



ENE 002a – Grosseto

Comune: Grosseto

Provincia: Grosseto

Regione: Toscana

Nome Progetto:

ENE 002a - Grosseto

Progetto di un impianto agrivoltaico sito nel comune di Grosseto in Località "Braccagni" di potenza nominale pari a 38.47 MWp in DC

Proponente

Grosseto Green Power s.r.l.

Via Dante,7

20123 | Milano (MI)

P.Iva: 12660000964

Pec: grossetogreenpower@pec.it

Consulenza ambientale e progettazione:

ARCADIS Italia S.r.l.

Via Monte Rosa, 93

20149 | Milano (MI)

P.Iva: 01521770212

E-mail: info@arcadis.it

PROGETTO DEFINITIVO

Nome documento:

Relazione Tecnica Elettrica e Meccanica

Commessa	Codice elaborato	Nome file
30190245	PRO_REL_09	PRO_REL_09 - Rel. Elettrica e Meccanica.pdf

Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	Dic. 23	Prima Emissione	CR	FP	SDA

Indice

1 DEFINIZIONI	4
1.1 IMPIANTO PER LA CONNESSIONE	4
1.2 IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE	4
1.3 IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE	4
2 INTRODUZIONE	5
2.1 DATI TECNICI	6
2.2 CARATTERISTICHE GENERALI	6
3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI	9
3.1 MODULI FOTOVOLTAICI	9
3.2 STRUTTURE DI SOSTEGNO, ANCORAGGIO E DI APPOGGIO DEI MODULI FOTOVOLTAICI E SISTEMI DI FONDAZIONE	11
3.3 STRING BOX O STRING COMBINER	12
3.4 GRUPPI DI CONVERSIONE CC/CA	14
3.5 QUADRO GENERALE SERVIZI AUSILIARI	16
3.6 CAVI DI CAMPO BT	17
3.7 CAVI DI CONNESSIONE MT	18
3.8 CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE IN C.A.V.	19
3.9 GRUPPO DI MISURA	20
4 CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO	21
4.1 VERIFICA VARIAZIONE DI TENSIONE - TEMPERATURA LATO C.C.	21
5 VERIFICHE E COLLAUDO	23
5.1 INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO	23
5.2 CERTIFICAZIONE	24
5.3 COLLAUDO	24
5.4 VERIFICHE DELL'IMPIANTO DI TERRA	25
5.5 VERIFICHE DEI SISTEMI DI MISURE	25
5.6 DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE	25

Elenco Figure

Figura 1 - Inquadramento su ortofoto dell'impianto di progetto (cfr. elaborato PRO_TAV_01)	5
Figura 2 - Dettaglio suddivisione in sottocampi (PRO_TAV_10)	6
Figura 3 - Suddivisione dei campi e dei sottocampi fotovoltaici	7
Figura 4 - Particolare strutture di sostegno moduli FTV	12
Figura 5 - Esempio di string combiner SMA	13
Figura 6 - Inverter Sunny central UP	15
Figura 7 - MV switchgear	15

1 DEFINIZIONI

1.1 IMPIANTO PER LA CONNESSIONE

L'impianto per la connessione è l'insieme degli impianti realizzati a partire dal punto di inserimento sulla rete esistente, necessari per la connessione alla rete di un impianto di produzione. L'impianto per la connessione è costituito dall'impianto di rete per la connessione e dall'impianto di utenza per la connessione.

1.2 IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

L'impianto di rete per la connessione è la porzione di impianto per la connessione di competenza del gestore di rete, compresa tra il punto di inserimento sulla rete esistente e il punto di connessione.

1.3 IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

L'impianto di utenza per la connessione è la porzione di impianto per la connessione la cui realizzazione, gestione, esercizio e manutenzione rimangono di competenza del richiedente.

2 INTRODUZIONE

Il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a 38.47 MWp in direct current (DC) da installarsi in territorio ricadente in Regione Toscana, nel comune di Grosseto, località "Braccagni" e del relativo elettrodotto di connessione fino alla rete a 132 kV a SE di Terna di nuova realizzazione.

Il nome del progetto è ENE 002a - Grosseto .



Figura 1 - Inquadramento su ortofoto dell'impianto di progetto (cfr. elaborato PRO_TAV_01)

Il Soggetto Responsabile, così come definito, ex art. 2, comma 1, lettera g, del DM 28 luglio 2005 e s.m.i., è la società Grosseto Green Power S.r.l. , con sede legale in Milano, Via Dante 7, iscritta al Registro delle Imprese di Milano - Monza - Brianza - Lodi n. REA MI-2676149 Codice Fiscale e Partita IVA n. 12660000964.

2.1 DATI TECNICI

Potenza di picco:	38.47 MWp
Potenza in AC	33.60 MVA
N° moduli fotovoltaici	55.748
Tipo strutture di sostegno:	Tracker ad inseguimento monoassiale
Inclinazione piano dei moduli:	Variabile
Angolo di azimuth ° (0°Sud – 90°Est):	0° Sud
Angolo di tilt °:	Variabile
Rete di collegamento:	Media Tensione 30kV
Gestore della rete:	Terna
Coordinate geografiche:	Latitudine: 42.877972°, Longitudine: 11.045689°

2.2 CARATTERISTICHE GENERALI

L'impianto agrivoltaico è suddiviso in 1 campo e 8 sottocampi (afferenti ognuno ad un inverter), all'interno delle quali sono disposti i tracker e le cabine Power skids.



Figura 2 - Dettaglio suddivisione in sottocampi (PRO_TAV_10)

7 x SMA SC 4200 UP (Parte dell'impianto 1)

Picco di potenza:	33,67 MWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	48804
Numero di inverter FV:	7
Potenza CC max (cos $\varphi = 1$):	4,29 MW
Potenza attiva CA max (cos $\varphi = 1$):	4,20 MW
Tensione di rete:	30,0 kV
Rapporto potenza nominale:	89 %
Fattore di dimensionamento:	114,5 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	1660,9 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

6972 x Trina Solar Energy tsm-neg21c.20, Azimut: 0 °, Inclinazione: 30 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso A:	
Numero delle stringhe:	249
Moduli fotovoltaici:	28
Picco di potenza (ingresso):	4,81 MWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 30,0 kV):	911 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 1049 V
Tensione fotovoltaica min.:	985 V
Tensione CC max (Modulo FV):	1500 V
Tensione fotovoltaica max.:	✓ 1438 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	4750 A
Corrente max generatore:	✓ 4290,3 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	8400 A
Corrente di cortocircuito max FV:	✓ 4544,3 A

1 x SMA SC 4200 UP (Parte dell'impianto 2)

Picco di potenza:	4,79 MWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	6944
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max (cos $\varphi = 1$):	4,29 MW
Potenza attiva CA max (cos $\varphi = 1$):	4,20 MW
Tensione di rete:	30,0 kV
Rapporto potenza nominale:	89 %
Fattore di dimensionamento:	114,1 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	1654,8 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

6944 x Trina Solar Energy tsm-neg21c.20, Azimut: 0 °, Inclinazione: 30 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso A:	
Numero delle stringhe:	248
Moduli fotovoltaici:	28
Picco di potenza (ingresso):	4,79 MWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 30,0 kV):	911 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 1049 V
Tensione fotovoltaica min.:	985 V
Tensione CC max (Modulo FV):	1500 V
Tensione fotovoltaica max.:	✓ 1438 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	4750 A
Corrente max generatore:	✓ 4273,0 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	8400 A
Corrente di cortocircuito max FV:	✓ 4526,0 A

Fattore di sfasamento minimo

Figura 3 - Suddivisione dei campi e dei sottocampi fotovoltaici

Durante il giorno il campo fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. L'energia prodotta viene inviata ai gruppi di conversione (inverter) che provvedono a trasformare la corrente continua in corrente alternata a 630 V.

L'energia proveniente dal generatore fotovoltaico e dagli Inverter viene inizialmente convogliata nella cabina utente e attraverso i relativi quadri BT, equipaggiati con gli organi di sezionamento, protezione e controllo, e poi trasferita al trasformatore BT/AT (630V / 30 kV). L'energia convertita in MT a 30kV, tramite cavidotto interrato, sarà ceduta in rete a 132 kV a SE di Terna di nuova realizzazione.

Si stima che l'energia mediamente prodotta dall'impianto, in condizioni standard, sia pari a 68.791,06 MWh/anno . In sintesi l'intero impianto sarà composto da:

- 55.748 moduli FTV in silicio monocristallino bifacciali da 690 Wp;
- 8 inverter di campo e relativa cabina;
- 1 cabina utente MT+BT;
- 1 cabina di consegna;
- cavidotti BT per collegamenti inverter a cabine utente;
- cavidotti MT a 30kv interni ai campi per collegamento tra cabine di campo;
- cavidotto MT a 30kv esterno ai campi per collegamento cabine di campo a cabina utente e successivamente a cabina di consegna;
- cavidotti dati per il monitoraggio e controllo impiantistica;
- 1 cavidotto MT di connessione a 30kV interrato.

3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

3.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Per la realizzazione del campo fotovoltaico si utilizzeranno moduli bifacciali in silicio monocristallino TRINA SOLAR TSM-NEG21C.20 , avente con le seguenti caratteristiche:

690W

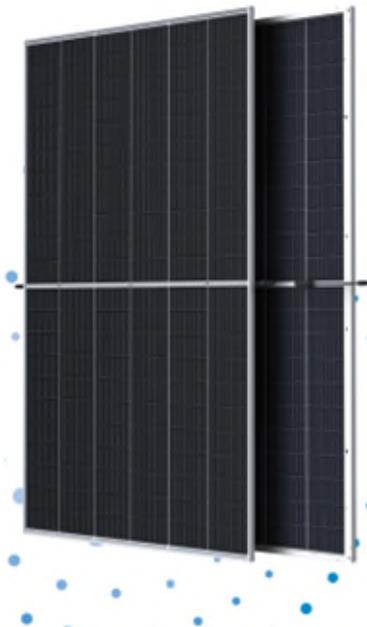
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

22.2%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (levelized cost of energy), reduced BOS (balance of system) cost, shorter payback time
- Guaranteed first year and annual degradation
- High module power; high string power and low voltage design



High power up to 690W

- Up to 22.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



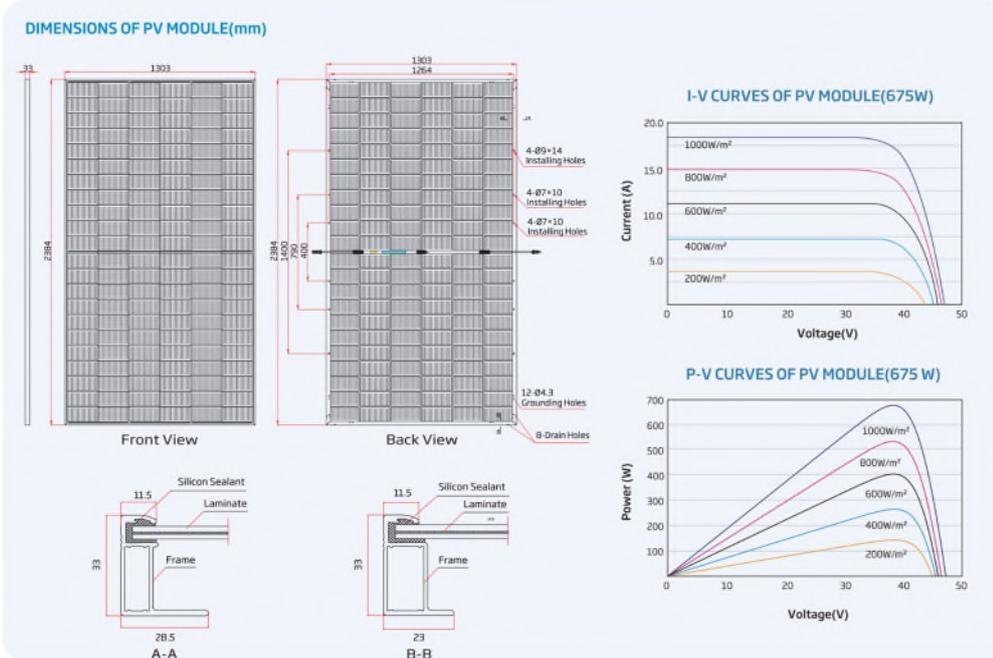
High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent product bifaciality and low irradiation performance, validated by 3rd party
- Extremely low 1% first year degradation and 0.4% annual power attenuation
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.30%) and operating temperature
- Up to 30% additional power gain from back side depending on albedo



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{max} (Wp)*	670	675	680	685	690
Power Tolerance- P_{max} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- V_{mp} (V)	39.2	39.4	39.6	39.8	40.1
Maximum Power Current- I_{mp} (A)	17.09	17.12	17.16	17.19	17.23
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	47.0	47.2	47.4	47.7	47.9
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	18.10	18.14	18.18	18.21	18.25
Module Efficiency η (%)	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power- P_{max} (Wp)	724	729	734	740	745
Maximum Power Voltage- V_{mp} (V)	39.2	39.4	39.6	39.8	40.1
Maximum Power Current- I_{mp} (A)	18.46	18.49	18.53	18.57	18.61
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	47.0	47.2	47.4	47.7	47.9
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	19.55	19.59	19.63	19.67	19.71
Irradiance ratio (rear/front)	10%				

Product Reliability: 80±5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{max} (Wp)	510	514	517	521	526
Maximum Power Voltage- V_{mp} (V)	36.8	37.0	37.2	37.3	37.7
Maximum Power Current- I_{mp} (A)	13.86	13.89	13.91	13.94	13.96
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	44.5	44.7	44.9	45.2	45.4
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	14.59	14.62	14.65	14.67	14.71

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384*1303*33 mm (93.86*51.30*1.30 inches)
Weight	38.3 kg (84.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmittance, Air Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional database for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{max}	-0.30%/°C
Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of I_{sc}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
1% first year degradation
0.4% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

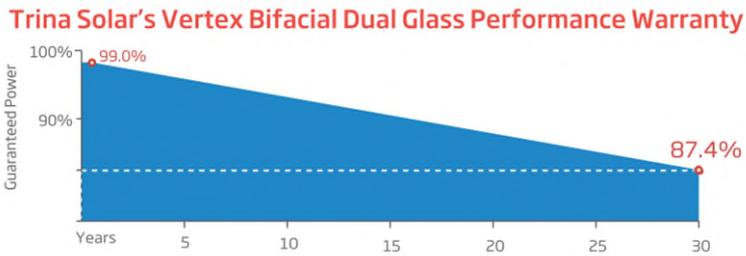
Modules per box: 33 pieces
Modules per 40' container: 594 pieces

Inoltre, i moduli fotovoltaici essendo caratterizzati da parametri elettrici determinati alle Standard Test Condition (STC) e risultando gli stessi soggetti alla disposizione come da planimetria, si ritiene ininfluenza la selezione dei moduli (costituenti una determinata stringa) per numero di serie, al fine di contenere lo scarto di tensione a vuoto tra una stringa e la successiva.

I moduli fotovoltaici sono garantiti dal produttore per un decadimento delle prestazioni come di seguito riportato:

- x 1° anno: 1%;
- x dal 2° al 25° anno: non più dello 0,55% annuo.

Si riporta di seguito il grafico delle performance garantite dal produttore dei moduli fotovoltaici.



3.2 STRUTTURE DI SOSTEGNO, ANCORAGGIO E DI APPOGGIO DEI MODULI FOTOVOLTAICI E SISTEMI DI FONDAZIONE

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (tracker) sono composte da telai metallici, pali di sostegno e trave di collegamento superiore, trattati superficialmente con zincatura a caldo, per una maggiore durata nel tempo. Gli elementi di sostegno garantiscono l'ancoraggio al terreno senza l'ausilio di opere di fondazione in calcestruzzo.

Le strutture sono dimensionate per resistere ai carichi trasmessi dai pannelli e alle sollecitazioni esterne alle quali vengono sottoposte in condizione ordinaria e straordinaria (vento, neve...).

La soluzione costruttiva della struttura del tracker consente l'installazione su un suolo con pendenza al 8-15%. Il dimensionamento torsionale della struttura è realizzato al fine di evitare fenomeni di instabilità.

La parte in elevazione delle strutture è composta da pochi elementi da montare rapidamente in loco mediante fissaggi meccanici. I componenti sono:

- x teste palo;
- x motore;
- x tubo esagonale;
- x staffe per attuatori;
- x attuatori;
- x staffe di supporto moduli fotovoltaici.

Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene eseguito con bulloneria in acciaio inossidabile evitando quindi fenomeni di corrosione. Le fondazioni sono a secco, pertanto viene utilizzata l'infissione a battere. I pali sono realizzati in profilati di acciaio HEA, la profondità di infissione è determinata in funzione delle sollecitazioni e delle caratteristiche meccaniche del terreno.

La durabilità dei materiali metallici è garantita dal trattamento superficiale di zincatura a caldo come da normativa EN ISO 1461 & EN 10346.

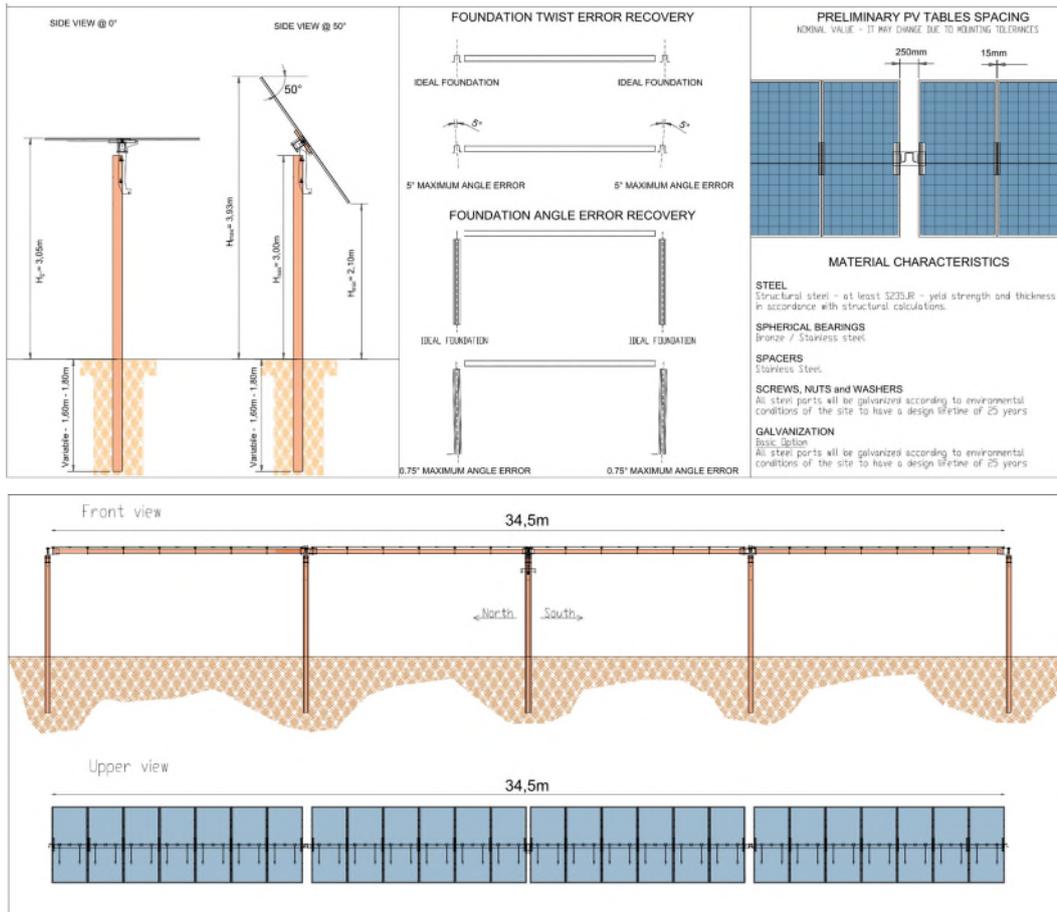


Figura 4 - Particolare strutture di sostegno moduli FTV

3.3 STRING BOX O STRING COMBINER

La corrente prodotta dai moduli fotovoltaici viene trasportata attraverso dei cavi in BT ad uno string box che raccoglie un numero stabilito di stringhe fotovoltaiche e le indirizza verso la cabina di trasformazione BT-AT con un unico cavo in BT. Nel caso in esame sono state scelte le SMA string Box, con un voltaggio massimo di 1500V in linea con la stringa di progetto. Di seguito si riportano le specifiche tecniche degli string box utilizzati.

Technical Data	DC-CMB-U15-16	DC-CMB-U15-24	DC-CMB-U15-32
Input (DC)			
Rated voltage	1500 V	1500 V	1500 V
Altitude derating (rated voltage)	2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m 3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m		
Number of string inputs / fuse holders per pole	16	24	32
Rated current	17.2 A	13.75 A	10.31 A
Fuse type*	10.3 x 85 - 1500 VDC - gPV		
String connection	Connection to the fuse holder		
Sealing range of cable gland	5 mm to 8 mm		
Output (DC)			
Rated current	275 A	330 A	330 A
Temperature derating (rated current)	>50°C operating temperature = reduction by 1% per K		
DC switch (load-break switch)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Surge arrester	Type 2, In = 15 kA; I _{max} = 40 kA		
DC output	Busbar (ring terminal lug M12)		
Number of DC outputs	1	1 / 2	1 / 2
Conductor cross-section	Busbar 70 mm ² to 400 mm ²		
Sealing range of cable glands	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm
Enclosure / Ambient Parameters			
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated
Enclosure material	Glass-fiber reinforced plastic / UV-resistant		
Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included	550 / 650 / 260 mm (21.65 / 25.59 / 10.24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23.23 / 31.10 / 11.22 inch)
Max. weight	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Protection class (according to IEC 61140)	II	II	II
Mounting type	Wall mounting		
Ambient temperature in operation / during storage	-25°C to +60°C / -40°C to +70°C		
Relative humidity	0% to 95%, non-condensing		
Max. altitude above MSL	4000 m	4000 m	4000 m
Standards			
Compliance	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* accessory required			

SYSTEM EXAMPLE

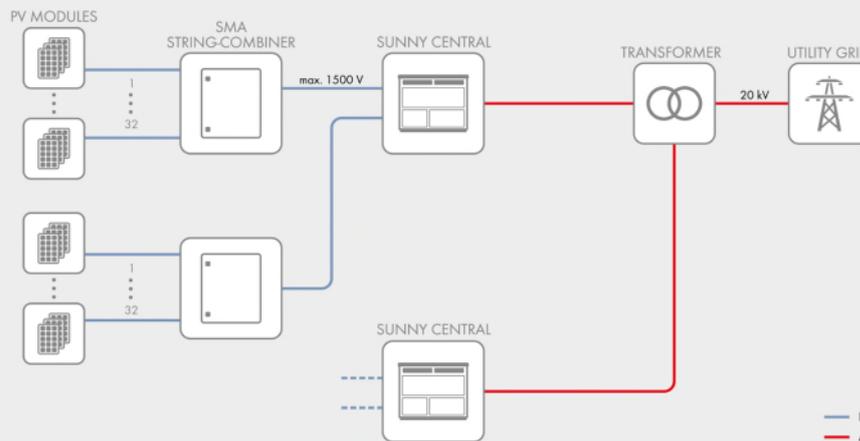


Figura 5 - Esempio di string combiner SMA

3.4 GRUPPI DI CONVERSIONE CC/CA

I gruppi di conversione CC/CA sono composti sostanzialmente dagli inverter e dalle relative componentistiche di protezione interne (sezionatori/filtri/relè/connettori/ecc). Gli inverter sono distribuiti all'interno del campo fotovoltaico in maniera da avere cablaggi i più corti possibile. Dal componente principale inverter avviene il trasferimento della potenza convertita in CA alla cabina BT/AT, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

La scelta dell'Inverter e della sua taglia va effettuata verificando che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici, risultino verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

$$V_{oc} > V_{inv} > V_{MPPT} > V_{min}$$

$$V_{oc} > V_{inv} > V_{MPPT} > V_{min}$$

$$V_{oc} > V_{inv} > V_{MPPT} > V_{min}$$

dove:

V_m = tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche;

$V_{inv MPPT min}$ = tensione minima ammissibile dall'inverter per la ricerca del punto di massima potenza;

$V_{invMPPTmax}$ = tensione massima ammissibile dall'inverter per la ricerca del punto di massima potenza;

V_{oc} = tensione a vuoto delle stringhe fotovoltaiche;

V_{invmax} = tensione massima in corrente continua ammissibile ai morsetti dell'inverter.

In base alle caratteristiche elettriche determinate con il dimensionamento del sistema, sarà selezionato l'inverter centralizzato più adatto. Nello specifico, saranno utilizzati inverter centralizzati posizionati in modo baricentrico per raccogliere l'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici.

Da un punto di vista generale, si richiedono le seguenti caratteristiche:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- disponibilità di informazione di allarme e di misura sul display integrato;
- funzionamento automatico, quindi semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- massima sicurezza, con il trasformatore di isolamento a frequenza di rete incorporato;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati (interfaccia seriale RS485).

Gli inverter saranno certificati CE e muniti di opportuna certificazione sia sui rendimenti che sulla compatibilità elettromagnetica e non saranno dotati di trasformatore di isolamento ca/ca in uscita. Di seguito si riporta un'immagine esemplificativa del componente inverter.



Figura 6 - Inverter Sunny central UP

Il progetto, come evidenziato nei paragrafi precedenti, prevede l'utilizzo di 8 inverter centralizzati e di altrettante Power Station che rappresentano il punto di raccolta in cui l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici viene portata da BT fino ad una tensione di 30kV. Le power station scelte per il progetto in esame sono del tipo SMA o similari, costituite da un inverter centralizzato connesso ad un trasformatore BT/MT isolato ad olio con opportuna vasca di raccolta.

Il sistema così composto è poi collegato ad un MV switchgear o quadro MT di seguito illustrato:

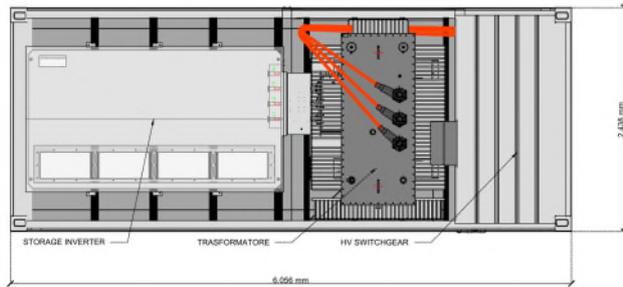


Figura 7 - MV switchgear

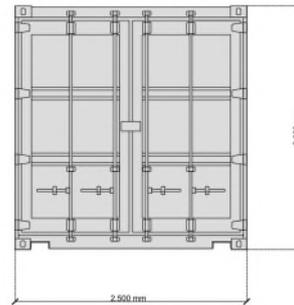
Tutti gli organi comprendenti la power station sono dotati di sistemi di telecontrollo e gestione.

Si riportano a seguire i dettagli costruttivi delle power station utilizzate nel progetto in esame:

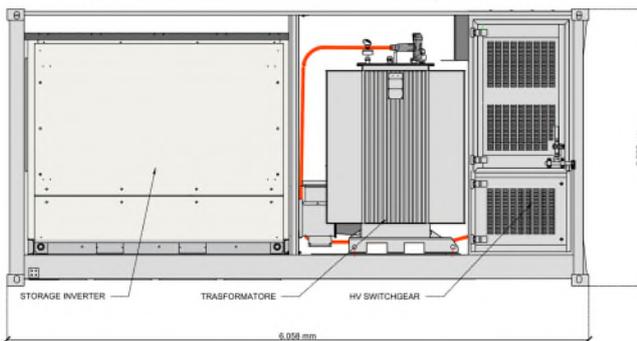
PIANTA SPS (VISTA CON COMPONENTI) - SCALA 1:20



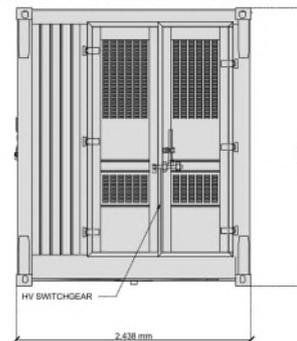
PROSPETTO FRONTALE SC - SCALA 1:20



PROSPETTO LATERALE SPS (VISTA CON COMPONENTI) - SCALA 1:20



PROSPETTO FRONTALE SPS - SCALA 1:20



3.5 QUADRO GENERALE SERVIZI AUSILIARI

La cabina di raccolta sarà equipaggiata di quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti. Il quadro servizi ausiliari avrà una sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal quadro BT e protetta da appositi interruttori automatici, una sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze ordinarie e non essenziali per il funzionamento delle Power Station, una sezione privilegiata per le utenze alimentate da UPS. Per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari, nella cabina ausiliari sarà presente un trasformatore MT/BT 30/0,4KV avente le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale (kVA)	50
Vcc (%)	6
Tensione primaria (V)	30.000
Tensione secondaria (V)	400

3.6 CAVI DI CAMPO BT

Per i vari cablaggi di collegamenti BT dagli inverter al QBT in cabina di campo, saranno utilizzati cavi in rame isolati in gomma del tipo del seguente tipo:

FG16R16-0,6/1 kV FG16OR16-0,6/1 kV

Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici:	CEI 20-13
	IEC 60502-1
	CEI UNEL 35318 (energia)
	CEI UNEL 35322 (comando)
Direttiva Bassa Tensione:	2014/35/UE
Direttiva RoHS:	2011/65/UE



Le caratteristiche elettriche e costruttive sono di seguito rappresentate:

Descrizione

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)
- Guaina: PVC, qualità R16
- Colore: grigio

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U₀/U: 600/1000 V c.a. 1500 V c.c.
- Tensione massima U_m: 1200 V c.a. 1800 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Caratteristiche particolari

Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature. Resistente ai raggi UV.

Colori delle anime

- UNIPOLARE ●
- BIPOLARE ● ●
- TRIPOLARE ● ● ● oppure ● ● ●
- QUADRIPOLORE ● ● ● ● oppure ● ● ● ●
- PENTAPOLARE ● ● ● ● ● oppure ● ● ● ● ●

Le anime nei cavi multipli per segnalamento e comando sono nere numerate con o senza conduttore G/V.

Marcatura

[Ditta] FG16(O)R16 0,6/1 kV [form.] Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP [anno] [ordine] [metrica]
[Ditta] FG16(O)R16 0,6/1 kV [form.] Cca-s3,d1,a3 [anno] [ordine] [metrica]

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del rame

Impiego e tipo di posa

Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Per posa fissa all'interno e all'esterno, anche in ambienti bagnati (AD7); per posa interrata diretta e indiretta. Per all'installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi simili. Adatto per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

3.7 CAVI DI CONNESSIONE MT

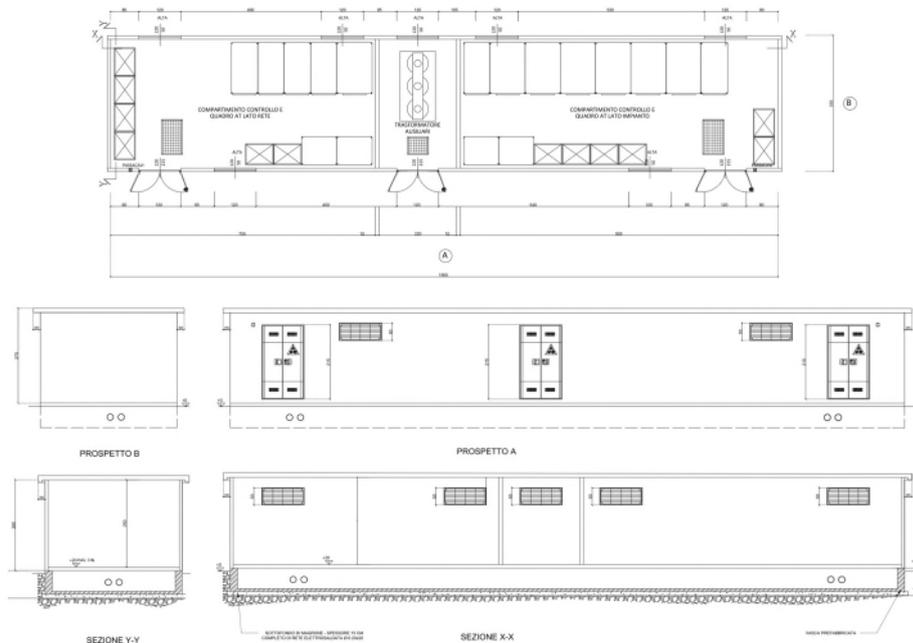
Il cavidotto MT di connessione della cabina di raccolta alla SEU sarà del tipo indicato nella figura seguente, con sezione di calcolo costituita da n.2 terne di cavi unipolari 3x1x240mmq – ARE4H5E – 18/30 KV .

		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ARE4H5E 18/30kV 1x... SR/0,2 </div>	
MEDIUM VOLTAGE POWER CABLES SINGLE CORE CABLES WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALLUMINIUM TAPE SCREEN AND PE OUTER SHEATH, LONGITUDINAL AND RADIAL WATERTIGHTNESS			
APPLICATIONS In MV energy distribution networks for voltage systems up to 36kV . Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.			
FUNCTIONAL CHARACTERISTICS Rated voltage U_0/U : 18/30 kV Maximum voltage U_m : 36 kV Test voltage: 3,5 U_0 Max operating temperature of conductor: 90 °C Max short-circuit temperature: 250 °C (max duration 5 s) Max short-circuit temperature (screen): 150 °C			
CONSTRUCTION 1. Conductor <i>stranded, compacted, round aluminium - class 2 acc. to IEC 60228</i> 2. Conductor screen <i>extruded semiconducting compound</i> 3. Insulation <i>extruded XLPE compound</i> 4. Insulation screen <i>extruded semiconducting compound - fully bonded</i> 5. Longitudinal watertightness <i>semiconducting water blocking tape</i> 6. Metallic screen and radial water barrier <i>aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)</i> 7. Outer sheath <i>extruded PE compound - colour: red</i>			
INSTALLATION DATA Max pulling force during laying 50 N/mm ² (applied on the conductors) Min bending radius during laying 14 D _{cable} (dynamic condition) Min temperature during laying - 25 °C (cable temperature)		STANDARDS IEC 60502-2 where applicable (design, materials and testing) HD 620-10-G where applicable (insulation thickness)	
MARKING by ink-jet of the following legend: "NEXANS B <Year> ARE4H5E 18/30kV 1x<S> <meter marking>" <Year> = year of manufacturing <S> = section of the conductor			
 Longitudinal waterproof		 Radial waterproof	
 Max operating temp. of conductor: 90 °C		 Max short-circuit temperature : 250 °C	
		 Max short-circuit temperature screen: 150 °C	
		 Minimum installation temperature: -25 °C	

3.8 CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE IN C.A.V.

L'impianto prevede la posa delle seguenti cabine:

- N.1 CABINA DI CONSEGNA dove saranno alloggiati i quadri di connessione dell'impianto alla rete;



Gli elementi delle cabine, prefabbricati in stabilimento, saranno trasportati in cantiere ed eventualmente montati contemporaneamente alla fase di scarico.

Prima della posa della cabina sarà predisposto il piano di posa con un fondo di pulizia e livellamento in magrone di cls oppure con una massicciata di misto di cava.

Le cabine saranno dotate di porte in VTR, aperture grigliate sempre VTR nonché una maglia di terra in corda di rame nudo.

L'impianto di terra sarà rispondente alle prescrizioni del Cap. 10 della Norma CEI EN 61936-1, alla Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11- 37. Nel seguito sono illustrati alcuni aspetti generici di riferimento.

La maglia di terra delle stazioni elettriche esistenti è di norma realizzata con conduttori di rame nudi di adeguata sezione, interrati ad una profondità di almeno 0,70 metri.

La maglia è realizzata con conduttori di rame nudo da 63 mm² e si collega alle apparecchiature mediante almeno due conduttori da 125 mm². Intorno agli edifici di stazione è prevista la posa di un anello perimetrale costituito da conduttore da 125 mm². Al di sotto degli edifici ed all'interno del suddetto anello perimetrale viene realizzata una maglia più fitta (3 x 3 m) con conduttore da 63 mm².

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale (portali, TA, TV, scaricatori) le dimensioni della maglia di terra saranno opportunamente diminuite.

Precauzioni particolari saranno essere prese in presenza di tubazioni metalliche, cavi MT o AT schermati ed ogni altra struttura metallica interrata in vicinanza o interferente con l'area di stazione. Inoltre saranno ricompresi nella maglia di terra, il cancello di ingresso e gli edifici di consegna AT posti al confine dell'impianto, vicino al cancello e si farà in modo che le tensioni di passo e contatto siano al di sotto di quanto prescritto dalle norme sia all'interno che all'esterno della recinzione di stazione.

Infine, nel progetto dell'impianto di terra è stata considerata l'estensione della maglia di terra anche nelle aree destinate alle eventuali future espansioni d'impianto, previste.

Saranno direttamente collegati a questa maglia i sostegni metallici delle apparecchiature AT. Tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali presenti nell'impianto saranno identificati con guaina isolante di colore giallo-verde e saranno in parte contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno delle dorsali comuni a più circuiti.

3.9 GRUPPO DI MISURA

Per l'impianto in progetto in conformità alle norme CEI vigenti e alle prescrizioni dell'Agenzia delle Dogane è necessario misurare:

- L'energia prelevata/immessa in rete;
- L'energia fotovoltaica prodotta.

Verrà installato un contatore di misura nella cabina di consegna a monte della cabina Utente per misurare l'energia prodotta.

I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso.

I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

4 CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO

Per i dettagli del calcolo di tutti i cavi comprendenti l'impianto FTV si rimanda alla relazione "PRO_REL_10 - Relazione di Calcolo Dimensionamento Cavi CC, BT e MT".

4.1 VERIFICA VARIAZIONE DI TENSIONE - TEMPERATURA LATO C.C.

Per i calcoli e le verifiche di progetto occorre verificare che, in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici, risultino essere verificate le seguenti disuguaglianze, per quanto riguarda le tensioni:

$$V_{m \min} \geq H_{s_{nv \text{ MPPT min}}}$$

$$V_{m \max} \leq G_{s_{nv \text{ MPPT max}}}$$

$$V_{OC \max} < V_{nv \max}$$

Mentre per quanto riguarda la compatibilità in termini di corrente tra l'inverter ed il relativo campo deve valere la relazione:

$$I_{\text{campo max}} \leq I_{\text{inv max}}$$

nelle quali $V_{nv \text{ MPPT min}}$ e $V_{nv \text{ MPPT max}}$ rappresentano, rispettivamente, i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza, mentre la $V_{nv \max}$ è il valore massimo di tensione c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter; $I_{\text{campo max}}$ ed $I_{\text{inv max}}$ rappresentano, rispettivamente, la corrente nelle condizioni di massima potenza del campo e la massima corrente ammissibile per l'inverter ad esso relativo.

Considerando una variazione percentuale della tensione di ogni modulo in dipendenza della temperatura pari a $-0,32\%/^{\circ}\text{C}$, per $I_{sc} = 0,04 \%/^{\circ}\text{C}$, ed i limiti di temperatura estremi pari a -10°C e $+70^{\circ}\text{C}$, V_m e V_{oc} assumono valori differenti rispetto a quelli misurati a STC (25°C).

Si riportano di seguito le verifiche di congruenza effettuate sulle varie configurazioni degli inverter presenti nell'impianto fotovoltaico:

7 x SMA SC 4200 UP (Parte dell'impianto 1)

Picco di potenza:	33,67 MWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	48804
Numero di inverter FV:	7
Potenza CC max (cos $\varphi = 1$):	4,29 MW
Potenza attiva CA max (cos $\varphi = 1$):	4,20 MW
Tensione di rete:	30,0 kV
Rapporto potenza nominale:	89 %
Fattore di dimensionamento:	114,5 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	1660,9 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

6972 x Trina Solar Energy tsm-neg21c.20, Azimut: 0 °, Inclinazione: 30 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso A:	
Numero delle stringhe:	249
Moduli fotovoltaici:	28
Picco di potenza (ingresso):	4,81 MWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 30,0 kV):	911 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 1049 V
Tensione fotovoltaica min.:	985 V
Tensione CC max (Modulo FV):	1500 V
Tensione fotovoltaica max.:	✓ 1438 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	4750 A
Corrente max generatore:	✓ 4290,3 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	8400 A
Corrente di cortocircuito max FV:	✓ 4544,3 A

1 x SMA SC 4200 UP (Parte dell'impianto 2)

Picco di potenza:	4,79 MWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	6944
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max (cos $\varphi = 1$):	4,29 MW
Potenza attiva CA max (cos $\varphi = 1$):	4,20 MW
Tensione di rete:	30,0 kV
Rapporto potenza nominale:	89 %
Fattore di dimensionamento:	114,1 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	1654,8 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

6944 x Trina Solar Energy tsm-neg21c.20, Azimut: 0 °, Inclinazione: 30 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso A:	
Numero delle stringhe:	248
Moduli fotovoltaici:	28
Picco di potenza (ingresso):	4,79 MWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 30,0 kV):	911 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 1049 V
Tensione fotovoltaica min.:	985 V
Tensione CC max (Modulo FV):	1500 V
Tensione fotovoltaica max.:	✓ 1438 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	4750 A
Corrente max generatore:	✓ 4273,0 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	8400 A
Corrente di cortocircuito max FV:	✓ 4526,0 A

Fattore di sfasamento minimo

5 VERIFICHE E COLLAUDO

5.1 INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

La normativa nazionale (l. 36/2001) è a tutela della popolazione contro gli effetti dei campi elettromagnetici. Ai fini della corretta analisi del sistema in oggetto, è necessario riportare le definizioni dei termini utilizzati nelle leggi utilizzate.

Limiti di esposizione	Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela degli effetti acuti.
-----------------------	---

Valori di attenzione	Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
----------------------	---

Obiettivi di qualità	Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori al CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.
----------------------	---

Relativamente alle definizioni sopra riportate, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 propone, per l'esposizione della popolazione ai CEM prodotti a frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti (quindi anche le cabine di trasformazione), i seguenti valori:

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (pT)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
D. P. C. M.	Limite di esposizione	100	5000
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5000

Considerando che il campo elettrico in media tensione è notevolmente inferiore a 5 kV/m, imposto dalla normativa, nella presente relazione si porgerà maggiore attenzione al campo magnetico.

Dato il basso valore delle correnti in gioco, unico punto critico risulta essere la cabina di trasformazione che dovrà essere sottoposta a ulteriori verifiche in fase esecutiva, secondo la seguente formula che esprime l'induzione magnetica prodotta dal trasformatore, la quale decresce in funzione della distanza secondo la seguente espressione (valida per trasformatori in resina e distanze fino a 10 m):

$$B = 5 * \frac{u_{cc}}{6} * \sqrt{\frac{S_r}{630}} * \frac{a}{1}^{2,8}$$

dove:

u_{cc} : tensione percentuale di cortocircuito;

S_r : potenza nominale del trasformatore (in kVA);

a : distanza dal trasformatore.

5.2 CERTIFICAZIONE

A seguito della realizzazione dell'impianto l'Installatore dovrà rilasciare un certificato di collaudo ai fini del rilascio della dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/08.

5.3 COLLAUDO

Al termine delle installazioni saranno eseguite a cura dell'installatore tutte le prove di collaudo tecnico-funzionale necessarie per assicurare la conformità delle opere alla progettazione esecutiva, la qualità delle stesse ed il loro corretto funzionamento.

L'impianto fotovoltaico e i relativi componenti saranno realizzati nel rispetto delle norme tecniche vigenti e ai sensi di quanto previsto dalle Norme CEI 82-25 e DM 37/08.

I moduli fotovoltaici saranno provati e verificati da laboratori accreditati, per le specifiche prove necessarie alla verifica dei moduli, in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Tali laboratori sono accreditati EA (European Accreditation Agreement) o hanno stabilito con EA accordi di mutuo riconoscimento.

Gli impianti fotovoltaici saranno realizzati con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I/I_{stc}$

dove:

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

- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

- I è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

- I_{stc} , pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione è stata verificata per $I > 600 W/m^2$.

b) $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$

dove:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2% .

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a $600 W/m^2$.

Verranno effettuate esami a vista, verifica di tensioni e correnti di stringa, misura dell'isolamento dei circuiti e verifica dei collegamenti equipotenziali. Tutte le prove di

collaudo eseguite sul campo saranno eseguite in contraddittorio con il Committente o un suo rappresentante (Direzione lavori o Collaudatore).

Per tutte le altre forniture saranno eseguite le prove richieste dalla normativa tecnica.

Di tutte le prove eseguite, sia in fabbrica che in sito, l'installatore consegnerà al committente appositi verbali di collaudo.

5.4 VERIFICHE DELL'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà verificato mediante esami a vista e prove prima della messa in servizio dell'impianto. Pertanto, sarà effettuata la verifica dell'impianto di terra con la produzione della Dichiarazione di Conformità rilasciata dall'installatore della messa in servizio dell'impianto per consegnare copia al Committente.

Le modalità di prova dell'efficienza dell'impianto di terra saranno effettuate con le seguenti verifiche:

- continuità elettrica dell'impianto di terra al partire dal dispersore fino alle masse e masse estranee collegate;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

Le misure saranno effettuate, per quanto possibile, con l'impianto nelle ordinarie condizioni di funzionamento.

5.5 VERIFICHE DEI SISTEMI DI MISURE

Come condizione preliminare all'attivazione dell'impianto, il sistema di misura sarà sottoposto a verifica di prima posa da parte del responsabile dell'installazione e manutenzione dello stesso. Inoltre si verificherà la teleleggibilità dei dati di misura del contatore da parte del sistema centrale di telelettura.

5.6 DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08 (ex legge 46/90, articolo 1, lettera a);
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

Arcadis Italia S.r.l.

via Monte Rosa, 93
20149 Milano (MI)
Italia
+39 02 00624665

<https://www.arcadis.com/it/italy/>

