

PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI
DENOMINAZIONE IMPIANTO: "VIA LATINA"

Realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 2800 kW
Comune di Artena (RM)

DITTA: NV SVILUPPI ENERGETICI S.R.L. - VIA GUIDUBALDO DEL MONTE n°61 - 00197 ROMA - P.IVA 11636691005

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_B.3	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FV

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progettuale	Codice Goal	Tipo documento	N.° Elaborato	N. foglio	N. fogli	Nome File:
PD	428619714	relazione	B.3	1	12	Data: DICEMBRE 2024
PROGETTO DEFINITIVO						Scala:

Rev.:	Data:	Descrizione:	Eseguito:	Verificato:	Approvato:
01					
02					
03					
04					

PROGETTAZIONE :

Ing. ENRICO PATRIZI
C.F.: PTRNRC79C06A269B
via La Quercia n°32 cap 03019 - Supino (FR)
Ordine Ingegneri della Provincia di Frosinone n°1929



RICHIEDENTE :

NV SVILUPPI ENERGETICI SRL
via Guidubaldo del Monte n°61
cap 00197 - ROMA
P.IVA 11636691005



DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	- 3 -
SITO DI INSTALLAZIONE.....	- 3 -
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	- 4 -
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	- 5 -
RISPARMI	- 7 -
GENERATORE FV	- 7 -
GRUPPO DI CONVERSIONE.....	- 8 -
RIFERIMENTI NORMATIVI	- 9 -

Dati generali dell'impianto

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 2800 kW.

Sito di installazione

L'impianto fotovoltaico sito in Artena (RM) e denominato "via Latina" presenta le seguenti caratteristiche: impianto di produzione da fonte solare per una potenza di immissione di 2800 kWp.

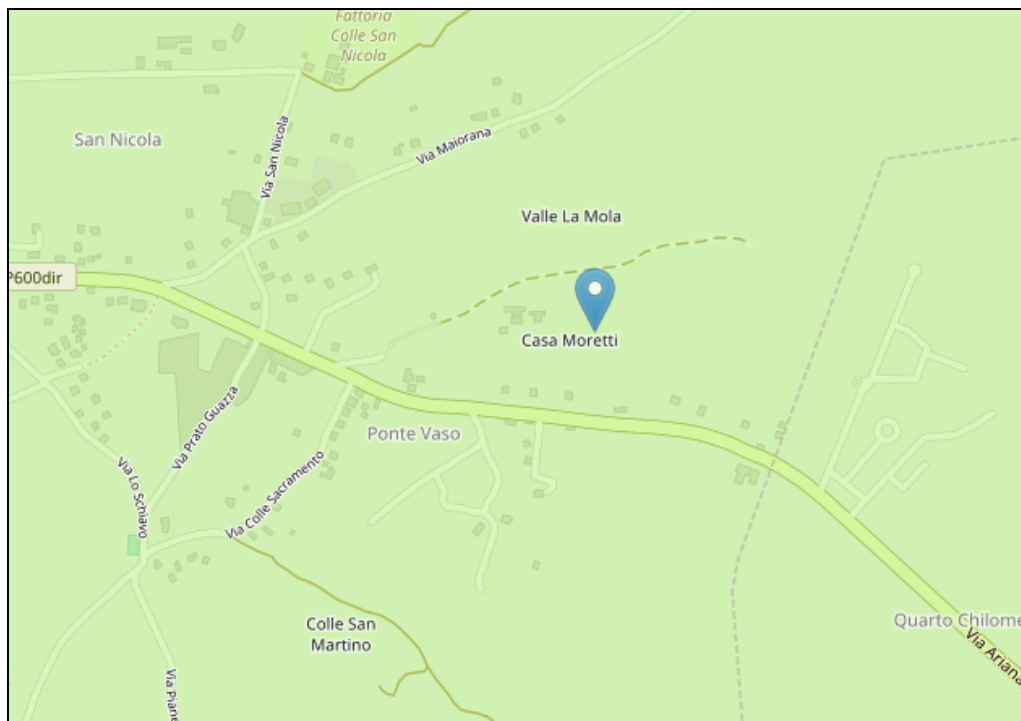
I moduli FV saranno fissati su strutture metalliche dotate di tracker ed installate ad infissione, orientate secondo un solo orientamento in funzione dell'orografia del sito.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	SP n°600 "via Latina"
Latitudine:	41.7395° N
Longitudine:	12.9519° E
Altitudine:	233 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	Vedi tabella

TABELLA DI ALBEDO		
Gennaio	26 %	Erba verde
Febbraio	26 %	Erba verde
Marzo	26 %	Erba verde
Aprile	26 %	Erba verde
Maggio	26 %	Erba verde
Giugno	20 %	Erba secca
Luglio	20 %	Erba secca
Agosto	20 %	Erba secca
Settembre	20 %	Erba secca
Ottobre	26 %	Erba verde
Novembre	26 %	Erba verde
Dicembre	26 %	Erba verde

Dimensionamento dell'impianto

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.



Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*:

in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodi by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

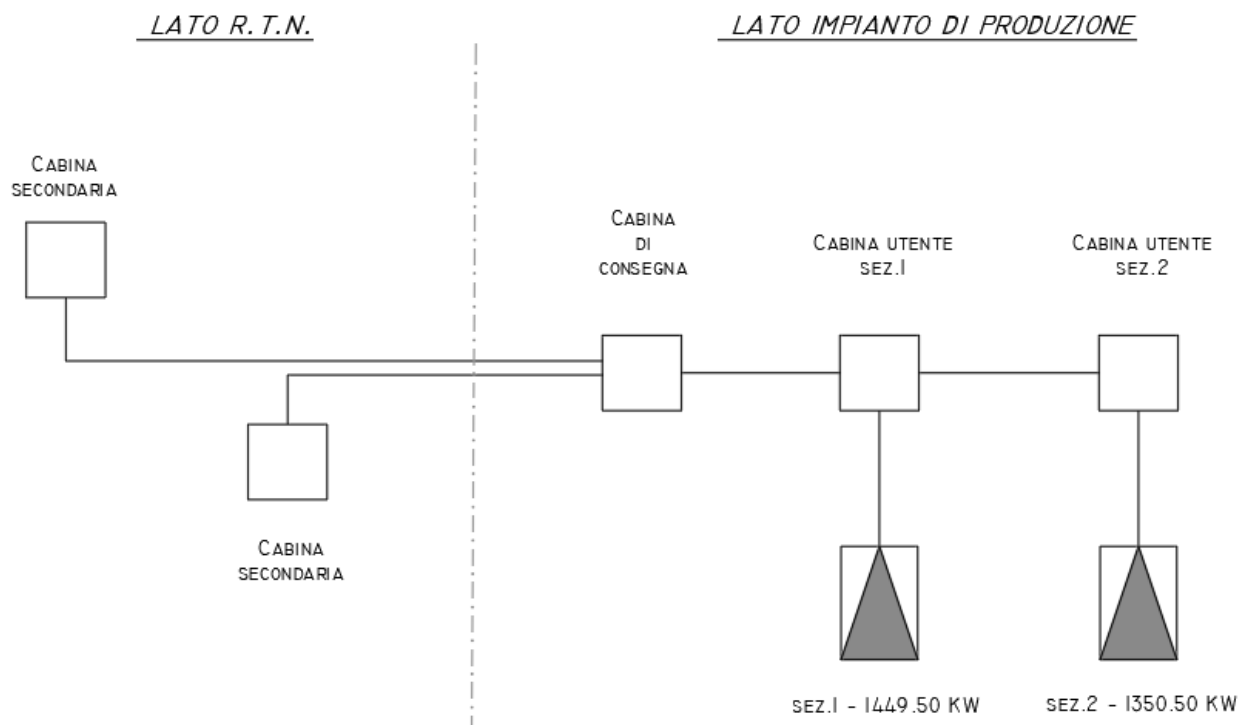
Descrizione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 4308 moduli fotovoltaici di 650 Wp e da n° 27 inverter. La potenza di picco è di 2800 kWp per una produzione di 4'693'385 kWh annui distribuiti su una superficie di circa 4.85 ettari.

Modalità di connessione alla rete Trifase in Media tensione con tensione di fornitura 20.000 V.

L'impianto è realizzato in n°2 sezioni di generazione FV, le quali si interfacciano con la rete MT a 20 kV mediante una propria cabina di trasformazione utente.

Di seguito si sintetizza l'impianto mediante schema a blocchi:



I dati di producibilità dell'impianto sono stati desunti dal programma PV-GIS di cui allega il report:



Performance of tracking PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

Provided inputs:

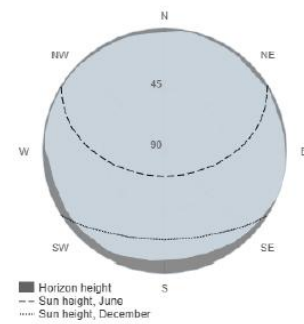
Latitude/Longitude: 41.740,12.951
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH3
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 2800 kWp
 System loss: 14 %

Simulation outputs

Slope angle [°]: 0
 Yearly PV energy production [kWh]: 4693385.87
 Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]: 2135.98
 Year-to-year variability [kWh]: 240443.5
 Changes in output due to:
 Angle of incidence [%]: -1.85
 Spectral effects [%]: 1.02
 Temp. and low irradiance [%]: -7.97
 Total loss [%]: -21.53

* IA: Inclined axis

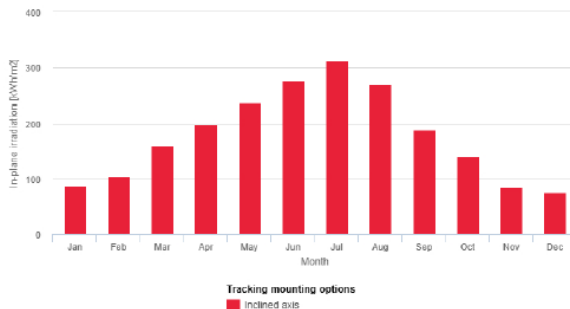
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from tracking PV system:



Monthly in-plane irradiation for tracking PV system:



Inclined axis			
Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	208593.8	88.2	37953.8
February	244622.1	104.4	47194.5
March	369322.1	160.0	64333.2
April	442016.1	218.2	38746.2
May	517382.2	275.6	79143.2
June	584316.2	326.4	42828.5
July	654257.3	375.6	42793.0
August	571643.2	320.4	42655.1
September	412188.1	211.9	28111.9
October	316201.1	140.4	44887.2
November	196606.8	85.1	35935.0
December	176235.7	57.3	28694.9

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H_i: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

Risparmi

L'impianto consente di risparmiare una quantità di tonnellate di petrolio equivalente stimata (in base alla delibera EEN 3/08) pari a:

Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	877 TEP
---	---------

e di ottenere una minore produzione di anidride carbonica pari a:

$$4'693'385 \text{ kwh/anno} \times 0.53 \text{ kg CO}_2 / \text{kwh} = 2487 \text{ tonnellate CO}_2$$

Generatore FV

Il generatore è composto da 5950 moduli del tipo al silicio monocristallino bifacciale con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
N° moduli	4308
N° inverter	27
Potenza nominale:	2970 kW
Potenza di picco:	2800 kWp
Performance ratio:	82,7 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	JINKO SOLAR
Serie/sigla:	Tiger Neo JKM650N-78HL4BDV
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino bifacciale
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	650 Wp + 3%
Rendimento:	21,82 %
Tensione nominale:	45,6 V
Tensione a vuoto:	55.31 V
Corrente nominale:	13,38 A
Corrente di corto circuito:	14.03 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 2465 mm
Peso:	34,6 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è 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.

Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo 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 sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).

- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 27 INVERTER

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	SMA TECHNOLOGIE
Serie/sigla:	Sunny Tripower CORE2 STP 110-60
Serie / Sigla:	Sunny Tripower CORE2 STP 110-60
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	110 kW
Potenza massima:	150 kW
Potenza massima per inseguitore:	13,8 kW
Tensione nominale:	670 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	250 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	150 A
Corrente massima:	150 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

Riferimenti normativi

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;

- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi Integrato delle Connessioni Attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni.

Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.