



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNE DI BUSETO PALIZZOLO
COMUNE DI ERICE

OGGETTO

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO PER UNA POTENZA NOMINALE DI 58,113 MWp (45 MW IN IMMISSIONE) INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 36 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI BUSETO PALIZZOLO ED ERICE (TP)

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE



TITOLO

CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO
FOTOVOLTAICO_TRACKER

PROGETTISTA

Dott. Ing. Girolamo Gorgone

Collaboratori

Ing. Giocchino Ruisi

All. Arch. Flavia Termini

Dott. Carmelo Danilo Pileri

Dott. Haritiana Ratsimba

Dott. Gabriella Raffa

CODICE ELABORATO

XB_R_04_A_D_1

SCALA

n° Rev.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Rif. PROGETTO

N. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

NOME FILE DI STAMPA

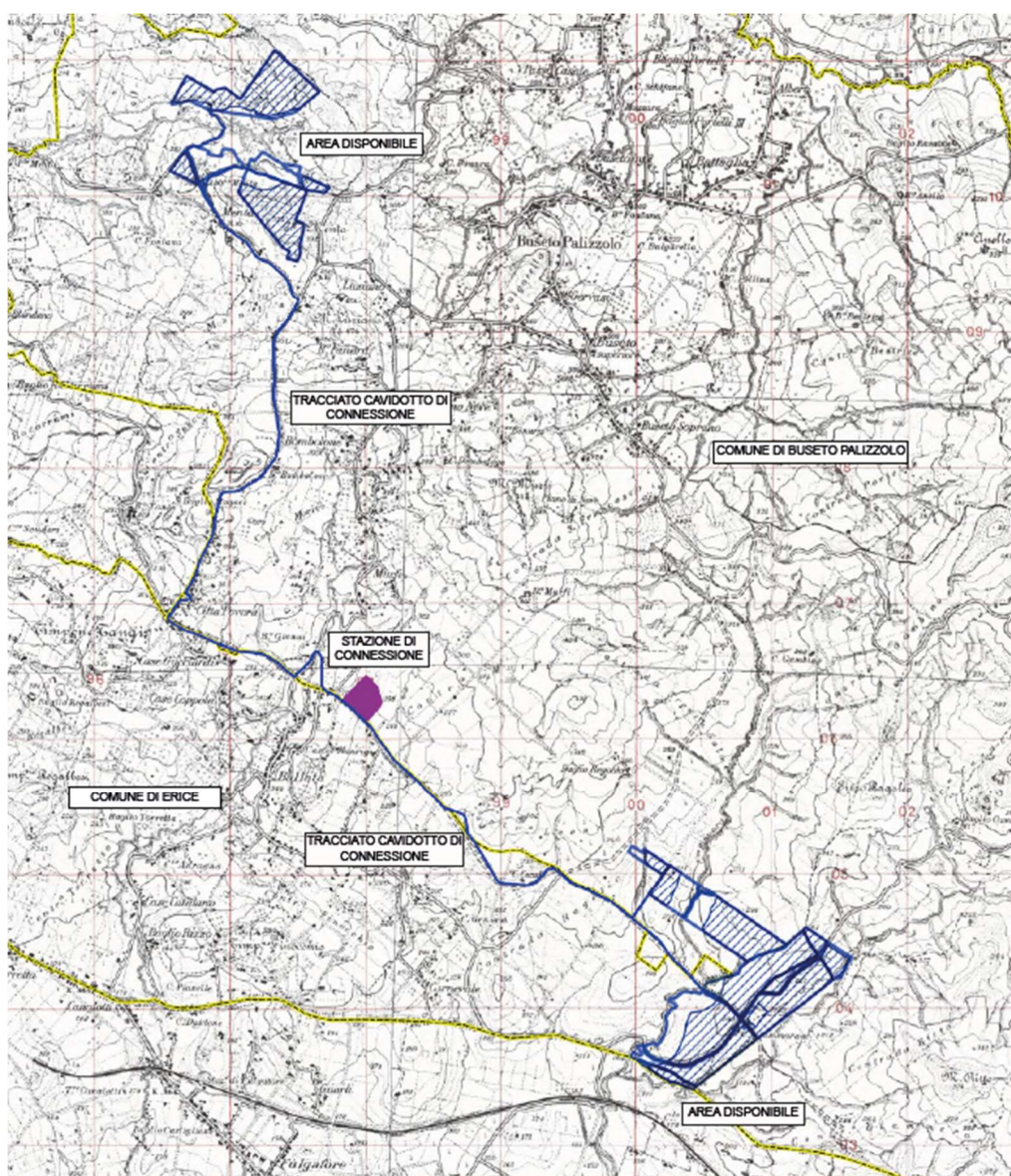
SCALA DI STAMPA DA FILE

Sommario

1. PREMESSA.....	2
1.1 Inquadramento territoriale dell'intervento	3
1.2 Breve descrizione del progetto	5
2. CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ	9
2.1 Software utilizzato	9
2.2 Producibilità del sistema	10
3. ALLEGATO: PVSyst - Rapporto di simulazione	11

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Calcolo di producibilità dell'impianto fotovoltaico Tracker parte integrante del Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di generazione di energia da fonte solare di tipo agro-fotovoltaico per una potenza nominale pari a 58,113 MWp (45 MW in immissione), di cui 34,2738 MWp da moduli ad inseguimento monoassiale e 23,8392 MWp da moduli su struttura fissa, integrato da un sistema di accumulo da 36 MW. L'impianto, con le relative opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, interessa i comuni di Erice e Busetto Palizzolo, nella provincia di Trapani.



(Inquadramento su IGM dell'intervento)

X-ELIO Energy nasce nel 2005 a Madrid ed è oggi un'azienda leader nel settore delle energie rinnovabili con uffici negli Stati Uniti, Messico, Cile, Sudafrica, Australia, Giappone, Spagna e Italia (Roma, Palermo). Attivamente impegnata nella riduzione dei gas serra e nel contrasto alla crisi climatica, X-ELIO Energy ha realizzato ad oggi più di 2 GW in impianti fotovoltaici e dispone di 25 parchi solari operativi in 10 paesi. Al fine di assicurare alti standard di qualità progettuale e di tutela e protezione dei propri operatori, della cittadinanza e dell'ambiente, X-ELIO Energy ha istituito un sistema di gestione integrato per l'ambiente, la salute, la sicurezza e il benessere dei lavoratori in accordo con gli standard ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018.

Al fine di perseguire gli obiettivi di qualità, X-ELIO Energy prevede lo sviluppo di iniziative tramite proprie società, come nel caso in oggetto con la X-ELIO Antares S.r.l. titolare del presente progetto.

1.1 Inquadramento territoriale dell'intervento

Per la realizzazione dell'impianto la società proponente ha acquisito la disponibilità di aree site in Contrada Menta, nel Comune di Buseto Palizzolo (che complessivamente verranno indicate come "Area disponibile Nord-Ovest") e in Contrada Giammarune, nei comuni di Buseto Palizzolo ed Erice (denominata "Area disponibile Sud-Est"). Il tracciato del cavidotto di connessione alla RTN interessa i territori comunali di Buseto Palizzolo ed Erice.

Le aree disponibili per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico e il tracciato del cavidotto di connessione alla RTN ricadono nelle tavolette n. 257 IV SE (Area disponibile NO) e n. 257 II NO, SO (Area disponibile SE) della cartografia IGM a scala 1:25000, e nei fogli 593130 (Area disponibile NO) e 606010 (Area disponibile SE) della Carta tecnica regionale a scala 1:10000.

Per l'inquadramento catastale dell'intervento si rimanda agli elaborati specifici.

Entrambe le aree sono raggiungibili attraverso la A29, che porta, tramite lo svincolo Fulgatore, alla Strada Statale 113. Da questa si può raggiungere tanto l'area disponibile Nord-Ovest, imboccando la SP22 e, quindi, la SP36 o la SP52, quanto l'area disponibile Sud-Est, raggiungibile attraverso la SP35 in direzione Bosco di Scorace.

L'area disponibile Nord-Ovest (NO), in Contrada Menta, è prevalentemente adibita a seminativo con presenza di campi a vigneto ed uliveto ed ha una superficie totale di circa 56 ettari. L'altimetria nel complesso varia tra 222 e 378 m s.l.m. All'interno dell'area ricadono anche incisioni vallive caratterizzate da vegetazione ripariale e affioramenti rocciosi.

L'area disponibile Sud-Est (SE), in contrada Giammarune, è quasi interamente adibita a seminativo, presentando una morfologia pianeggiante. L'area ha una superficie complessiva di circa 100 ettari. L'altimetria varia tra 283 e 163 m s.l.m. Il versante collinare ricompreso nell'area ha dolce

pendenza ed è interrotto dall'incisione valliva del Fosso Binuara, ove si sviluppa vegetazione ripariale.

Il cavidotto di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, da entrambe le aree di impianto, corre interrato lungo viabilità esistente fino alla stazione utente, sita nel comune di Buseto Palizzolo in Contrada Murfi. Il tracciato interessa i territori comunali di Buseto Palizzolo ed Erice. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di inquadramento catastale.

STRADA PERCORSA	DISTANZA (KM)
Cavidotto da Area Nord-Ovest alla stazione di connessione	
SP52	1,4
SB047	2,8
Via Frusteri	1,0
SP22	0,3
SB042	0,6
LUNGHEZZA TOTALE	6,1
Cavidotto da Area Sud-Est alla stazione di connessione	
SB042	3,9
LUNGHEZZA TOTALE	3,9

Di seguito si riporta uno schema di inquadramento territoriale dell'intervento.

LEGENDA

Area di intervento

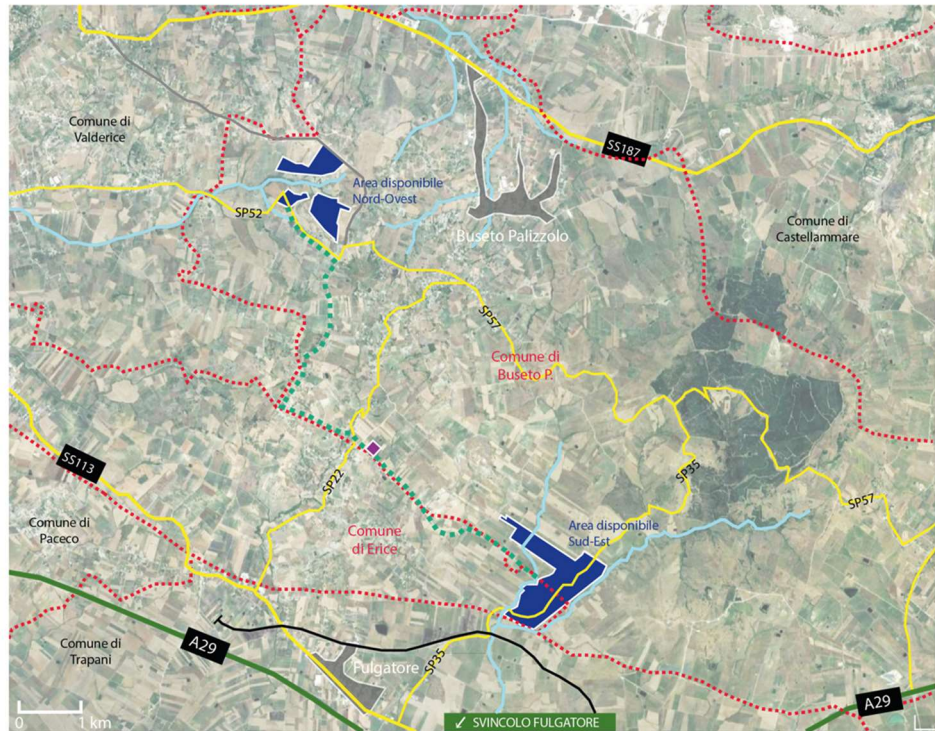
- Area disponibile
- Cavidotto interrato di connessione
- Punto di connessione alla RTN

Sistema territoriale

- Autostrada
- Strada statale
- Strada provinciale
- Strada locale
- Ferrovia
- Corso d'acqua
- Centri abitati

Confini amministrativi

- Limiti comunali



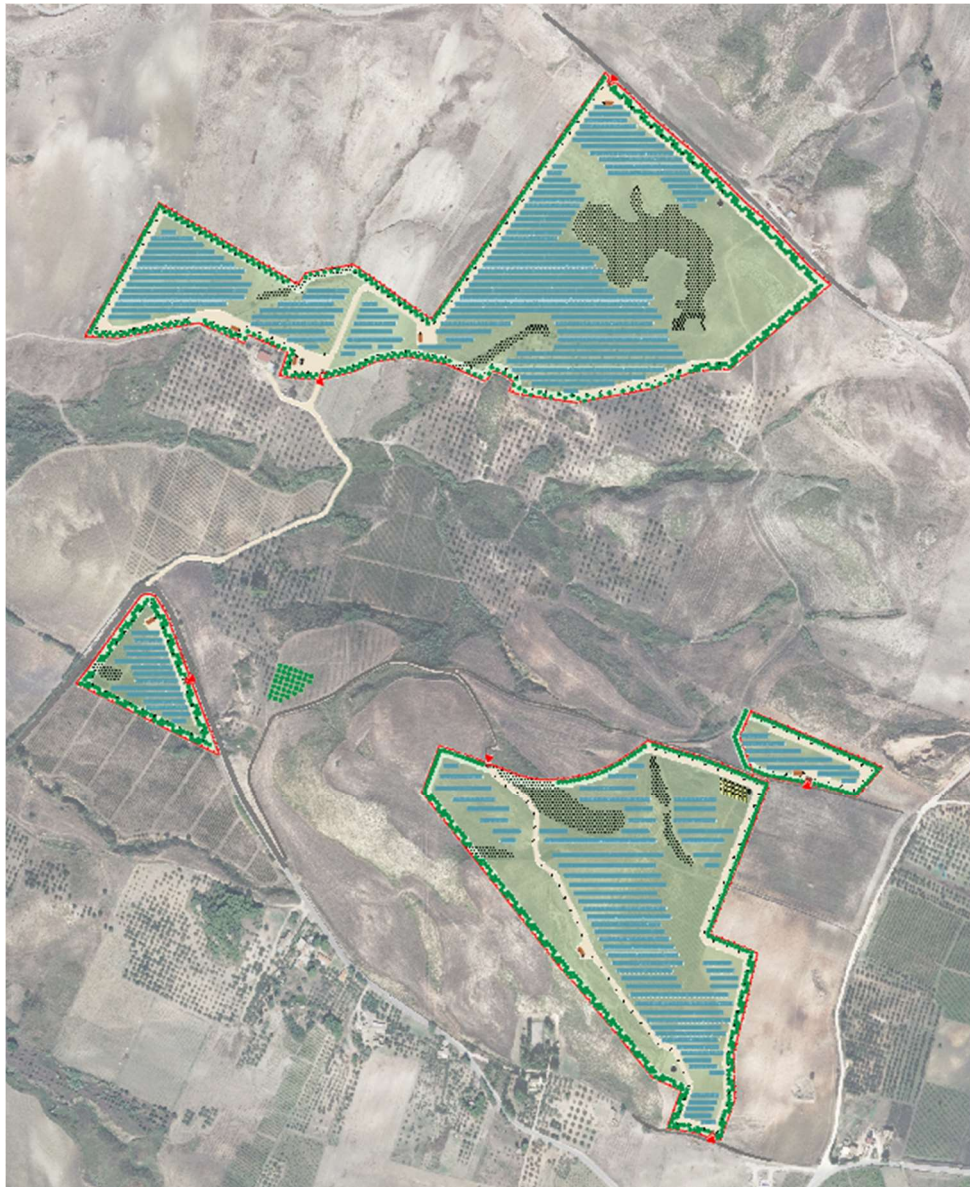
(Inquadramento territoriale dell'intervento)

1.2 Breve descrizione del progetto

L'impianto di produzione di energia elettrica fotovoltaica ha una potenza nominale di picco di 58,113 MWp, di cui 34,2738 MWp da moduli ad inseguimento monoassiale e 23,8392 MWp da moduli su strutture di tipo fisso, ed una potenza di immissione nella rete di trasmissione nazionale (RTN) di 45 MW, integrato da un sistema di accumulo da 36 MW.

A seguire si riportano il layout generale di progetto e una tabella riassuntiva delle componenti principali dell'impianto di produzione energetica. All'impianto fotovoltaico è associato un programma agronomico che prevede la coltivazione di foraggiere, il mantenimento di prati-pascolo e l'introduzione dell'apicoltura (agrovoltivo). Inoltre, lungo il perimetro dell'impianto verrà piantumata una fascia di mitigazione ampia almeno 10 metri utilizzando specie arboree e arbustive autoctone e tipiche del paesaggio locale.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di Progetto definitivo e allo Studio di impatto ambientale.



LEGENDA			
	Ingressi di impianto		Alberi
	Recinzione		Cabina MTR con cabina partenza linea
	Palo servizi ausiliari		Magazzino
	Piste e Piazzali		Stringa da 30 moduli
	Viabilità		Stringa da 60 moduli
	Cabina ausiliaria		Struttura mobile
	Power station		Struttura fissa
	Control room		Alberi
	Cisterna		Siepi aromatiche
			Arnie
			Fascia di mitigazione
			Colture foraggere
			Erbacee spontanee basse
			Vegetazione spontanea
			Arbustive

(Layout generale di impianto su ortofoto, Area Nord-Ovest)



LEGENDA			
	Ingressi di impianto		Alberi
	Recinzione		Cabina MTR con cabina partenza linea
	Palo servizi ausiliari		Magazzino
	Piste e Piazzali		Stringa da 30 moduli
	Viabilità		Stringa da 60 moduli
	Cabina ausiliaria		Fascia di mitigazione
	Power station		Colture foraggere
	Control room		Erbacee spontanee basse
	Zona container accumulo		Vegetazione spontanea
	Cabina MTR con cabina partenza linea		Arbustive
	Magazzino		
	Stringa da 30 moduli		
	Stringa da 60 moduli		
	Struttura mobile		
	Struttura fissa		

(Layout generale di impianto su ortofoto, Area Sud-Est)

IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AREA NORD-OVEST	<ul style="list-style-type: none"> • N. 22.890 moduli fotovoltaici montati su strutture fisse; • N. 6 cabine di campo o power stations: ricevono i cavi provenienti dai moduli FV interconnessi convertendo l'energia elettrica da essi prodotta da corrente continua a corrente alternata tramite inverter ed elevando la tensione da bassa a media; • N. 1 cabina principale di impianto (Main Technical Room – MTR) nella quale sono convogliate tutte le linee di media tensione provenienti dalle power stations; • N. 1 Control room che ospita un locale a ufficio e i servizi igienici per il personale e un locale separato a magazzino; • N. 1 magazzino per l'attività agricola; • N. 2 cisterne per irrigazione; • Viabilità interna di servizio; • Recinzione e sistemi di illuminazione di emergenza e di sorveglianza.
IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AREA SUD-EST	<ul style="list-style-type: none"> • N. 51.930 moduli fotovoltaici montati su strutture ad inseguimento solare monoassiale (trackers); • N. 13.230 moduli fotovoltaici montati su strutture fisse; • N. 16 cabine di campo o power stations: ricevono i cavi provenienti dai moduli FV interconnessi convertendo l'energia elettrica da essi prodotta da corrente continua a corrente alternata tramite inverter ed elevando la tensione da bassa a media; • N. 1 cabina principale di impianto (Main Technical room – MTR) nella quale sono convogliate tutte le linee di media tensione provenienti dalle power stations; • N. 1 control room che ospita un locale a ufficio e i servizi igienici per il personale e un locale separato a magazzino; • N. 48 "container energia" con le batterie di accumulo, serviti da 6 <i>power station</i> dotate di 2 inverter ciascuna; • N. 2 magazzini per l'attività agricola; • Viabilità interna di servizio; • Recinzione e sistemi di illuminazione di emergenza e di sorveglianza.
OPERE DI CONNESSIONE	<ul style="list-style-type: none"> • Una linea interrata in media tensione (30 kV) per la connessione dell'impianto nell'Area NO alla rete elettrica nazionale, della lunghezza di circa 6,1 km giacente lungo viabilità esistente; • Una linea interrata in media tensione (30 kV) per la connessione dell'impianto nell'Area SE alla rete elettrica nazionale, della lunghezza di circa 3,9 km giacente lungo viabilità esistente; • Un punto di connessione alla RTN comune alle due aree di produzione fotovoltaica, ricadente in territorio di Buseto Palizzolo.

2. CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ

2.1 Software utilizzato

Il calcolo della producibilità dell'impianto agrivoltaico è stato effettuato attraverso l'utilizzo del software di simulazione PVSyst versione 7.2.16.

Il software PVSyst consente di condurre simulazioni preliminari attraverso una procedura semplice e veloce; le simulazioni vengono effettuate tenendo conto del corretto comportamento dell'impianto fotovoltaico e di tutte le relative apparecchiature.

Il software esegue calcoli dinamici considerando i seguenti parametri principali:

- Dati climatici (irraggiamento e temperatura);
- Caratteristiche di installazione (inclinazione, orientamento dei moduli, configurazione delle stringhe);
- Caratteristiche elettriche (moduli e inverter);
- Perdite di sistema (perdite di suolo, perdite ohmiche, ecc.)

L'algoritmo del modello stima l'irradiazione globale (diretta, diffusa e riflessa), in assenza ed in presenza di fenomeni meteorologici reali (pioggia, nebbia, nuvole, ecc.), su superficie orizzontali o inclinate.

Per la valutazione della producibilità dell'impianto fotovoltaico bisogna, inoltre, sottolineare che tale dato è soggetto a perdite, che è necessario considerare per la stima della produzione complessiva.

Tra le perdite possono essere considerate:

- Perdite per riflessione, generate dalla quota parte di radiazione luminosa riflessa del modulo;
- Perdite per irraggiamento, dovute alle ore di inattività dell'inverter che si originano per irraggiamento troppo basso sul piano dei moduli (per esempio durante le prime ore del mattino);
- Perdite per ombreggiamento, prodotte sia da ostacoli esterni (vegetazione e/o costruzioni), sia dalle file di moduli del campo;
- Perdite per sporcamento, dovute a eventuale deposito di pulviscolo o calcare sulle superficie dei moduli;
- Perdite per temperatura, legate alla diversa performance che hanno i moduli in relazione ai vari regimi di temperatura di funzionamento;
- Perdite di potenza per *mismatching*, causate dal collegamento in serie di moduli di natura non uniforme in termini di prestazione elettrica;

- Perdite ohmiche di cablaggio, legate alle sezioni e alla lunghezza dei cavi elettrici e al loro cablaggio;
- Perdite sul sistema di conversione, legate all'efficienza degli inverter e alle perdite del trasformatore.

Il calcolo della producibilità dell'impianto, suddiviso in 11 campi, è stato effettuato partendo dai dati climatici di irraggiamento e temperatura ambientale forniti dal database PVGIS.

2.2 Producibilità del sistema

Stabilita la disponibilità della fonte solare, e determinate le perdite a cui è soggetto il sistema, partendo dalle caratteristiche del sistema di progetto e dell'area di impianto, è stato effettuato il calcolo della producibilità del sistema, attraverso il software di calcolo PVSyst. La produzione dell'impianto fotovoltaico per la parte tracker in progetto risulta pari a 67,33 GWh/anno. Tenuto conto delle perdite a cui è soggetto l'impianto in progetto, è stato stimato un indice di rendimento (Performance Ratio RR) pari a 86.43%.

Si riportano di seguito i sommari riassuntivi di progetto, del sistema e dei risultati ottenuti.

Progetto di un impianto agro-fotovoltaico per una potenza nominale di 58,113 MW (45 MW in immissione) integrato da sistema di accumulo da 36 MW e relative opere di connessione da realizzarsi nei comuni di Buseto Palizzolo ed Erice (TP)

Sommario del progetto

Luogo geografico Buseto Palizzolo Italia	Ubicazione Latitudine 38.01 °N Longitudine 12.71 °E Altitudine 266 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Buseto Palizzolo PVGIS api TMY		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Orientamento Piano a inseguimento, asse inclinato Incl. asse media 3.3 ° Azim. asse med. 0.0 °	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking) Algoritmo dell'inseguimento Calcolo astronomico Backtracking attivato	Ombre vicine Ombre lineari
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 51930 unità Pnom totale 34.27 MWc	Inverter Numero di unità 25 unità Pnom totale 33.80 MWac Rapporto Pnom 1.014	
Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)		

Sommario dei risultati

Energia prodotta	67.33 GWh/anno	Prod. Specif.	1964 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR	86.43 %
------------------	----------------	---------------	-------------------	----------------------	---------

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	10
Risultati principali	11
Diagramma perdite	12
Grafici speciali	13

3. ALLEGATO: PVSyst - Rapporto di simulazione

Si allega il report di calcolo completo.