetrica primaria (componente unidirezionale, generata dalle bobine di estinzione d'arco o di Petersen presenti sulla rete ENEL) stimabile in $500\sqrt{2}$ A di cresta e con costante di tempo pari a 150 ms che, solitamente, per la rete di ENEL distribuzione esercita a neutro compensato, si sovrappone ad una componente simmetrica non superiore a 50 A rms .

La presenza di una componente aperiodica, combinata con TA non adeguatamente dimensionati, aumenta il rischio di ritardato intervento delle protezioni.

Tenendo conto dei vincoli sopra richiamati, TA omopolari toroidali con le seguenti caratteristiche nominali (uguali a quelle dei TA omopolari unificati ENEL) sono ritenuti adeguati:

- a) Tensione massima per l'apparecchio: 0,72 kV
- b) Rapporto di trasformazione nominale: 100/1 A/A
- c) Corrente termica nom. permanente: 800 A
- d) Corrente nom. termica di cortocircuito per 1 s: 12,5 kA
- e) Prestazione nominale: 2 VA
- f) Errori:

Corrente (I/In)	Errore di rapporto (%)	Errore d'angolo (°)
0,01	±5	±2
0,05	±1	
1	±1	
20	±5	

Il TA omopolare deve avere la corrente termica permanente (punto c) > 500 A e la prestazione (punto e) > 1 VA per il TAT abbinato ad una protezione 67 N o > 0,5 VA per il TAT abbinato esclusivamente ad una protezione 51 N.

2.3.10 TV

Qualora sia prevista una protezione direzionale di terra, oltre al TA toroidale, saranno necessari anche dei riduttori di tensione (TV) da collegare rigidamente alla sbarra MT, a valle del DG e dei TA di fase. E' ammesso il collegamento dei TV a monte del DG o dei TA di fase purché, il collegamento avvenga tramite sezionatori combinati (IMS) con fusibili (con corrente nominale < 6,3 A e percussore per realizzare l'apertura automatica dell'IMS a seguito intervento del fusibile), posti a protezione del primario dei TV. In caso di apertura/intervento dei fusibili, i contatti ausiliari di posizione dei sezionatori (al primario, come pure degli eventuali sezionatori con fusibili al secondario dei TV) dovranno far aprire il DG (oppure la protezione dovrà commutare il funzionamento da 67 N in 51 N mantenendo, relativamente alla corrente omopolare, i medesimi valori di taratura impostati sulla 67 N).

Tale accorgimento deve comunque essere sempre realizzato, a prescindere dalla posizione dei TV, qualora vengano impiegati sistemi di protezione di primario e/o secondario dei TV stessi.

I TV devono avere almeno classe di precisione 6P, fattore di tensione 1.9 per 30 s e rapporto di trasformazione tale da fornire, in caso di guasto monofase a terra franco, 100 V ai terminali dei secondari collegati a triangolo aperto. Devono, inoltre, avere prestazione nominale 50 VA e tenere conto del fenomeno della ferrorisonanza (ad es. adottando una resistenza di smorzamento di opportuno valore sul triangolo aperto)

2.3.11 Caratteristiche tecniche Trasformatori:

Il trasformatore presente nell' impianto citato ha potenza nominale di 1.250 KVA.

Caratteristiche:	Unità di misura	MT TRAF0 400
Potenza nominale	KVA	400
Tensione primaria	KV	15
Tensione secondaria	KV	0,23 / 0,4
Tensione di corto circuito	%	6
Perdite a vuoto	W	1.200
Perdite a carico 75°	W	4.700
Perdite a carico 120°	W	5.500

2.4 Cavi di media tensione

Le linee di media tensione previste in progetto sono:

- terna di cavi unipolari con terminazioni su entrambe le testate, per il collegamento dal punto di consegna nel modulo utente posto nella cabina ENEL, tipo RG7H1 12/20 kV, sezione 95 mm²

2.5 Messa a terra

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici saranno messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Il campo fotovoltaico è gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe sono costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

I collegamenti a terra delle masse verranno realizzati con conduttori giallo verde tipo N07V-K di sezione $1 \times 6 \text{ mm}^2$.

3 Schema unifilare

Per i dettagli puntuali dello schema di collegamento elettrico si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici allegati al progetto.

4 Verifica tecnico-funzionale

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / ISTC$;
- condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

5 Riepilogo dati generali

Nella tabella seguente sono riassunti i dati principali dell'impianto e della producibilità energetica.

Dati generali sito	
Latitudine	39.2186 °
Longitudine	9.1178 °
Altitudine	4 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 634.53 kWh/m ²
Dati tecnici impianto	
Superficie totale moduli	1 115.60 m ²
Numero totale moduli	684
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	277 926.54 kWh
Potenza totale	205.20 kW

Dati generali impianto	
Posizionamento dei moduli	complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Inclinazione dei moduli (Tilt)	27°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 804.09 kWh/m²
Estensione totale utilizzata	2903.48 m²
Potenza totale	205.20 kW
Energia totale annua	277 926.54 kWh
Modulo	
Marca – Modello	SunPower E18/300, 300 W
Numero totale moduli	684
Numero di stringhe per ogni inverter	57
Numero di moduli per ogni stringa	12
Superficie totale moduli	1 115.60 m²
Inverter	
Marca – Modello	AURORA PVI-CENTRAL-200-IT
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	107.21 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase