

Regione: Sicilia
Provincia: Palermo
Comune: Monreale
Località: Trenta-Ravanusa

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MONREALE-C.DA TRENTA" DELLA POTENZA DI 40 MW IN IMMISSIONE PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo: AGRFV-PA-REL000A0
Relazione Illustrativa Generale

Allegato: | Progettazione:

A.1

Visti / Firme / Timbri:



Ing. Maurizio Moscoloni

Note:

Data	Rev.	Descrizione revisioni	Elaborato da:	Controllato da:	Approvato da:
11.04.2023	0	PRIMA EMISSIONE	Ing. M. Moscoloni	Ing. M. Moscoloni	FLEGONE srl
===== REVISIONI =====					



FLEGONE srl

FLEGONE srl
Via Monte Napoleone, 8
20121 MILANO MI
flegonesrl@pec.it

INDICE

1. Premessa	2
2. Inquadramento Normativo	3
3. Iter Autorizzativo	5
4. Il Sito di Impianto	6
4.1 Localizzazione.....	6
4.2 Caratteristiche.....	6
4.3 Cartografia di riferimento	7
5. L'impianto	10
5.1 Descrizione generale dell'impianto.....	10
5.2 Valutazione Tecnica della Componentistica d'impianto	12
5.2.1 <i>Produzione di Energia e Principio di Funzionamento</i>	12
5.3 Conversione e Trasformazione di Energia (BT/MT).....	15
5.3.1 <i>Cabine di Trasformazione di Energia (BT/AT)</i>	17
5.3.2 <i>Campi e Cabina di Raccolta</i>	19
5.4 Layout del sistema di Frame	21
5.5 Cavidotti.....	23
5.6 Sistema di Terra	24
5.7 Sistema SCADA.....	24
5.8 Sistema di monitoraggio ambientale	26
5.8.1 <i>Stazione meteo</i>	26
5.8.2 <i>Piranometro</i>	26
5.9 Impianto di Sicurezza e recinzione impianto.....	27
5.11 Viabilità interna di servizio e piazzali.....	29
5.12 Impianto di illuminazione.....	29
6. Dimensionamento del sistema e producibilità impianto	30
7. Opere di regimentazione idraulica.....	33
8. Caratteristiche e requisiti dell'impianto Agrivoltaico - Opere di mitigazione e rinaturalizzazione....	36
8.1 Rispondenza del progetto alle linee guida del MITE sugli impianti agrivoltaici.....	37
8.2 Opere di mitigazione arborea	38
8.3 Rinaturalizzazione impluvi.....	40
8.4 Opere di compensazione – Aree agricole extra parco FV	40
9. Connessione alla RTN.....	42
10. Sintesi Attività di Cantiere.....	43
11. Gestione impianto	43
12. Fasi e tempi di realizzazione - Diagramma di Gantt	44
13. Produzione di rifiuti	45
13.1 Terre e rocce da scavo	46
14. Analisi dei vincoli.....	47

1. Premessa

La società Flegone s.r.l., in ottemperanza a quanto previsto dell'art. 27-bis del D.Lgs. 152 del 2006, intende attivare la procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale Nazionale ed all'Autorizzazione Unica Regionale per la realizzazione e l'esercizio di un impianto Agrovoltaiico della potenza nominale quantificabile in 41 MWp, e potenza di immissione di 40,00 MW, la cui ubicazione ricade nel Comune di Monreale nella provincia di Palermo, nelle località "Contrada Trenta e Contrada Ravanusa".

La presente relazione si pone lo scopo di illustrare, oltre alle dovute premesse, che comprendono il quadro normativo e l'iter autorizzativo entro il quale l'intera azione si è mossa, le soluzioni tecniche adottate e le relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione per la stesura del "Progetto Definitivo."

L'impianto, nel suo complesso, sarà caratterizzato dai seguenti parametri:

- Potenza al fine dell'immissione in rete: 40 MW;
- Potenza nominale del generatore: 40.824,00 kWp;

L'impianto sarà costituito da cinque campi fotovoltaici, ubicate su due aree denominate "A" e "B". All'interno dei vari campi verranno installate delle cabine verso cui confluiranno le linee in CA provenienti dagli inverter. All'interno delle stesse verranno installati i trasformatori BT/AT con potenza nominale pari a 1,25 MVA e 3,5 MVA, in funzione delle caratteristiche del generatore, i trasformatori di servizio ed i quadri elettrici BT ed AT.

Le linee provenienti dalle cabine installate nei 5 campi confluiranno verso la cabina generale del parco fotovoltaico posizionata ad ovest al margine del confine stradale.

Tale cabina verrà collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Partanna", di cui al Piano di Sviluppo Terna, attraverso un elettrodotto interrato AT della lunghezza di circa 9 Km.

La connessione verrà realizzata secondo la STMG comunicata da Terna S.p.A con il preventivo cod pratica **202200551**, del 11/07/2022.

Il progetto ben si sintetizza con il clima di green wave promosso ormai a più livelli da enti nazionali e sovranazionali. A livello mondiale, la promozione dell'energia sostenibile è il settimo punto fondamentale dei *Sustainable Developements Goals* portati avanti dall'ONU che si prefiggono il raggiungimento di determinati obiettivi entro il 2030, deadline poi adottata anche dall'Unione Europea, con il pacchetto di provvedimenti denominato *winter package*, e, di rimando, dal Governo italiano all'interno del SEN 2017.



Figura 1 Sustainable Developements Goals

In particolare, l'intervento si sviluppa all'interno del quadro delimitato dall'art.12 del D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003, il quale delinea le direttive per la promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. Il progetto si inserisce, inoltre, nello spirito di promozione delle FER elettriche, le quali, a livello regionale subiranno un notevole incremento come delineato nel PEARS 2030, che prevede un innalzamento della quota di FER elettriche dal 29.63% al 69.58% e, in particolare, il potenziamento dell'energia prodotta da impianti fotovoltaici, a vario titolo, a 5.95 TW di produzione.

In questo spirito, alimentato anche dall'adesione al protocollo di Kyoto del 1997 e dal Libro Bianco italiano prodotto dalla Conferenza Nazionale Energia e Ambiente del 1998, con la presente relazione si intende quindi presentare il progetto definitivo di un impianto fotovoltaico da realizzarsi nel territorio della Regione Siciliana, rientrante nella categoria definita dal D.Lgs 152/2006, All. IV alla parte Seconda, comma 2 lettera b) come " *impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1 MW*".

Il presente elaborato ha lo scopo di fornire una panoramica generale completa del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico in oggetto, utile per il rilascio, da parte delle Autorità competenti, delle autorizzazioni e concessioni necessarie alla sua realizzazione.

Il progetto, pertanto, è composto da tre gruppi di elaborati:

- Elaborati tecnico-amministrativi;
- Elaborati grafici;
- Elaborati economico-amministrativi.

2. Inquadramento Normativo

Il quadro legislativo entro cui si è svolta l'intera attività di progetto è descritto nel seguito, si fa particolare riferimento allo Studio di Impatto Ambientale, alla connessione con la Rete di Trasmissione Nazionale, alle Opere Civili e alla Sicurezza.

Lo **Studio di Impatto Ambientale** è stato redatto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/2006 aggiornato al D.Lgs. 104/2017.

Per la normativa concernente le disposizioni in materia di **Rumore** si è fatto riferimento a:

- L. 447/95 *Legge Quadro* e successivi decreti attuativi.
- Dpcm 14/11/1997 sulla *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*.
- Dpcm 1/3/1991 su *Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*.

Riguardo **la promozione e la definizione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili**, ci si è tenuti entro i limiti tracciati da:

- D.Lgs. 387/2007
- D.Lgs. 28//2011

Riguardo alla connessione con la Rete di Trasferimento Nazionale e le relative opere atte a garantirne la connessione con l'impianto, si fa riferimento a:

- **Regio Decreto 11 dicembre 1933**, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- **D.P.R. 18 marzo 1965**, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- **Legge 28 giugno 1986**, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- **D.Lgs 31 marzo 1998**, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- **Norma CEI 211-4/1996** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- **Norma CEI 211-6/2001** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo"
- **Norma CEI 11-17/2006** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- **CEI 0-2** Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
- **CEI 11-1** Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- **CEI 11-17** Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- **CEI 11-20** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria
- **CEI 13-4** Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica
- **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 20-40** Guida per l'uso di cavi in bassa tensione
- **CEI 20-67** Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV
- **CEI 22-2** Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- **CEI 23-46** Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati
- **CEI 23-51** Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- **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 64-12** Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- **CEI 81-1** Protezione delle strutture contro i fulmini
- **CEI 82-1** Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- **CEI 82-2** Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per celle solari di riferimento

- **CEI 82-3** Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- **CEI 82-4** Protezione contro la sovratensione dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia - Guida
- **CEI 82-8** Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- **CEI 82-9** Sistemi fotovoltaici – Caratteristica dell'interfaccia di raccordo alla rete
- **CEI 82-15** Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- **CEI 82-16** Schiere di moduli fotovoltaici in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- **CEI 82-17** Sistemi fotovoltaici di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- **CEI 82-22** Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
- **CEI 82-25** Guida per la realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
- **DM 29/05/2008** "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- **Legge 22 febbraio 2001**, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.

La realizzazione delle **Opere Civili** è a norma di:

- **Legge 5 novembre 1971**, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- **Legge 2 febbraio 1974**, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- **D.M. 17.01.2018** "Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni".

La **Sicurezza** è stata trattata secondo:

- **D.Lgs. 9 aprile 2008** "Testo unico sulla sicurezza"

3. Iter Autorizzativo

La procedura attraverso la quale si ottiene l'autorizzazione alla messa in opera di un impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile, e nel caso particolare in esame da impianti fotovoltaici, è regolata dall'art.12 del D.Lgs n. 387 del 29/12/2003 Attuazione della Direttiva n. 2011/77/CE relativa alla promozione di energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Su tale procedura autorizzativa, si innesta il procedimento relativo al rilascio della V.I.A (Valutazione d'impatto Ambientale) disciplinato dal D.Lgs. 03 aprile 2006, n.152 e ss.mm.ii..

4. Il Sito di Impianto

4.1 Localizzazione

L'area di sedime su cui sorgerà l'impianto ricade all'interno del territorio comunale di Monreale, in provincia di Palermo, a circa 3,5 Km in direzione Sud dal centro Ruderì di Poggio Reale, a circa 11Km in direzione Nord-Est dal Centro abitato di Camporeale, a circa 10,8 Km in direzione Est dal centro abitato di Roccamena ed a 14 Km in direzione Ovest dal centro abitato di Gibellina, in una zona occupata da terreni agricoli e distante da agglomerati residenziali. Le opere di connessione tra le quali la SSE da 220 kV/30 kV ricadono anch'esse in territorio di Monreale (PA).

Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, e rurale che si collega alla viabilità statale costituita dalla A29 Palermo – Mazzara del Vallo, la SS 119, la SS 624 e dalla viabilità provinciale costituita dalla SP 20, SP 9, SP 47 bis, SP Gibellina Camporeale e dalla Strada Vicinale Ravanusa.

Nella cartografia del Catasto Terreni l'area di impianto è ricompresa nei Fogli nn° 184, 186, del Comune di Monreale. Le particelle interessate risultano le seguenti:

A) Comune di Monreale (PA):

- Foglio n° 184, Particelle nn°16, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 102, 103, 115 e 127;
- Foglio n° 186, Particelle nn°101, 121, 127, 128 e 228(ex 31);

4.2 Caratteristiche

Il terreno è caratterizzato da una conformazione variabile e si presenta:

- con un andamento collinare e pendenza verso nord e disposto longitudinalmente a Nord-Sud, condizione, quest'ultima, che garantisce la massima esposizione solare durante tutto l'arco della giornata;
- accessibile dalla viabilità locale, e rurale che si collega con la viabilità statale costituita dalla A99 Palermo – Mazzara del Vallo la SS 119, la SS624 e dalla viabilità provinciale costituita dalla SP 20, SP 9, SP 47 bis, SP Gibellina Camporeale dalla Strada Vicinale Ravanusa
- privo di vincoli ed ostacoli che possano compromettere l'insolazione del campo fotovoltaico.

Esaminando la documentazione relativa alle aree interessate dal progetto, si evince che il sito:

- risulta classificato, in base piani e regolamento urbanistico del Comune di Monreale, come *area Verde agricolo*.

In merito a tutti gli aspetti riguardanti la geologia, l'idrologia e la sismica si rimanda allo specifico elaborato "*Relazione geologico-tecnica*", di cui si riporta nel seguito una sintesi.

L'area oggetto di studio ricade nella porzione centro-orientale della Sicilia, precisamente si estende, tra il Fiume Dittaino a NORD e il fiume Gornalunga a SUD, tra Valguarnera Caropepe ad OVEST e Libertinia ad EST, e ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Simeto.

Dal punto di vista *morfologico*, l'area in studio si sviluppa tra quota 190 m s.l.m. e quota 235 m s.l.m., è caratterizzata da un paesaggio collinare definito da una notevole varietà di forme

fondamentalmente legate alle differenti litologie affioranti, con versanti poco acclivi ed estesi, interrotti da dorsali montagnose in corrispondenza di termini litologici a comportamento pseudo-lapideo.

Dal punto di vista *idrografico* la vasta area in esame è caratterizzata dal corso d'acqua principale costituito dal Fiume Belice, che si sviluppa prevalentemente in direzione S-E del sito in studio, caratterizzato da andamento meandriforme, indice della maturità evolutiva. Il reticolo idrografico appare ben gerarchizzato.

Gli originari contatti fra i vari complessi idrogeologici sono mascherati dall'estesa copertura quaternaria. I litotipi affioranti nell'area in studio possiedono una permeabilità per porosità con un grado variabile da medio a basso.

Schematizzando, la presenza del substrato impermeabile rappresentato dai terreni pelitico-argillosi crea le condizioni per l'instaurarsi di piccole falde freatiche superficiali a contatto fra le argille e i depositi di copertura oppure di falde di piccola entità dette effimere o falde sospese in corrispondenza dei livelli sabbioso-arenitici o di quelli conglomeratici.

Dal punto di vista *geotecnico*, il sottosuolo presenta, per come si è desunto dalle prove sismiche MASW, un grado di rigidità medio-basso sotto il profilo delle velocità sismiche è riconducibile mediamente alla **Categoria B e C**.

Da quanto sin qui riportato, e dalla lettura di detta relazione è possibile evincere che, in base alle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime, l'area risulta idonea alla realizzazione di quanto previsto in progetto.

L'introduzione, quindi, dei pannelli fotovoltaici in situ creerà delle modifiche modeste al suolo, al territorio e al paesaggio e non determinerà interazioni con la flora e la fauna suscettibili di svolgere potenzialmente un'azione alterante gli equilibri.

La mancata esistenza di vincoli poi, quali:

- Parchi e riserve
- SIC (Siti di Importanza Comunitaria)
- ZPS (Zone Di Protezione Speciale)

è l'ulteriore dimostrazione che, a livello di biocenosi, l'area interessata mostra scarsità di presenze e quindi l'impianto non rappresenterebbe, visto anche il modello costruttivo, una minaccia per l'ambiente.

Si rimanda alle relazioni *Agronomiche e Floro Faunistiche* per un'analisi approfondita.

4.3 Cartografia di riferimento

Il nuovo impianto fotovoltaico insisterà, così come accennato precedentemente, su dei lotti di terreno ricadenti nel territorio comunale di Monreale nella provincia di Palermo, nelle località "Trenta e Ravanusa".

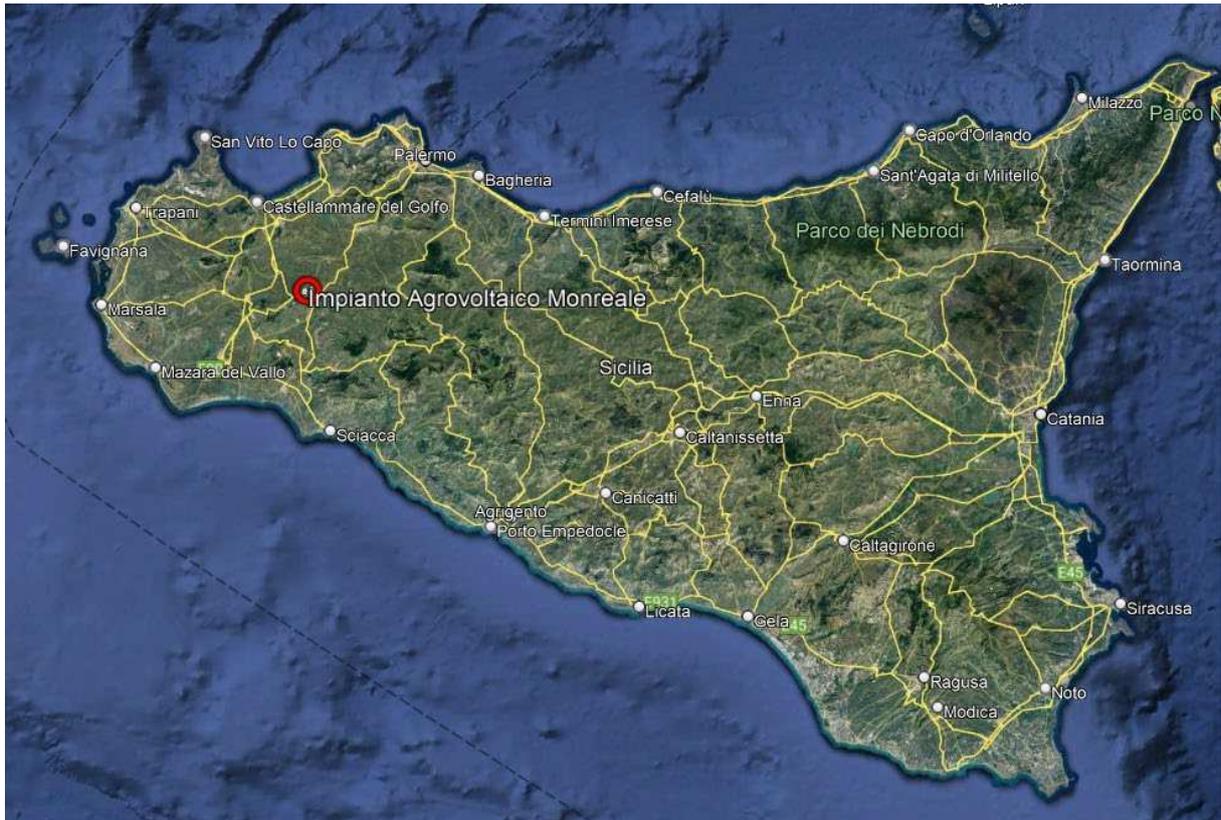


Figura 2 Localizzazione su immagine satellitare

I lotti di terreno occupati dai campi fotovoltaici sono estesi rispettivamente:

- Area A "Trenta" Ha 62,50
- Area B "C.da Ravanusa" Ha 11,16

Si chiarisce che, all'interno delle 2 aree, individuate territorialmente con le lettere A e B, si è previsto di installare 5 campi fotovoltaici che compongono l'intero parco

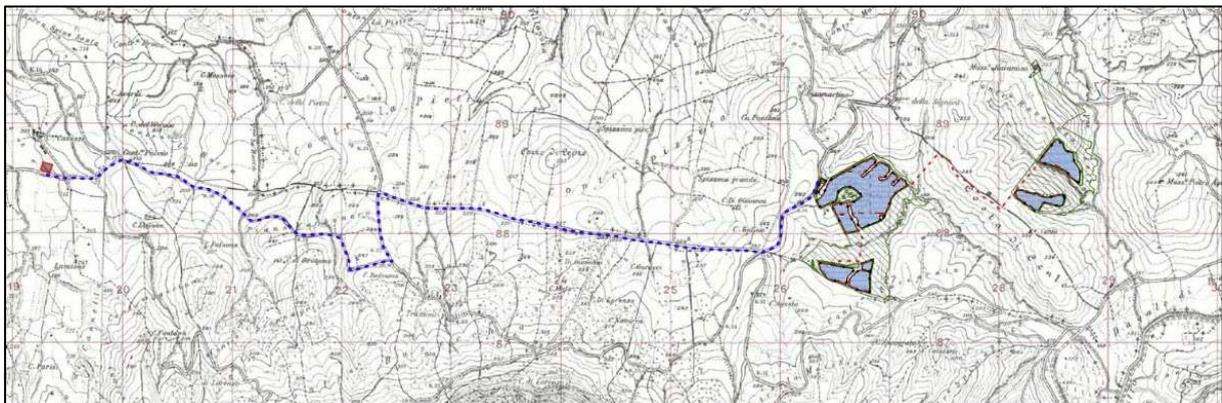


Figura 3 Inquadramento impianto su base IGM 1:25.000



Figura 4 Inquadramento impianto su ortofoto

La cabina principale dell'impianto (stazione elettrica di raccolta a 36kV) sarà posta ad ovest del Campo "B" ai margini del confine stradale. Il collegamento dell'impianto con la SE, una nuova stazione elettrica RTN 36/220 kV da inserire in entra – esce sulla futura linea RTN a 220 kV "Partanna - Partinico, avverrà attraverso un elettrodotto interrato AT della lunghezza di circa 9 Km ed interesserà la viabilità esistente

Nel seguito si riportano l'inquadramenti dell'impianto sulla carta tecnica regionale al 10.000.

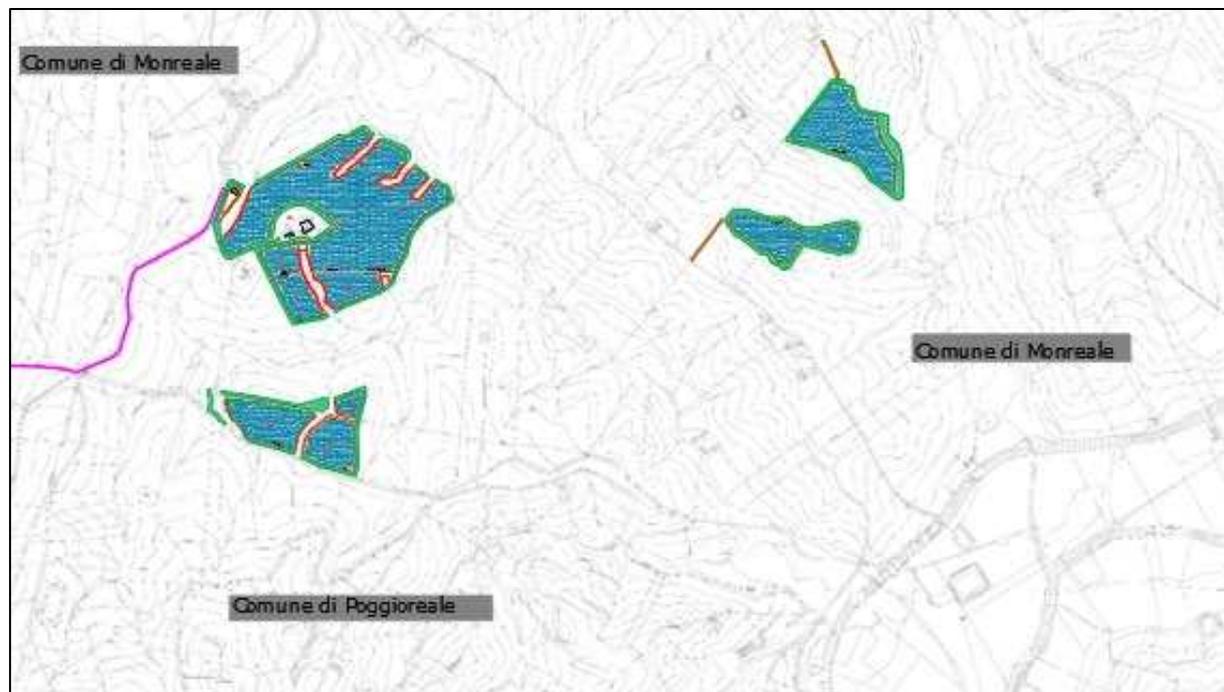


Figura 5 inquadramento impianto su CTR 1:10.000

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto ricadono all'interno delle seguenti cartografie:

- Foglio I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alla seguente codifica "258 IV-SO (MONTE PIETROSO)".
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, foglio nn° 607130, 606160.

Di seguito si riportano le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 dell'impianto fotovoltaico e della sottostazione elettrica:

SISTEMA UTM 33 WGS84 – COORDINATE ASSOLUTE			
Posizione	E	N	H
Impianto Fv - Campo A (baricentro area)	37.565911°	13.030970°	245m
Impianto Fv - Campo B (baricentro area)	37.827420°	13.051404°	233 m
Cabina di raccolta SSEU	37.824982°	13.028131°	246 m
Cabina di Trasformazione 200/36 kV SE RTN	37.826002°	12.950700°	197 m

Tabella 1 Coordinate assolute parco FV e SSE

5. L'impianto

5.1 Descrizione generale dell'impianto

L'impianto nel suo complesso sarà costituito delle seguenti componenti:

- Un collegamento elettrico del parco fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione (RTN) che avverrà tramite uno stallo dedicato presso la SE attraverso una linea in cavo AT a tensione pari a 36 kV dello sviluppo di circa 9 Km. All'arrivo alla SE TERNA verranno effettuate le misure fiscali in AT.
- Una cabina di raccolta all'interno della quale verranno collocati i manufatti contenenti:
 - il trasformatore di servizio completo di protezioni lato AT e lato BT;
 - i quadri elettrici in CA relativi ai servizi ausiliari;
 - il raddrizzatore con relative batterie per l'alimentazione dei servizi ausiliari a 110 Vcc;
 - un gruppo di continuità;
 - un gruppo elettrogeno.

Nella stessa area saranno predisposti anche i locali per l'impianto di supervisione (SCADA), un ambiente da dedicare ad ufficio e dei locali di servizio.

- 5 linee interrate in AT di lunghezza compresa tra circa 280 m e circa 3 km, che metteranno in collegamento la cabina di raccolta con le cabine dei 5 campi, configurabili come delle sottostazioni preposte alla trasformazione della tensione in AT;
- Un parco agrovoltaiico composto da 5 campi (1, 2, 3, 4, 5) con le seguenti componenti principali:
 - n°18 cabina di generazione con un trasformatore della potenza variabile dai 3.200 kW e 1.600 kW, in relazione all'estensione del campo e di conseguenza al numero di moduli installati, contenenti ciascuno :
 - due quadri di parallelo inverter in corrente alternata ai quali confluiranno le uscite CA degli inverter dislocati nel campo;
 - un trasformatore in olio AT/BT di potenza variabile secondo le taglie pari a 3.200 kVA , 1.600 kVA, con doppio avvolgimento secondario;
 - quadri AT a protezione del trasformatore e delle linee in entra-esce.
 - N° 200 inverter trifase , aventi la funzione di convertire l'energia elettrica prodotta dai moduli da corrente continua a corrente alternata. A ciascun inverter, la cui potenza nominale è pari a 200 kW, verranno attestate 18 linee in CC provenienti da altrettante stringhe;
 - 64.780 moduli fotovoltaici del tipo monofacciali di potenza pari a 630 Wp, installati su strutture metalliche fisse di sostegno, raggruppati in stringhe da 18 moduli collegati in serie.

L'impianto è completato da:

- Tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- Opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, telecontrollo.

L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione ecc..).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza potranno essere alimentati da un generatore temporaneo diesel di emergenza e da un sistema di accumulo ad esso connesso (sola predisposizione).

Il generatore fotovoltaico avrà una potenza nominale complessiva pari a 40.811 kWp, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3. L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi formato da n 5campi di potenza complessiva pari a quella nominale dell'impianto, suddivisi poi in generatori di potenza variabile attestati alle rispettive cabine di trasformazione; gli inverter di stringa di ciascun generatore, dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici, verranno attestati a gruppi presso le Cabine di trasformazione.

Nella tabella seguente sono riportati i dati complessivi:

CONFIGURAZIONE IMPIANTO	
N° MODULI	64.780
N° STRINGHE	3.600
N° INVERTER	200
POTENZA DC [MWp]	40,81
POTENZA AC [MW]	40,00

Tabella 2 Dati Riepilogativi d' impianto

Area	Campo	Numero Pannelli	N Moduli per stringa	N Stringhe	Stringhe per Inverter	N Inverter	Tipo Inverter	P DC [kW]	P AC [kVA]
A	1	11664	18	648	18	36	HUAWEI SUN2000-215KTL-H1	7348320	7200
	2	16200	18	900	18	50	HUAWEI SUN2000-215KTL-H1	10206000	10000
	3	11644	18	648	18	36	HUAWEI SUN2000-215KTL-H1	7335720	7200
	4	9720	18	540	18	30	HUAWEI SUN2000-215KTL-H1	6123600	6000
B	5	15.552	18	864	18	48	HUAWEI SUN2000-215KTL-H1	9.797.760	9.600
	Totale	64780		3600		200		40811400	40000

Tabella 3 Configurazione Campi

Si rimanda all'elaborato "B1 Relazione elettrica e calcoli preliminari" per i dettagli tecnici.

5.2 Valutazione Tecnica della Componentistica d'impianto

5.2.1 Produzione di Energia e Principio di Funzionamento

Il presente progetto, come ampiamente anticipato nelle pagine precedenti, mira alla realizzazione e alla messa in esercizio di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 40,81 MWp. Il numero di pannelli necessari è decisamente elevato, in numero di 64780 moduli; pertanto, non è pensabile poterli concentrare in un'unica area. La potenza nominale è quindi raggiunta consentendo alle varie parti dell'impianto di operare sinergicamente al raggiungimento della potenza di targa. La produzione di energia elettrica è quindi affidata al sottosistema base costituente l'impianto, la cella fotovoltaica, la quale, sfruttando appunto l'effetto fotovoltaico, traduzione nei materiali semiconduttori dell'effetto fotoelettrico, produce energia elettrica trasformandola a partire dalla radiazione solare incidente. Sostanzialmente si ottiene dell'energia elettrica dalla differenza di potenziale di un elettrone che passa da una banda di valenza a quella di conduzione a causa dell'assorbimento di un fotone.

Nelle applicazioni in esame, quest'effetto è ottenuto mediante l'eccitazione degli elettroni di un materiale cristallino, in generale silicio, tramite assorbimento della radiazione solare. Si produce quindi una differenza di potenziale che viene sfruttata per produrre corrente, questo effetto è descritto adeguatamente dall'equazione del diodo ideale di Shockley.

$$I = I_S - I_o \left(e^{\frac{qV_o}{\eta kT}} - 1 \right) \frac{V_o}{R_p}$$

Si riporta in *Figura 6* la caratteristica tensione-corrente di una cella fotovoltaica.

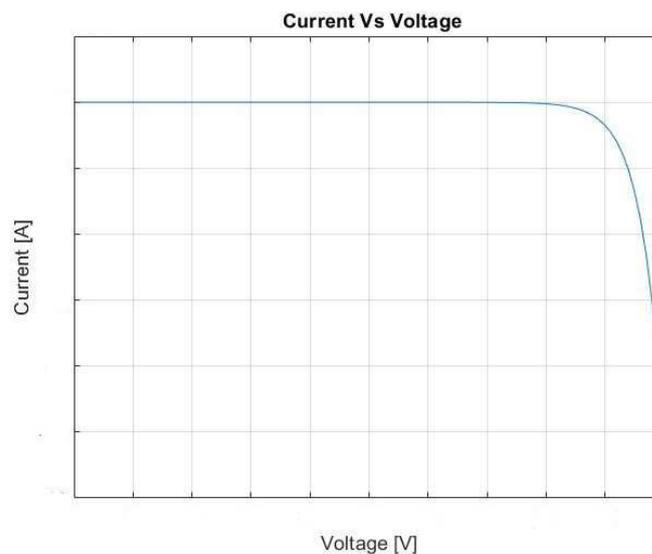


Figura 6 Caratteristica tensione-corrente

Dall'esame della *Figura 6*, si nota immediatamente come esista un valore di tensione che determina un cedimento della corrente e quindi della tensione, questo effetto, noto come tensione di breakdown è determinato da due effetti chiamati *effetto tunnel* e *moltiplicazione a valanga*, la trattazione di questi due argomenti, tuttavia, esula dallo scopo del presente elaborato. Questo effetto però è determinante nella pratica perché determina un grosso limite nell'ottimizzazione della massima potenza estraibile da una cella fotovoltaica, a questo scopo si progettano dei controllori che determinano un'azione tesa alla massimizzazione dell'estrazione di potenza ad opera degli inverter.

Nella figura seguente si descrive per immagini il ciclo della produzione di energia.

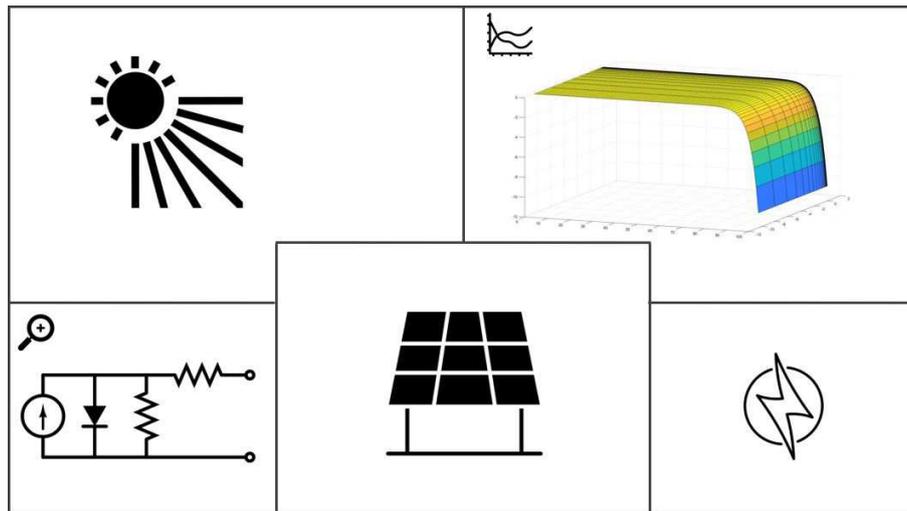


Figura 7 Sintesi della Produzione di Energia

A valle di un'attenta analisi di fattibilità tendente alla massimizzazione e conseguente sintesi di due funzioni di costo definite in: performance di potenza e onere economico, l'output ottenuto è stato quello dell'uso di due tipi di pannelli fotovoltaici monocristallini prodotti JinKo Solar della taglia di 630 Wp mono facciale.

Si precisa che l'indicazione del produttore e del modello sono a puro titolo esemplificativo, in fase di progettazione esecutiva sarà possibile modificare la scelta anche in relazione allo sviluppo tecnologico e alla tipologia presente sul mercato.

Moduli mono facciali

Sinteticamente, il pannello è costituito da moduli in Silicio monocristallino a 156 (2 x 78) celle con una potenza nominale di 615Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 18 con tensione di stringa variabile in funzione della temperatura. Infatti, se consideriamo la dipendenza della tensione della cella dalla temperatura, ovvero:

$$V = V_{ref} + \gamma_V(T - T_{ref})$$

In cui:

- V: tensione di output [V]
- V_{ref} : tensione di riferimento in STC;
- γ_V : coefficiente di temperatura per la tensione [mV/K];
- T: temperatura operativa;
- T_{ref} : temperatura di riferimento in STC.

la tensione di output della cella diminuisce all'aumentare della temperatura.

Dal punto di vista

In Figura 8 sono riportati i disegni di dettaglio del modulo fotovoltaico.

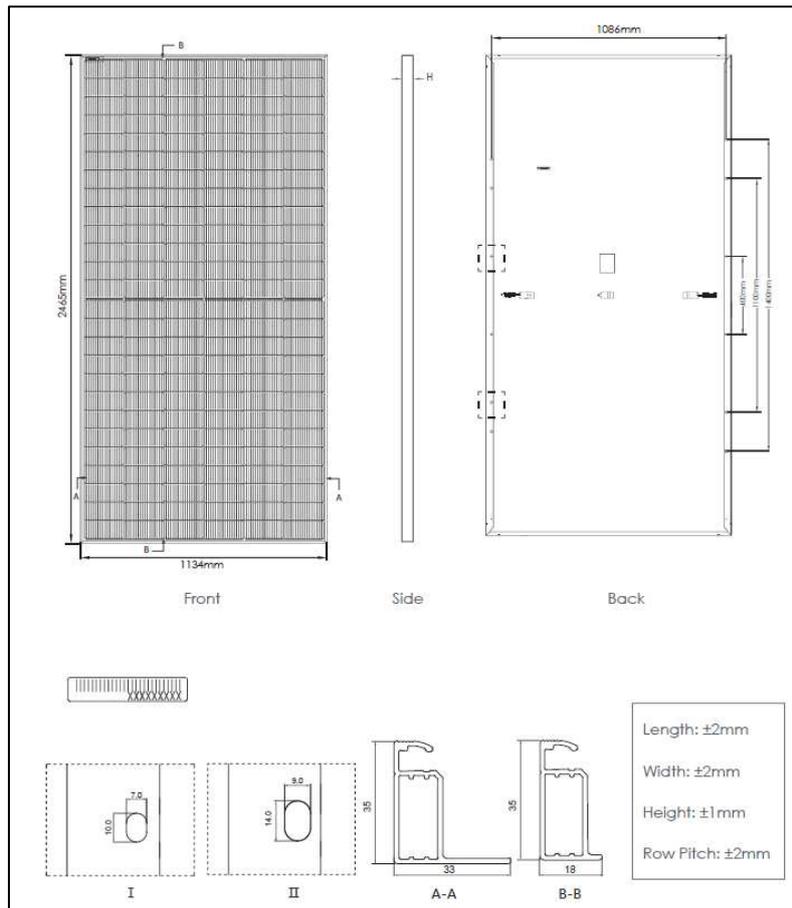


Figura 8 Dettaglio del Pannello Fotovoltaico (Vista frontale, posteriore e dimensioni)
 Parallelamente, si riportano i data sheet forniti dal produttore per il modello scelto e reperibili in [1].

Module Type	Jinko SOLAR JKM630N-78HL4	
	STC	NOCT
Maximum Power [Wp] (P_{max})	630	674
Maximum Power Voltage [V]	46,20	42,72
Maximum Power Current [A]	13,69	11,09
Open-Circuit Voltage [V] (V_{oc})	55,85	53,05
Short-Circuit Current [A] (I_{sc})	14,39	11,62
Module Efficiency STC [%]	22,54	
Operating Temperature [°C]	[-40; +85]	
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)	
Maximum Series Fuse Rating [A]	25A	
Power Tolerance [%]	[0; 3]	
Temperature Coefficient of P_{max}	-0.29 %/C	
Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.25 %/C	
Temperature Coefficient of I_{sc}	0.045 %/C	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C	

Tabella 4 Data Sheet Pannello – 1

Mechanical Characteristics	
Cell Type	Monocrystalline
No. of cells	156 (2x78)
Dimensions	2465x1134x35mm
Weight	30,6 kg
Front Glass	3,2 mm, Anti-Reflection Coating
Frame	35 mm Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	Ip68 Rated
Output Cables	TUV 1x 4.0 mm ² (+)400; (-)200 mm or customized length

I pannelli utilizzati saranno a basso indice di riflettanza al fine di minimizzare il fenomeno dell'abbagliamento. nello specifico secondo quanto dichiarato dalla casa produttrice questo può quantificarsi nel 6 ~6,5%.

Pertanto, può affermarsi che il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne a scapito dell'ambiente circostante è da ritenersi ininfluenza nel computo degli impatti.

In un grande campo fotovoltaico, più moduli solari sono collegati in serie in una stringa per aumentare la tensione fino a livelli adeguati all'inverter. Più stringhe di moduli solari vengono quindi combinate insieme in parallelo per moltiplicare le correnti di uscita delle stringhe a livelli più alti per l'ingresso nell'inverter.

5.3 Conversione e Trasformazione di Energia (BT/MT)

L'inverter ha la funzione di convertire l'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA).

Avendo adottato una configurazione ad inverter distribuiti, il parco fotovoltaico sarà caratterizzato dalla presenza di 200 inverter opportunamente posizionati al fine di contenere la lunghezza dei collegamenti in CC (cavi di stringa).

L'inverter selezionato, denominato SUN2000-215KTL-H0 è prodotto da HUAWEI; ed ha le seguenti caratteristiche.



Figura 9: Immagine dell'inverter Sun 2000-215KTL-H1

Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Tabella 5 Data Sheet Inverter

5.3.1 Cabine di Trasformazione di Energia (BT/AT)

La produzione di energia a valle di un pannello fotovoltaico si presenta come corrente continua (DC) e a bassa tensione, diventa quindi necessaria la sua conversione e successiva trasformazione in media tensione (MT) come primo trattamento teso al raggiungimento di un livello di tensione adeguato all'immissione sulla rete elettrica ad alta tensione (AT).

In sintesi, la conversione e prima trasformazione della corrente a valle del pannello viene effettuata all'interno degli inverter.

Gli inverter, a gruppi di 4, 8 e 12 verranno collegati ai quadri di parallelo CA collocati all'interno delle cabine di Trasformazione.

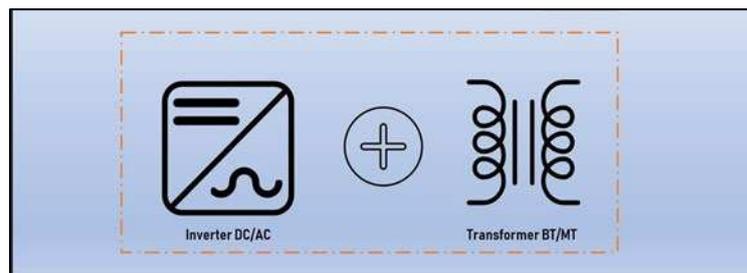


Figura 10 Schema semplificato trasformazione

La cabina di trasformazione, altro non è che un elemento prefabbricato e/o containerizzato atto ad alloggiare principalmente il trasformatore, oltre a chiaramente prevedere la presenza di tutti i sistemi di supporto necessari al corretto funzionamento dell'impianto, come quadri di bassa tensione, di alimentazione, ecc. La componentistica presente all'interno della cabina verrà dettagliatamente discussa nel seguito.

In generale, la corrente proveniente dai moduli fotovoltaici vede quindi l'ingresso nell'inverter, che trasforma la corrente da continua (DC) in alternata (AC) operando sempre in bassa tensione.

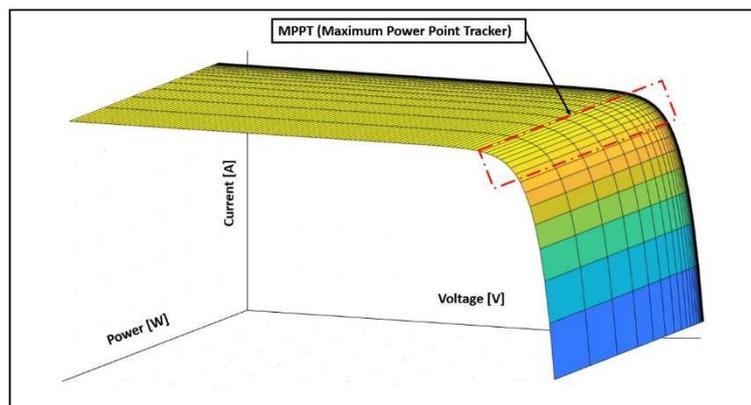


Figura 11 Superficie tensione-corrente

Come si è ampiamente visto in precedenza, la caratteristica tensione-corrente di un modulo fotovoltaico può subire una tensione di breakdown all'aumentare del voltaggio. La isolinea evidenziata in Figura 11 rappresenta il punto di massima potenza estraibile, tuttavia questo punto, o in questo caso particolare questa isolinea, non è costante in condizioni operative ma dipende dalla variazione di radiazione solare incidente. A questo proposito, gli inverter prevedono l'implementazione di un sistema di controllo in posizione (MPPT Maximum Power

Point Tracker) che gli consenta di tracciare e inseguire il punto di massima estrazione di potenza al fine di garantire le migliori performance dell'impianto durante le condizioni operative.

Ottenuta quindi una corrente alternata, la trasformazione di energia a valle degli inverter vedrà quindi l'immissione nel lato d'ingresso del trasformatore a bassa tensione (36 kV/0.80 kV) di potenza variabile in funzione della potenza di trasformazione, alloggiato all'interno di uno shelter metallico con classificazione IP54 e/o una cabina prefabbricata.

Tali cabine avranno la funzione, quindi, di elevare la tensione da 800 V (BT) a 36 kV (AT).

Le cabine di trasformazione avranno potenze nominali variabili e pari a 1,6 MA e 3,2 MVA.

Ciascun campo sarà composto da più generatori, come riportato di seguito e desumibile dalla tabella di riepilogo allegata alla presente relazione; i generatori saranno collegati in alta tensione in configurazione entra-esce, con un massimo di 5 generatori per linea.

- Campo 1: 3 generatori;
- Campo 2: 4 generatori;
- Campo 3: 3 generatori;
- Campo 4: 3 generatori;
- Campo 5: 5 generatori..

Ciascuna cabina di trasformazione, realizzata in c.a.v., sarà allestita con i seguenti componenti:

– Quadri di parallelo CA

Ogni quadro sarà dotato dei dispositivi di manovra e protezione delle linee in CA provenienti dagli inverter; il quadro consentirà il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni alle linee elettriche.

La linea in uscita dal quadro di parallelo, opportunamente protetta, verrà attestata all'avvolgimento secondario del trasformatore AT/BT.

Il quadro di parallelo alimenterà altresì un trasformatore di servizio BT/BT dedicato ai servizi ausiliari di cabina.

– Trasformatore di alta tensione

Il trasformatore sarà dotato di un doppio avvolgimento a secondario. Appositamente ottimizzato per il funzionamento con inverter fotovoltaici, garantisce un collegamento affidabile ed efficiente alla rete a 36 kV. Le caratteristiche costruttive dovranno renderlo resistente alle elevate temperature e alle condizioni meteorologiche avverse. Dovrà inoltre essere affidabile, ecologico ed efficiente

– Quadri AT per configurazione entra-esce

I quadri avranno la funzione di sezionare e proteggere il trasformatore e le linee in alta tensione collegate in entra-esce.

I quadri, dotati di motorizzazione, saranno isolati con gas SF₆, a prova di arco, esenti da manutenzione e adatto a qualsiasi clima.

Ogni cabina sarà dotata di impianto elettrico per l'alimentazione dei servizi ausiliari completo di quadro elettrico, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, di sistema di estrazione aria, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto altro necessario al perfetto funzionamento dell'impianto.

Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza, il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

5.3.2 Campi e Cabina di Raccolta

All'interno di ciascun campo è prevista l'installazione di una o più cabine "SCx" alla quale saranno collegate le relative cabine di trasformazione (generatori), raggruppate in configurazione ad antenna attraverso dei collegamenti entra-esce, come riportato nelle tabelle seguenti.

Area	Campo	Linea	DA	A	L [m]	Ltot [m]	Tipo cavo	Sezioni [mm ²]	Corrente Tratta [A]	Ptot [kVA]	Potenza Campo	
A	1	1	Linea 1	SC1	280,17	1105,58	RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	115,3	7186,8	7200	
			SC1	SC2	816,71		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	76,8	4791,568		
			SC2	SC3	8,7		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	38,4	2395,784		
	2	2	2	Linea 2	SC6	971,56	1049,53	RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	160,1	9982,4	10000
				SC6	SC5	28,49		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	115	7187,351	
				SC5	SC7	24,49		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	77	4791,568	
				SC7	SC4	24,99		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	38	2395,784	
	3	3	3	Linea 3	SC10	803,22	847,20	RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	115,3	7186,8	7200
				SC10	SC09	19,99		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	76,80	4791,2	
				SC09	SC08	23,99		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	38,4	2395,8	
	4	4	4	Linea 4	SC12	2099,64	2389,51	RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	96	5986,8	6000
				SC12	SC13	262,42		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	60,87	3791,2	
SC13				SC11	27,45	RG7H1R 26/45 kV		3x(1x70)	38,4	2395,6		
B	5	5	Linea 5	SC17	3033,74	3804,99	RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	153,6	9578	9.600	
			SC17	SC18	25,62		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	115,2	7183,381		
			SC18	SC14	696,54		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	99,2	6187,441		
			SC14	SC15	26,77		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	60,8	3791,665		
			SC15	SC16	22,32		RG7H1R 26/45 kV	3x(1x70)	22,4	1395,915		
SSE Monreale 3		AT	SE Terna	Cabina di Raccolta	9000,00	9000	RG7H1R 26/45 kV	3x(1x500)	640,3	39924,4	40000	

Tabella 6 Configurazione collegamenti elettrici

Le linee in uscita dai cinque campi convergeranno alla cabina di raccolta presso la cabina di impianto e dunque al quadro di parallelo ai fini del trasporto e della successiva immissione nella RTN.

In base alle configurazioni riportate nelle tabelle citate, alla cabina generale di campo giungeranno cinque linee in alta tensione a 36 kV.

Al fine di sezionare e proteggere opportunamente le linee in ingresso ed in uscita, verranno installate le seguenti apparecchiature elettromeccaniche:

- n. 6 unità AT arrivo/partenza con scaricatore;
- n. 5 unità AT interruttori di protezione;

- n. 1 unità AT celle misure.
- n. 5 unità AT sezionatori;
- n. 1 unità AT TR Ausiliario.

Nell'elenco sopra riportato è incluso l'interruttore in AT per la protezione del trasformatore AT/BT dedicato ai servizi ausiliari.

Ogni cabina di trasformazione sarà dotata di impianto elettrico per l'alimentazione dei servizi ausiliari completo di quadro elettrico, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, di sistema di estrazione aria, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto altro necessario al perfetto funzionamento dell'impianto.

La sezione in CA sarà alimentata mediante un trasformatore AT/BT in resina di potenza paria a 100 kVA.

Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza, il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

L'ingombro massimo delle cabine sarà di circa 16,00 x 2,50 m per il locale quadri AT, e di circa 6,00 x 2,50 per la cabina che ospita il trasformatore di servizio ed il relativo quadro di bassa tensione.

Un edificio **Cabina di raccolta**, destinata ad ospitare i quadri di alta tensione per il collettamento dell'energia proveniente dai campi, il parallelo e la partenza verso la SE del RTN.

La struttura della cabina avrà forma rettangolare con dimensioni planimetriche di 15,00 m x 5,00 m e si svilupperà su un solo livello con altezza massima dal piano di campagna pari a 2,55 m. La struttura portante verticale sarà costituita da muri in c.a. collegati ad una fondazione superficiale, composta da una platea di spessore pari a 50 cm.

La copertura andrà realizzata con solaio in c.a.

L'edificio presenta due aperture sul prospetto principale e una sul prospetto laterale; le griglie sul prospetto posteriore per l'areazione.

L'edificio ospiterà:

- un vano all'interno del quale si trovano le apparecchiature AT ed il quadro di BT;
- un vano Trafo Ausiliari
- Un vano tecnico cui trovano posto predisposta per l'installazione del sistema di telecontrollo SCADA e uffici per l'utenza

Tutte le aperture, ad una o due ante e le griglie di areazione sono in vetroresina, con serratura, grado di protezione IP33 secondo CEI EN 60529, IK10 secondo CEI EN 62262. Conforme a specifica ENEL DS919.

A corredo delle cabine verranno installati:

- Sistema di rilevazione incendi
- Sistema antintrusione
- Illuminazione interna esterna.
- Parte del sistema SCADA+RTU+UPDM (inglobato in sistema unico di stazione interfacciante cabine MT e stazione di conversione AT/MT);
- Quadri servizi ausiliari c.a. e c.c.;
- Raddrizzatore con batterie;

- Quadro contatori.
- Impianti tecnologici
- Condizionamento telecontrollato;
- Antincendio.

All'esterno verrà anche installato un gruppo elettrogeno di potenza pari a 100 kVA che, in caso di guasto del trasformatore AT/BT, consentirà di evitare l'interruzione della produzione.

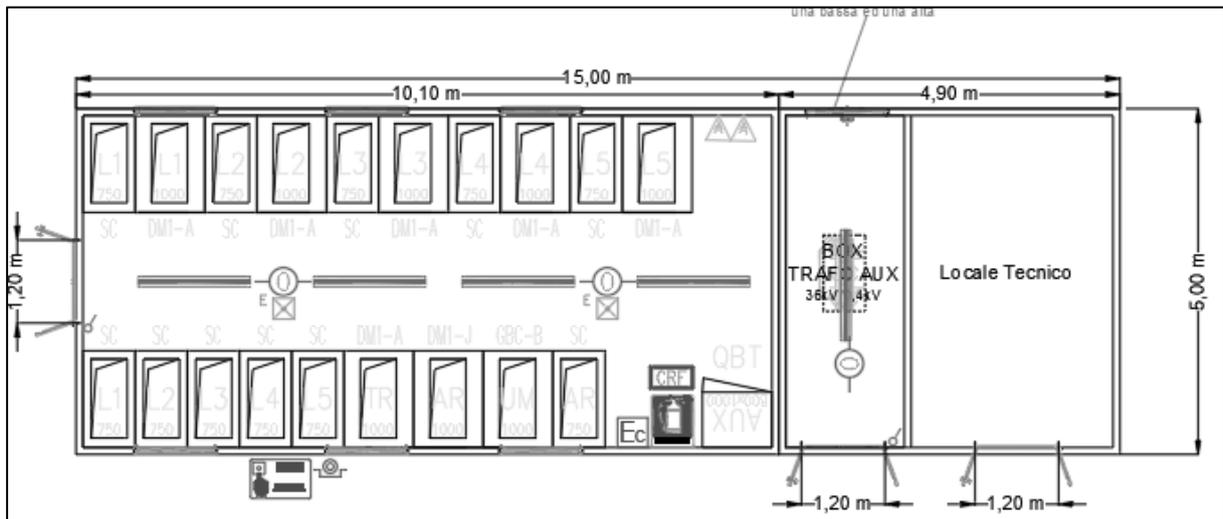


Figura 12 Cabina di Campo - Pianta

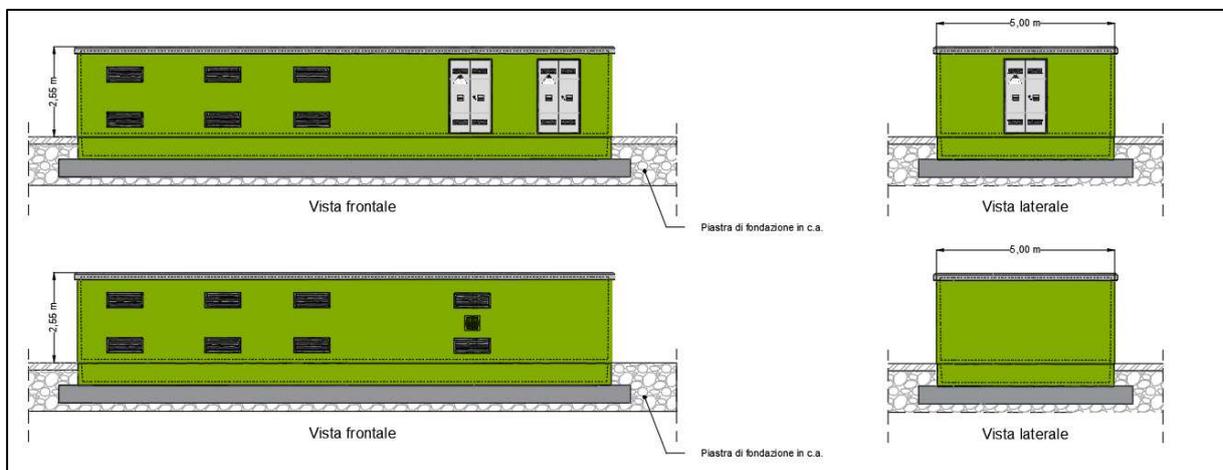


Figura 13 Cabina di campo Prospetti

5.4 Layout del sistema di Frame

In questa sezione verrà proposto il layout del sistema di frame atto a supportare i moduli fotovoltaici.

Le strutture di sostegno, in generale, saranno in acciaio zincato così da garantire una vita utile di gran lunga superiore ai 30 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione. Le stesse saranno ancorate al terreno mediante pali infissi e/o trivellati.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate

in modo tale da garantire l'installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa struttura, al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria. La struttura, del tipo fisso, alloggerà due file distinte di pannelli delle dimensioni di 1,134 x 2,465 m ciascuno, i profili di supporto avranno dimensioni fuori tutto pari a 4,36 x 13,07 m. La spaziatura delle unità di supporto e la relativa altezza del punto inferiore dal terreno sono pari a 3,70 m e a 1,30 m, l'inclinazione rispetto al piano di campagna $30 \pm 2^\circ$. Si riportano nel dettaglio i prospetti laterale e frontale.

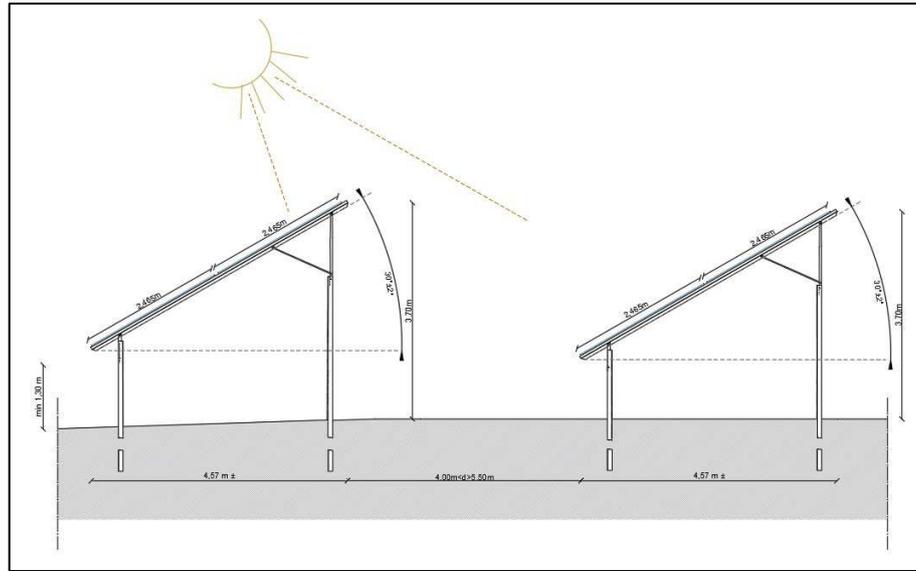


Figura 14 Prospetto laterale frame's layout

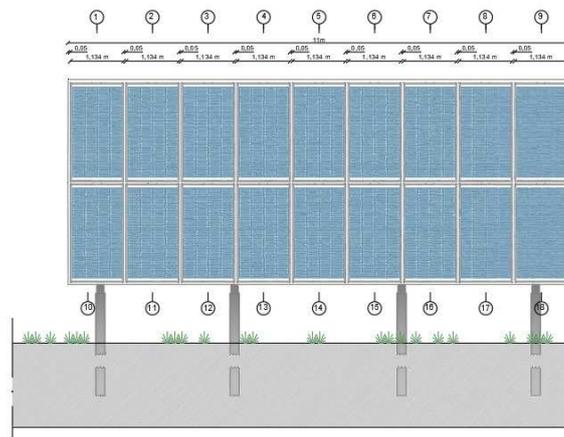


Figura 15a Prospetto frontale frame's layout 1

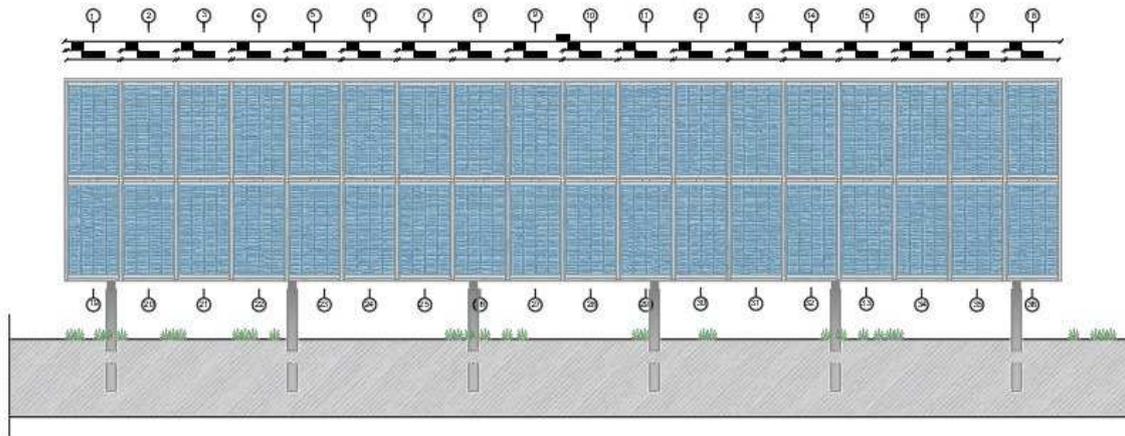


Figura 15b Prospetto frontale frame's layout 2

L'ancoraggio al terreno mediante pali infissi, o eventualmente alloggiati mediante trivellazione, vedrà una profondità congrua atta a garantirne la sicurezza e la stabilità. La profondità di infissione, in ogni caso sarà compresa tra i pilastri di sostegno sono immorsati nel terreno ad una profondità variabile tra i 3,0m e i 5,0m in funzione delle caratteristiche meccaniche e litostratigrafiche dei terreni di fondazione.

5.5 Cavidotti

Il progetto del Parco Fotovoltaico prevede la realizzazione di un sistema di cavidotti necessari per collegare le diverse parti in cui lo stesso è suddiviso.

Dal punto di vista elettrico, come già detto in precedenza, l'impianto è suddiviso in 18 generatori collegati tra loro in entra- in entra-esce. Ciascun linea trasporterà una potenza compresa tra 1,6 MW e 3,2 MW e convergerà alla sezione AT a 36 kV installato all'interno della cabina di campo. In totale la configurazione prevede la realizzazione di cinque linee come meglio descritto nelle Tabella 5.

L'intero sistema di cavi necessari al collegamento intra-impianto verrà realizzato nel sottosuolo ad una profondità, rispetto al piano stradale o di campagna, non inferiore 1,20 m dalla generatrice superiore del cavidotto per quanto riguarda le linee BT e AT.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato CV. 9.

La posa del cavidotto avverrà considerando un letto di sabbia di almeno 10 cm e ricoprendolo con altri 10 cm dello stesso materiale a partire dal bordo superiore. Il successivo riempimento dipenderà dal tratto di strada interessato e in ogni caso seguendo le prescrizioni adottate dagli standard del Distributore. Il materiale da scavo prodotto sarà in pareggio con quanto necessario al rinterramento dei cavidotti, qualora dovesse presentarsi del materiale in eccesso, questo verrà utilizzato per il rimodellamento delle superfici.

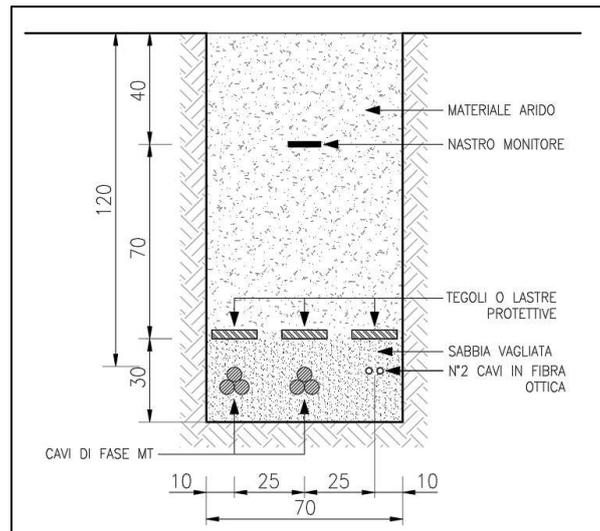


Figura 16 Tipico cavidotto su sterrato

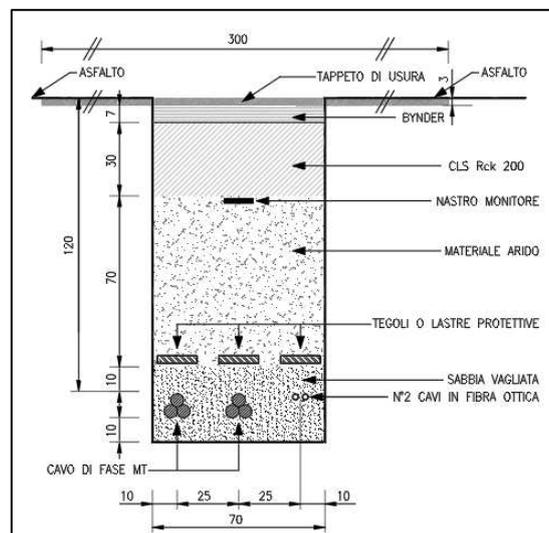


Figura 17 Tipico cavidotto su strada asfaltata

5.6 Sistema di Terra

L'impianto di messa a terra dell'impianto fotovoltaico sarà realizzato mediante la posa di dispersori di terra, del tipo a croce, infissi verticalmente nel terreno, in acciaio zincato di spessore sufficiente ad assicurare la necessaria robustezza meccanica nei confronti delle sollecitazioni conseguenti l'infissione nel terreno. I dispersori saranno fra di loro interconnessi tramite corda in rame nudo di sezione opportuna, posata ad intimo contatto con il terreno, e disposta ad anello attorno al perimetro dei basamenti in calcestruzzo.

5.7 Sistema SCADA

Data la complessità del sistema si configura come imprescindibile l'installazione di un sistema di controllo e di data acquisition che possa monitorare e gestire l'intero impianto.

Il sistema di monitoraggio che si è previsto comprende una serie di funzioni e caratteristiche per garantire un funzionamento affidabile e fornire informazioni precise agli operatori, anche

5.8 Sistema di monitoraggio ambientale

Data la complessità e l'estensione dell'impianto, e al fine di meglio comprendere quelli che sono sia gli Input che gli Output del sistema SCADA, è stata prevista l'installazione in alcuni punti di misura di una serie di parametri ambientali e climatici tali da poter monitorare le condizioni al contorno (Bc's).

Principalmente possiamo suddividere il *monitoring and data acquisition system* in due parti: una che ha in carico il monitoraggio dei parametri da cui dipendono le performance dell'impianto e un'altra più prettamente climatica. Quest'ultima parte, in capo sostanzialmente a un sistema di stazioni di rilevamento meteo, sarà di supporto al sistema più prettamente tecnico che dovrà monitorare l'irraggiamento, la temperatura dei moduli fotovoltaici mediante un sistema di rilevazione dei dati di irraggiamento e un sistema di piranometri.

Naturalmente la parte software di processing dei dati acquisiti è affidata al sistema SCADA che vedrà quindi necessariamente un sistema di collegamento principalmente mediante interfaccia Ethernet e facendo affidamento su protocolli compatibili.

In sintesi, si riportano i servizi ausiliari previsti:

5.8.1 Stazione meteo

Per la stazione meteo è previsto l'installazione delle seguenti apparecchiature

- n°2 stazioni meteorologiche, in posizione baricentrica per ciascun area, composte dai seguenti sensori:
 - Barometro (pressione atmosferica)
 - Termometro (temperatura ambiente)
 - Igrometro (umidità)
 - Pluviometro
 - Anemometro (forza e direzione del vento)

5.8.2 Piranometro

Nel settore dell'energia solare, i piranometri vengono utilizzati per monitorare le prestazioni delle centrali fotovoltaiche (FV).

Confrontando la potenza effettiva prodotta dalla centrale fotovoltaica con la potenza prevista sulla base di un piranometro può determinarsi l'efficienza della centrale fotovoltaica, valutando nel caso di un calo di efficienza le possibili cause e quindi stabilire le attività di intervento e/o manutenzione.

L'uso di un piranometro offre i seguenti vantaggi:

- Il piranometro fornisce una lettura indipendente e accurata della radiazione solare disponibile totale
- I piranometri sono classificati e calibrati secondo gli standard ISO
- Il tempo di risposta del piranometro è più lungo di una cella fotovoltaica
- Il piranometro è indipendente dal tipo di cella fotovoltaica
- Un piranometro può avere un coefficiente di temperatura molto piccolo
- Le celle fotovoltaiche sono specificate in STC (condizioni di prova standard)

- Le celle di riferimento (e i pannelli fotovoltaici) soffrono maggiormente dell'inquinamento rispetto ai piranometri
- I calcoli del rapporto di prestazione o dell'indice di prestazione sono più accurati usando un piranometro.

Sulla base dell'ultimo punto, le stazioni meteorologiche saranno dotate di un sensore piranometrico.

5.9 Impianto di Sicurezza e recinzione impianto

L'impianto di Sicurezza e Antiintrusione è deputato a garantire l'integrità dell'impianto da eventuali atti criminosi. Va da sé che la prima misura atta a preservare l'impianto da eventuali accessi non autorizzati è la rilevazione dei tentativi di accesso dall'esterno mediante l'installazione di un sistema di sicurezza perimetrale e un sistema di videosorveglianza che abbia contezza della situazione lungo il perimetro dell'impianto.

Naturalmente le immagini acquisite, a norma di legge, verranno registrate mediante un sistema di video-recording a circuito chiuso.

Si prevede:

- Una postazione di Videosorveglianza, Videonalisi e Videorecording, dotata di NVR e monitor;
- Accesso da remoto mediante port forwarding da router internet, in questo modo sarà possibile accedere all'intero sistema in qualunque momento.

La definizione delle zone e dei protocolli di sistema verrà effettuata in fase di progettazione esecutiva.

Per quanto riguarda il sistema di antiintrusione perimetrale questo sarà dotato di una centrale dotata di modulo telefonico GSM/GPRS accessibile anche da applicazioni smartphone o da remoto.

- Sensori di contatto installati nei punti di accesso;
- Sensori volumetrici tali da monitorare la viabilità di accesso;
- Sirene di allarme;

Data l'importanza rivestita dalla Cabina di Raccolta si prevede un sistema di sorveglianza dedicato.

Una parte certamente importante al fine dell'antiintrusione è la realizzazione di una recinzione perimetrale adeguata prevedendo anche dei cancelli carrabili necessari al passaggio di mezzi pesanti in fase di cantiere che al passaggio di autovetture.

Il progetto della recinzione perimetrale ha previsto l'impiego di una rete metallica annodata zincata non verniciata a maglia variabile fissata a pali metallici con fondazioni in calcestruzzo.

Si riportano i dettagli nelle figure seguenti.

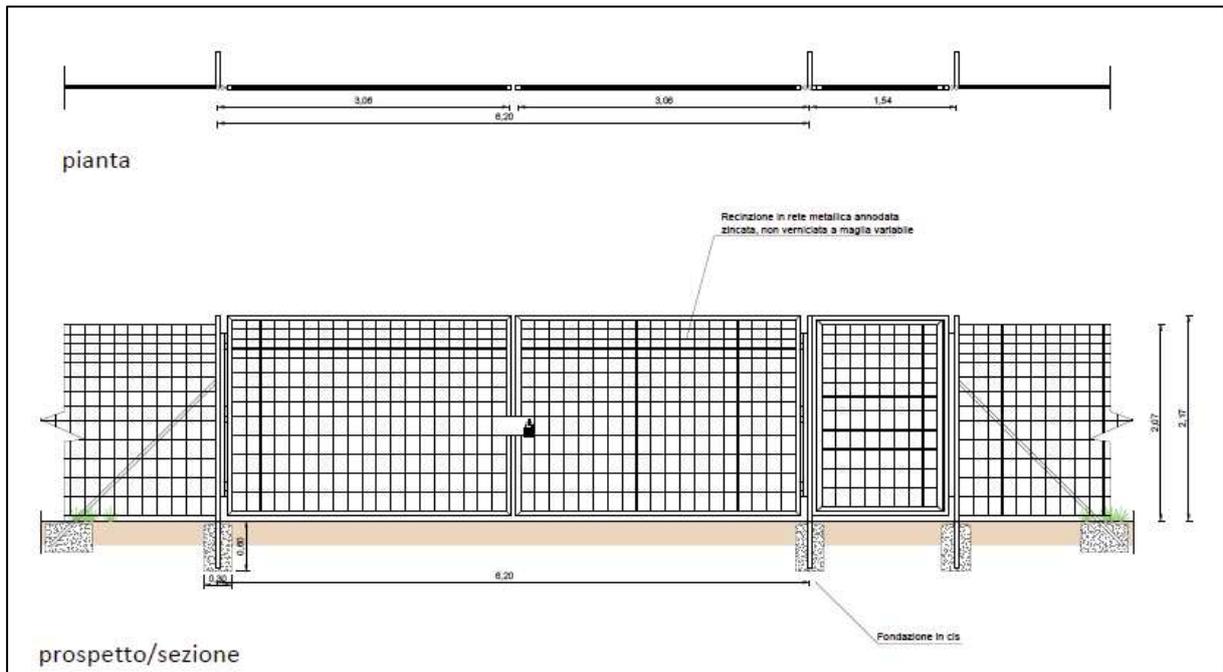


Figura 19 Dettaglio Cancello di ingresso

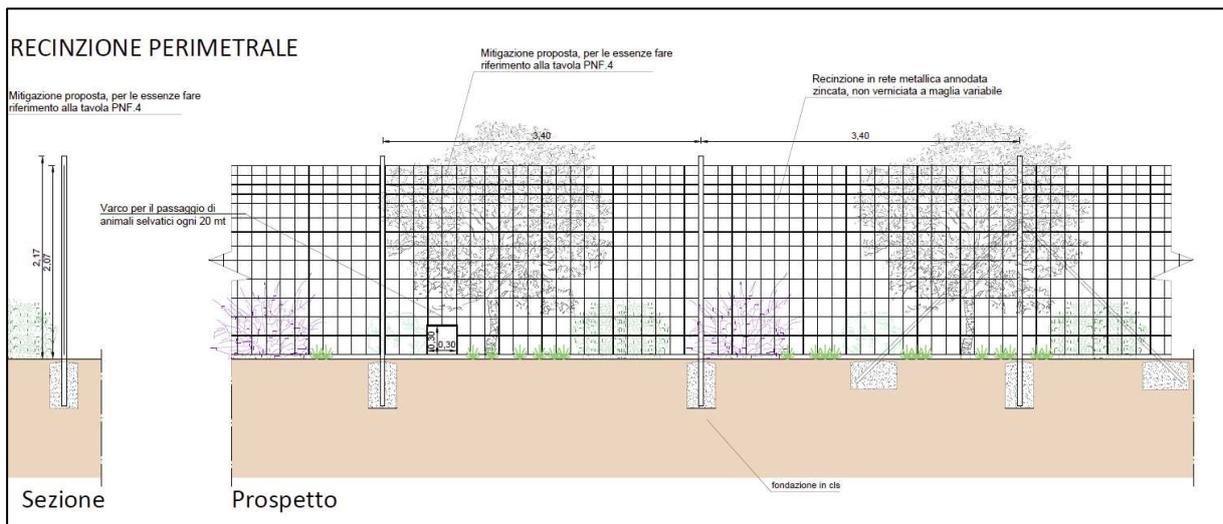


Figura 20 Dettaglio della Recinzione Perimetrale

Nella figura 20, tra l'altro è possibile evincere le presenze di varchi lungo la recinzione delle dimensioni di cm 30 x 30, posti a distanza di 20 mt l'uno d'altro e ripetuti per l'intero perimetro, utili a consentire il passaggio di piccoli animali selvaggi.

Nel seguito si riporta la tabella riepilogativa, distinta per area, con la consistenza lineare della recinzione che si intende installare.

Recinzione perimetrale impianto			
Area	Lunghezza Recinzione [Mt]	Cancelli di Ingresso [N°]	Varchi animali [N°]
A	6.538	5	327
B	2.300	2	115

Tabella 7 Sviluppo recinzione Impianto

5.11 Viabilità interna di servizio e piazzali

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, dalla successiva compattazione e rullatura del sottofondo naturale, dalla fornitura e posa in opera di tessuto non tessuto ed infine dalla fornitura e posa in opera di brecciolino opportunamente costipato per uno spessore di quaranta centimetri, poiché si tratta di arterie viarie dove sovente transitano cavi in cavidotto. I cavidotti saranno differenziati a seconda del percorso e del cavo che accoglieranno.

Si prevede la realizzazione di una strada sterrata per l'ispezione dell'area di impianto lungo tutto il perimetro dell'impianto e lungo gli assi principali e per l'accesso alle piazzole delle cabine.



Figura 21 Sezioni stradali di campo

Il progetto prevede, quindi, un sistema viario interno di servizio della larghezza media di mt. 5,00 che non alteri l'andamento naturale dei pendii. Lo sviluppo della viabilità, distinta per le due aree è sintetizzato nella seguente tabella riepilogativa.

Viabilità di servizio impianto		
Area	Lunghezza [mt]	Superficie [m ²]
A	6.993	34.965
B	2.240	11.200

Tabella 8 Riepilogo dimensionale viabilità di servizio

5.12 Impianto di illuminazione

Il Parco Fotovoltaico sarà fornito da un sistema di illuminazione esterna di due tipi:

- Un'illuminazione perimetrale per i campi
- L'illuminazione esterna per la cabine di impianto e le cabine di trasformazione.

Tali sistemi sono stati progettati al fine di garantire il minimo possibile di energia e inquinamento luminoso utilizzando le moderne tecnologie a LED e prevedendo un sistema di sensori, già presente per l'impianto di sicurezza, che sarà tarato per attivarsi esclusivamente con la presenza di entità significative (per massa e volume). Ciò consentirà all'impianto di non attivarsi per la maggior parte del tempo e non essendo attivato dalla la presenza della fauna locale di piccola taglia (es. volpi, conigli, istrici ecc.).

Nel seguito si riporta una breve descrizione dell'impianto

Illuminazione perimetrale

Sarà realizzato un impianto di illuminazione per la videosorveglianza composto da armature IP65 in doppio isolamento (classe 2) con lampade a LED da 79W posti nelle immediate vicinanze

delle telecamere e quindi sulla sommità del palo. Quindi, la morsettiera a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe 2 e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra.

Nella Tavola CV.10 si riportano le caratteristiche dell'impianto di videosorveglianza e illuminazione.

Illuminazione esterna Cabine di trasformazione e di impianto

L'impianto di illuminazione esterna delle cabine sarà così configurato:

- Tipo lampade: 24 led 1144 Litio - POWERLED;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, con alettature di raffreddamento;
- Numero lampade: 4;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

6. Dimensionamento del sistema e producibilità impianto

Il calcolo della producibilità è stato effettuato utilizzando il software di simulazione PVSYST versione 7.3.3 il cui report di calcolo è allegato all'elaborato E1 "Relazione di Producibilità Impianto".

Il calcolo della tensione di output del pannello, della corrente e della relativa potenza di uscita, si effettua in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m^2 , con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C , secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Le caratteristiche tensione-corrente per ogni modulo vengono considerate, in uscita dallo stesso, secondo l'efficienza del pannello, in condizioni standard, pari al 25 %.

Ogni stringa sarà caratterizzata da una tensione, variabile in funzione delle condizioni di irraggiamento.

La somma delle correnti di ciascuna stringa, collegate in parallelo in corrispondenza dell'inverter, determina il valore della potenza prodotta in quelle determinate condizioni.

Ai fini delle valutazioni di carattere energetico, alla potenza nominale dell'impianto vanno detratte le perdite di potenza presenti nell'impianto ed imputabili a vari fattori quali:

- Perdite per scostamento dalle condizioni STC
- Perdite dovute all'ombreggiamento dovuto alla natura orografica del paesaggio
- Perdite per riflessione
- Perdite per mismatch
- Perdite per caduta di tensione nei tratti in CC ed in CA
- Perdite dovute al rendimento dell'inverter
- Perdite nei trasformatori di tensione
- Perdite per sporcizia
- Perdite per calo di efficienza annuale

– Perdite per guasti impianto

Il dimensionamento della potenza di targa effettuato in STC normate da CEI EN 904/1-2-3 è necessario per poter uniformare la progettazione in relazione al fatto che l'effetto fotovoltaico, traduzione su materiali cristallini dell'effetto fotoelettrico, risente sostanzialmente delle variazioni di temperatura. In ultimo, il calcolo tiene in debita considerazione una stima del degrado del pannello dovuto alla sedimentazione di polveri che concorrono mutualmente al decremento delle prestazioni in ragione non sono di una limitazione della superficie assorbente, ma anche, soprattutto, ad un innalzamento della temperatura.

Parallelamente esistono fattori di incremento dell'efficienza del modulo, come ad esempio l'albedo, ovvero la capacità del terreno di riflettere la radiazione solare, calcolato anch'esso in funzione della stazione meteorologica a cui si fa riferimento e le perdite di sistema.

Al fine di una corretta progettazione del sistema, sono stati rilevati i valori della radiazione solare riferiti al piano orizzontale nel territorio del Comune di Moonreale (Pa).

Il valore della radiazione solare sul piano dei moduli è stato calcolato con il metodo indicato nella norma UNI 8477/1 considerata l'inclinazione dei moduli a 30°

Di seguito si riporta la tabella, estrapolata dal report, con i valori medi dell'insolazione mensile e annuale in loco.

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	70.6	34.82	10.23	109.3	95.7	3400160	3358793	0.753
February	78.1	40.23	8.29	107.0	97.9	3707188	3659919	0.838
March	119.1	58.49	11.55	142.1	132.8	5068066	5007273	0.863
April	175.5	61.05	15.59	190.1	178.8	6648035	6561459	0.846
May	223.5	67.00	17.77	217.9	204.5	7523838	7436391	0.836
June	228.2	64.21	25.16	211.0	197.7	7104807	7008144	0.814
July	251.5	58.93	26.37	237.5	223.3	7967448	7871910	0.812
August	227.5	53.69	25.86	237.3	224.1	8030586	7938429	0.819
September	139.7	55.72	20.28	162.7	152.7	5661096	5588322	0.842
October	122.8	46.32	17.33	168.5	158.0	5905514	5837353	0.848
November	79.4	34.28	14.46	123.0	110.2	3922888	3875437	0.772
December	66.0	31.12	9.53	110.1	93.6	3310003	3269038	0.727
Year	1782.0	605.87	16.92	2016.5	1869.2	68249628	67412469	0.819

Legenda:

- GlobHor Radiazione orizzontale globale
- DiffHor Radiazione orizzontale diffusa
- T_Amb Temperatura ambiente
- GlobInc Radiazione aereo incidente globale
- GlobEff Efficace radiazione globale (considerando IAM e le ombre)
- EArray Efficace energia in uscita sul campo
- E_Grid Energia iniettata nella rete
- PR Rapporto di prestazione

La tabella mostra che l'energia solare raccolta in media dal piano incidente dei moduli fotovoltaici è di 1782,0 kWh/m² anno.

I risultati elaborati quini determinano la producibilità del sistema, restituita come produzione media annua, 67.412,469 MWh/anno. La figura 22, con un diagramma a barre a cadenza mensile, evidenzia la produzione normalizzata [kWh/kWp/day] confrontata alle perdite del sistema.

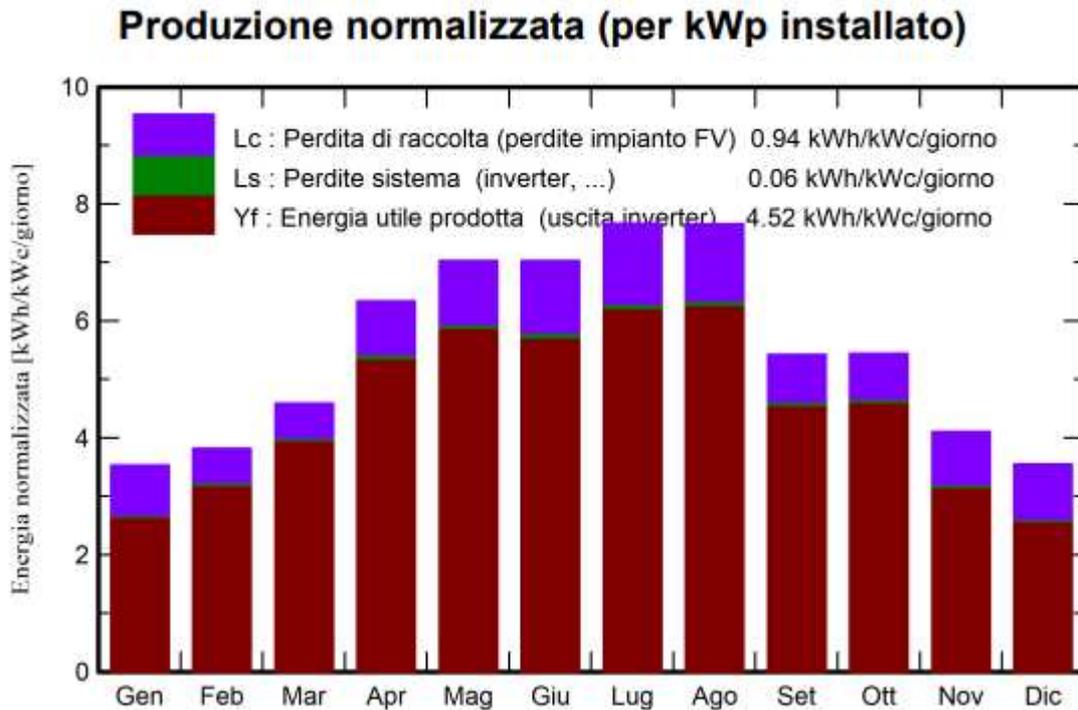


Figura 22 Produzione normalizzata

Si è inoltre, definito l'indice di rendimento dell'impianto fotovoltaico, calcolato come rapporto tra annua e la potenza di picco installata il cui valore è PR = 0.819. Si riporta nel seguito il grafico del rendimento specifico mensile:

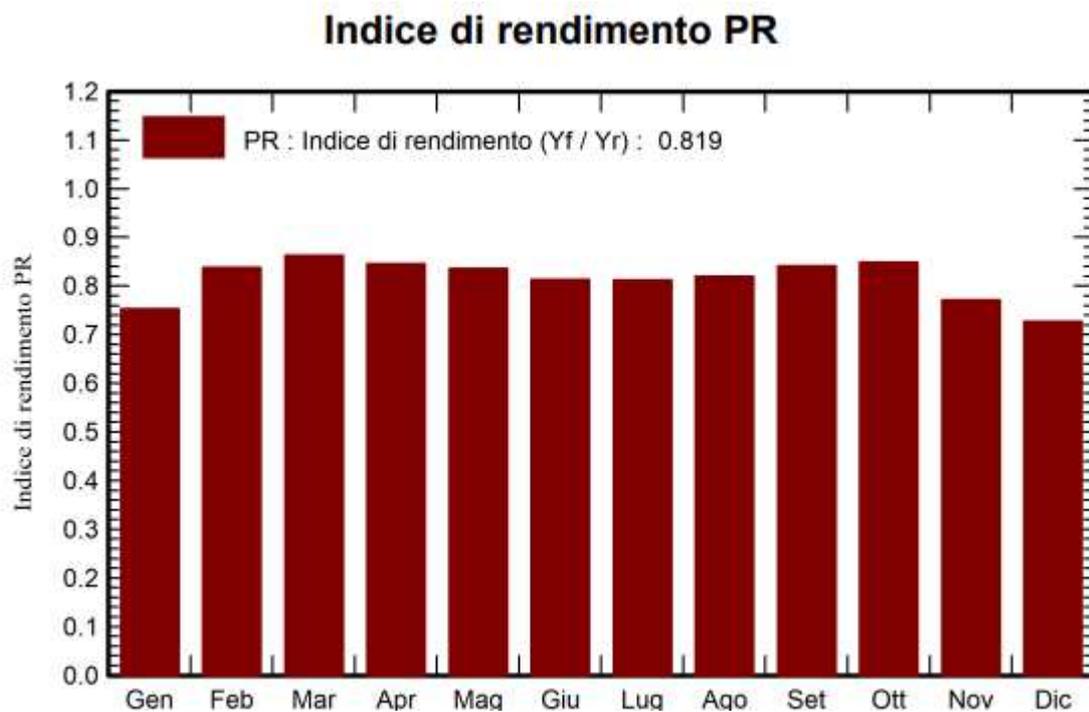


Figura 23 Andamento indice di rendimento

Infine, è stato possibile valutare le emissioni di CO₂ che si eviteranno con la messa in esercizio dell'impianto. Come mostrato in figura si attesta che l'energia "green" immessa in rete dall'impianto fotovoltaico in progetto è di 67.412 GWh/anno contribuendo quindi a evitare l'immissione di circa 575176.6 ton di CO₂ per l'intero ciclo vita dell'impianto¹, stimato in circa 35 anni e con una media annuale di 19.171,55 tCO₂/anno.

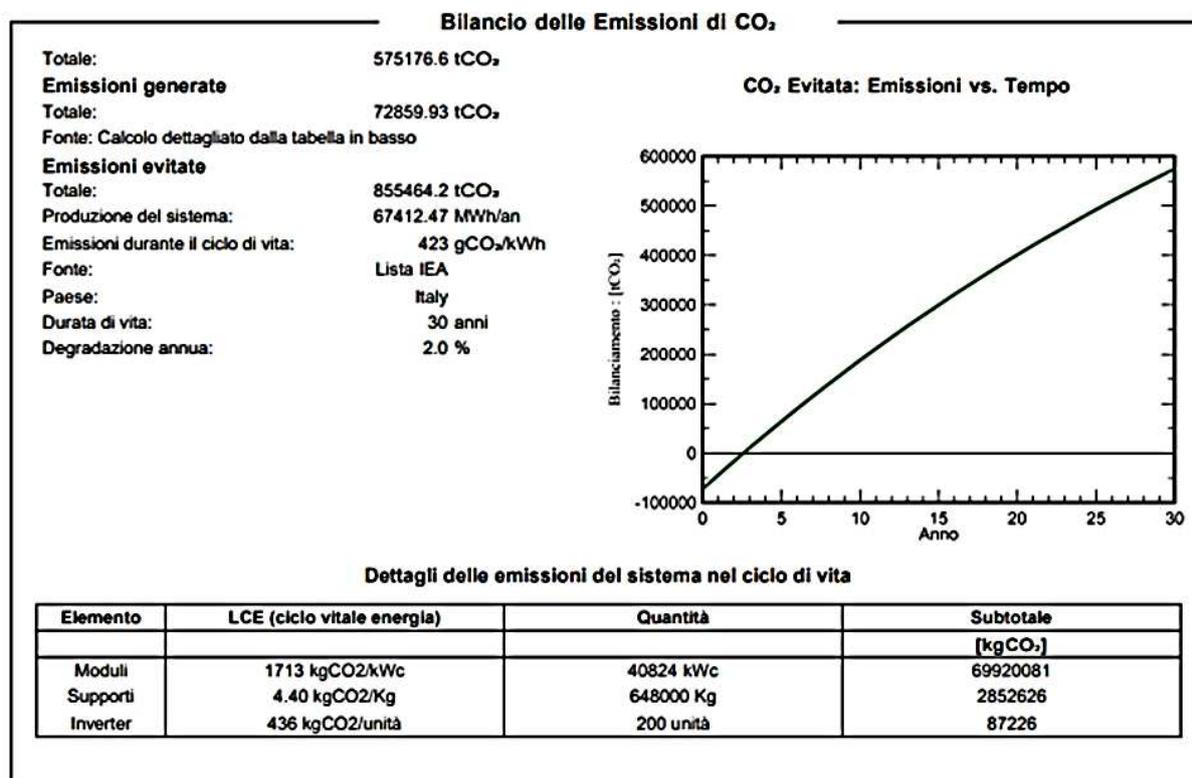


Figura 24 Bilancio emissioni di CO₂

7. Opere di regimentazione idraulica

Il progetto non prevede interventi che alterano il naturale deflusso delle acque meteoriche. Pur tuttavia, è stato condotto uno studio idrologico - idraulico il quale - una volta individuate le aste interferenti con gli impianti in oggetto - ha permesso la determinazione delle aree allagate con tempo di ritorno di 5 anni per identificare tutte quelle zone che non possono essere utilizzate per la realizzazione dell'impianto secondo quanto previsto dal Decreto n.119 del 09 Maggio 2022² e la progettazione di una rete di drenaggio, costituita da canali in terra tra di loro interconnessi, che anziché convogliare le acque direttamente al recapito costituito dall'asta fluviale del bacino di appartenenza della rete stessa, le invia in opportune vasche di laminazione distribuite nell'area del bacino, le quali rilasciando gradualmente i volumi d'acqua al recapito

¹ Fattore di emissione di CO₂ da produzione termoelettrica lorda (CO₂/kWh) per il 2020 pari a 423,1 CO₂/kWh.

² Direttive per la determinazione dell'ampiezza dell'alveo nel caso di sponde incerte (art. 94 del R.D. n.523/1904) e per la determinazione della fascia di pertinenza fluviale da sottoporre alle limitazioni d'uso di cui all'art. 96, lettera f, del R.D. n. 523/1904.

finale forniscono una complessiva decelerazione del deflusso superficiale al recapito e le stesse garantiscono l'invarianza idraulica³.

Tale rete inoltre allungando il percorso di drenaggio delle acque al recapito – rispetto al libero deflusso - aumenta i tempi di corrivazione delle acque superficiali.

Il sistema di drenaggio superficiale dell'area interessata dall'intervento costituito da canali e bacini di laminazione, ovvero l'insieme delle opere destinate alla raccolta ed al convogliamento a recapito delle acque direttamente ricadenti sulle aree in cui si posizioneranno i pannelli e tutte le zone a servizio dell'impianto, ha - come detto - il preciso obiettivo di garantire l'invarianza idraulica e di aumentare i tempi di corrivazione delle acque superficiali.

Per gli ulteriori approfondimenti si rimanda alla Relazione idrologica – idraulica ed ai suoi allegati.

Tutte le opere di regimazione rientreranno, comunque, nell'ambito dell'ingegneria naturalistica e quindi sia cunette idrauliche, costituenti il sistema di captazione che le vasche di laminazione saranno costituite in terra e protette mediante geotessuti e vegetazione protettiva. La vegetazione protettiva contrasterà l'insorgenza di specie infestanti a rapida crescita, inoltre la manutenzione del sistema di drenaggio delle acque prevista consisterà nel controllo periodico dello stato delle cunette, nell'asportazione di materiale/vegetazione accumulatasi e nel riporto/riprofilatura di terreno nel caso di erosioni.

Per quanto riguarda le **vasche di laminazione**, queste saranno realizzate in terra con sponde inclinate (rapporto H/L=2/3), con un franco di 50 cm e con un volume morto con altezza di 50 cm.

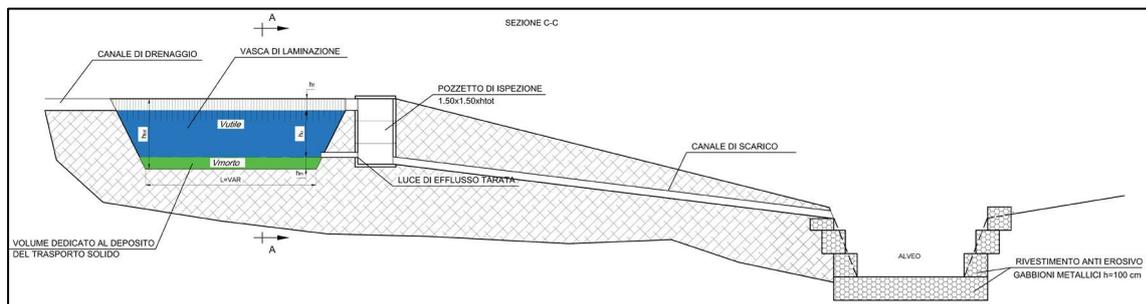


Figura 25 Sezione tipo vasca di laminazione

Al fine di limitare il trasporto solido al corpo recettore il fondo della vasca sarà ribassato di 50 cm rispetto alla luce di fondo tarata, così facendo si ottiene un “volume morto” aggiuntivo rispetto al volume di laminazione dove, a causa della presenza della presa di scarico ad una quota superiore, il materiale in sospensione tenderà a depositarsi.

La realizzazione del fondo ribassato della vasca ha il duplice vantaggio di limitare il trasporto solido in alveo e di ridurre i rischi di occlusione della luce di fondo.

Al fine di garantire l'efficienza del sistema, il volume morto andrà, secondo quanto riportato nel piano di manutenzione, periodicamente ripulito asportando i sedimenti ricostituendo così il volume disponibile per l'accumulo degli stessi.

³ Studio dell'invarianza idraulica richiesto dalla D.D.G. n.102 del 2021 per gli interventi con superficie maggiore di 10.000 m².

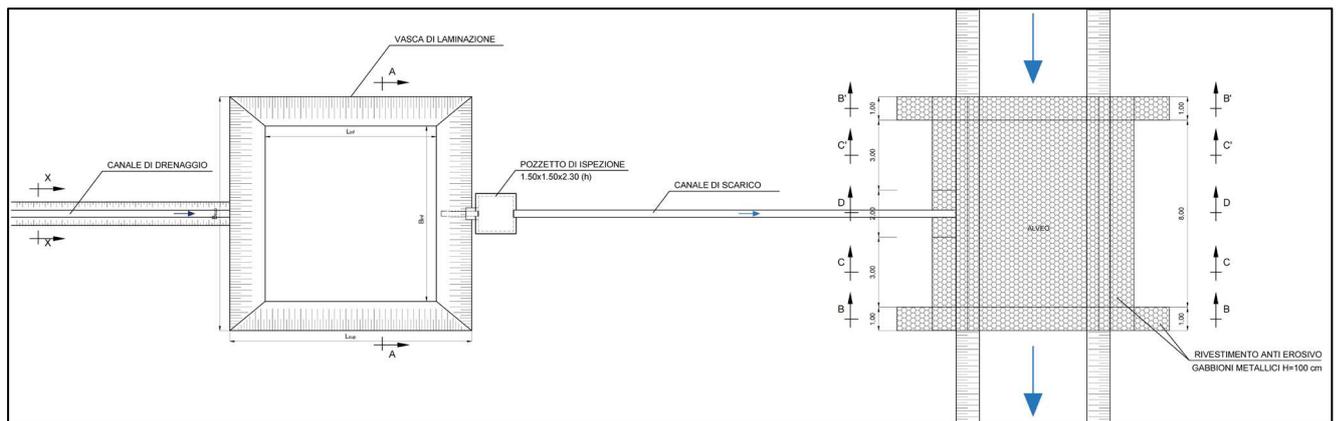


Figura 26 Planimetria Sistema vasca di laminazione e recapito

La vasca di laminazione è poi collegata ad un pozzetto di ispezione mediante la luce di fondo tarata e mediante lo scarico di superficie.

Dal pozzetto di scarico parte il canale di scarico che convoglierà le acque laminate in alveo.

Le luci di fondo di ogni vasca di laminazione, nel rispetto della DSG 102/2021 sono state dimensionate in modo tale da limitare la portata ad un valore inferiore/uguale alla rispettiva portata al colmo Q_{IMP} ("corrispondente ad un coefficiente idrometrico pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata dall'intervento di urbanizzazione" cfr.DDG) e da garantire lo svuotamento della vasca entro un tempo massimo di 48 h.

Al fine di evitare fenomeni erosivi in corrispondenza del punto di scarico si prevede di realizzare una protezione dell'alveo in gabbioni e materassi.

La protezione prevede la posa sul fondo di materassi tipo reno e di gabbionate lungo le sponde, intervento a monte e a valle sarà chiuso con una fila di gabbioni sul fondo e gabbioni disposti in senso trasversale lungo le sponde.

la **rete di captazione** e regimentazione delle acque sarà realizzata mediante fossi di guardia a sezione trapezia in terra. La scelta della sezione trapezia (cfr. fig.17) per i canali è dovuta alla facilità di realizzazione operativa mediante l'utilizzo di piccoli mezzi meccanici ed a impatto nullo.

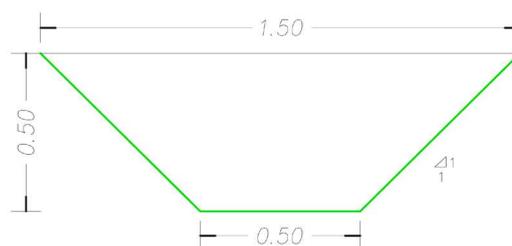


Figura 27 Sezione tipo canalette di raccolta acque piovane

In corrispondenza di tutte le strade interne gli attraversamenti saranno realizzati in guado, semplicemente riducendo la pendenza delle sponde del fosso di guardia al fine di garantirne la carrabilità. Le sponde a minor pendenza in corrispondenza del guado saranno opportunamente raccordate a monte e a valle con le sponde del fosso di guardia.

In corrispondenza delle strade perimetrali dei campi gli attraversamenti dei fossi di guardia saranno realizzati mediante posa di condotte in C.A.V. .

In ultimo, si evidenzia che il progetto prevede diversi interventi di mitigazione atti a limitare il decadimento della permeabilità del suolo che in uno con il sistema di drenaggio e laminazione delle portate potranno garantire l'equilibrio idraulico ed idrologico delle aree interessate dall'intervento ante e post operam.

Gli interventi di mitigazione ambientale naturale previsti sono:

- l'inerbimento delle superfici occupate dai pannelli fotovoltaici,
- la realizzazione di fasce arboree e arbustive lungo il perimetro dei campi fotovoltaici;
- la rinzollatura periodica delle aree.

Gli interventi previsti, descritti nella relazione agronomica alla quale si rimanda per ogni dettaglio, sono tutti volti al mantenimento delle condizioni naturali preesistenti alla esecuzione delle opere, in particolare detti interventi potranno ridurre a valori assolutamente trascurabili i fenomeni di:

- riduzione della ritenuta idrica e dell'evapotraspirazione;
- riduzione della infiltrazione efficace;
- aumento dello scorrimento superficiale (runoff), con conseguente aumento dell'erosione del suolo,

In relazione alla paventata riduzione dei tempi di corrivazione delle acque superficiali si evidenzia che i percorsi idraulici della rete di drenaggio sono progettati in modo tale da non ridurli.

8. Caratteristiche e requisiti dell'impianto Agrivoltaico - Opere di mitigazione e rinaturalizzazione

Il progetto è stato elaborato nel rispetto delle qualità naturalistiche del sito, al fine di mantenere invariato non solo lo stato dei luoghi e l'habitat naturale della fauna, ma anche di impedire il manifestarsi del fenomeno della desertificazione.

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agrivoltaico ha come obiettivo la piena utilizzazione agricola dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, rinaturalizzazioni), sia perché tutte le lavorazioni agricole proposte consentiranno di mantenere e/o incrementare le capacità produttive del substrato di coltivazione. Gli appezzamenti scelti, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potranno essere utilizzati senza alcuna problematica a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Le opere agricole di progetto, che prevedono l'inserimento delle colture di **olivo, mandorlo e legumi**, saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piano di monitoraggio costanti e puntuali, volti all'efficienza e al rispetto dell'ambiente.

Nel seguito si riportano in sintesi le caratteristiche sia dell'impianto agrivoltaico che i diversi interventi di mitigazione e rinaturalizzazione, rimandando per gli approfondimenti all'elaborato P1 "Studio Agronomico e Florofaunistico".

8.1 Rispondenza del progetto alle linee guida del MITE sugli impianti agrivoltaici

L'impianto, in ossequio alla classificazione delle linee guida, rispetta i requisiti A, B e D.2 e pertanto risulta definibile come "agrivoltaico".

I parametri verificati risultano :

A.1) Superficie minima per l'attività agricola

Stot = 110,57 ha

70 % Stot = 77,40 ha

- Area destinata alla produzione agricola (area di progetto al netto dell'area occupata dall'accessibilità interna e dai locali tecnici):

Sagricola = 93,38 ha (pari all'84,45%)

***Sagricola* \geq 0,7 · Stot [Il parametro risulta verificato]**

A.2) Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Spv = 15,40 ha - Stot = 45,975 ha

Spv / Stot = 33,49 %

LAOR < 40% [Il parametro risulta verificato]

B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale. In particolare, in merito alla verifica del requisito B.1, che si riferisce alla continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento, si specifica quanto segue. Le verifiche degli investimenti colturali ante miglioramento configurano la struttura aziendale come marginale e poco produttiva. Il tessuto originario ha storicamente fatto riferimento ad un tipo di agricoltura tradizionale vocata alla monocoltura e, in particolare, alla coltivazione del grano. Non sono presenti, quindi, produzioni di pregio quali DOP o IGP. Una tale gestione colturale, essendo il grano una coltura depauperante il suolo, ha creato impoverimento del terreno e una resa media per ettaro, con varietà standardizzate, adatte ad un mercato di quantità (ammasso). Tutto ciò si è tradotto negli anni in notevoli quantità di grano pagate a bassissimo prezzo. Ciò detto possiamo stimare il valore della produzione agricola in 700-800 €/ha. I nuovi investimenti, invece, rappresentano un evidente miglioramento della configurazione agroproduttiva, che oltre ad assicurare una redditività certa e stabile, di fatto, rappresentano una continuità del settore agricolo così come previsto dai parametri delle Linee Guida. In tal senso il cambiamento dell'identità colturale, che da sempre prevedeva una agricoltura che impoveriva il suolo, con essenze "miglioratrici", storicamente impiegate però per la zootecnia, ha di fatto segnato un punto di svolta. Le leguminose da granella, in particolar modo, non solo arricchiscono il suolo fissando l'azoto atmosferico ma, dal punto di vista agroalimentare, rappresentano una notevole fonte di proteine alternative a quelle animali. La resa media di un legume da granella si aggira intorno ai 16-18 q.li di granella per ettaro. Il prezzo di mercato, riferito ai borsini merci principali per le

coltivazioni di cece e lenticchia, per esempio, sancisce un introito per l'agricoltore che va oggi da 1,10€ a 1,25€ per kg di prodotto. Anche considerando i prezzi più bassi raggiungiamo e superiamo i 1500 €/ha e, pertanto, il requisito risulta verificato. **[Il parametro risulta verificato]**

B.2) Producibilità elettrica minima

$FV_{agri} = 1,756$ [GWh/ha/anno] - $FV_{standard} = 1,845$ [MWh/ha/anno]

$0,6 \cdot FV_{standard} = 1,107$

$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$ **[Il parametro risulta verificato]**

D.1) Il risparmio idrico

Il piano delle opere verde e della coltivazione agricola in tutte le aree di impianto compresa la fascia di mitigazione, prevedrà l'impiego di colture in asciutto, senza l'ausilio di pratiche di gestione irrigua artificiale. L'unico apporto idrico artificiale riguarderà la fase di attecchimento della fascia arbustiva di mitigazione: in tal senso si attingerà all'acqua meteorica raccolta mediante la vasca di laminazione. **[Il parametro risulta verificato]**

8.2 Opere di mitigazione arborea

Il progetto del verde indicherà una sistemazione di vegetazione in larga parte autoctona, per cui si prevede la realizzazione di una fascia di mitigazione lungo tutto il perimetro, dove verranno messe a dimora sia specie arboree che arbustive.

Per i dettagli sulla composizione e per le specie da utilizzare si rimanda al progetto di naturalizzazione e forestazione allegato.

Gli interventi relativi alla fascia perimetrale saranno strettamente collegati all'utilizzo di piante arboree e/o arbustive autoctone o naturalizzate. La fascia di mitigazione sarà esterna alle aree di impianto e avrà una larghezza complessiva di 10 m. Procedendo dall'esterno verso l'impianto tale fascia comprenderà una linea tagliafuoco di 2-2,5 m, una doppia fila sfalsata di piante di *Olea europea* e una siepe di forma naturaliforme composta da arbusti e/o cespugli autoctoni, ben identificati nel territorio in esame, a ridosso della recinzione perimetrale. Le essenze autoctone verranno selezionate secondo "l'elenco delle specie autoctone della Sicilia divise per zone altimetriche e caratteristiche edafiche" – Sottomisura 4.4 Operazione 4.4.3, all. 11 del PSR Sicilia 2014/2020 e sulla base del Piano Forestale Regionale della Sicilia, documento di indirizzo A. In considerazione all'altimetria dell'area su cui si effettuerà l'intervento, le piante che verranno proposte per i vari ripopolamenti saranno quelle della "Fascia costiera, dal livello del mare fino a 300-400 di quota, su substrati a reazione da neutro a basica".

Il progetto definitivo, quindi, prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento "armonioso" del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di **una fascia arborea perimetrale di 6,27 ha**. Tale fascia, larga 10 m e lunga tutto il perimetro del parco, sarà debitamente lavorata e oggetto di piantumazione specifica.

In merito alle piante arboree, l'essenza scelta per tale scopo, in considerazione del suo areale di sviluppo e della sua capacità di adattamento sarà l'Olea europea (olivo). Per il sito in oggetto verranno impiegate piante autoradicate di altezza 1,30-150 m, in zolla.

Oltre all'inserimento della doppia fila di piante arboree, il progetto ha previsto la realizzazione, a ridosso della recinzione perimetrale, di una siepe arbustiva sempreverde, con funzione mitigatrice del potenziale impatto, al fine di migliorare ulteriormente già dai primi anni l'inserimento paesaggistico del progetto nel territorio. La costituzione di tale siepe, definita naturaliforme e spontanea, sarà fondamentale nella costituzione di una barriera verde autoctona.



Figura 28 Tipico Fascia di mitigazione - Sezione

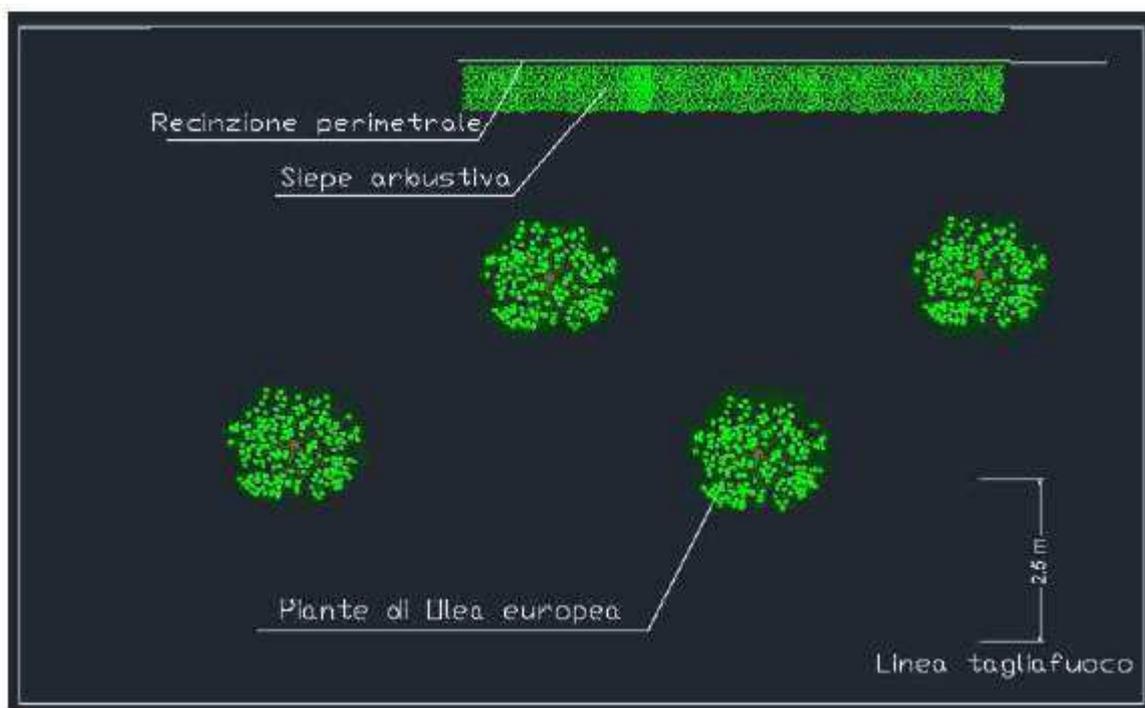


Figura 29 Tipico Fascia di mitigazione - Pianta

8.3 Rinaturalizzazione impluvi

Per la ricostituzione naturalistica degli impluvi interni alle aree di progetto del parco fotovoltaico si farà riferimento all'utilizzo in sito di formazioni di vegetazione ripariale. A questa categoria appartengono popolamenti forestali a prevalenza di specie mesoigrofile e mesoxerofile, tipiche di impluvi, alvei fluviali più o meno ciottolosi, spesso caratterizzati dalla presenza di una o più specie codominanti; talora sono cenosi effimere ed erratiche la cui presenza è strettamente legata alla dinamica fluviale.

Tra gli aspetti a vegetazione arborea e quelli a fisionomia prettamente arbustiva sono questi ultimi a dominare nettamente, con un importante ruolo, anche paesaggistico, espresso, per esempio, dalle tamerici, spesso assieme all'oleandro, presenti soprattutto lungo i corsi d'acqua a deflusso temporaneo.

La riqualificazione degli impluvi prevedrà una serie di interventi da attuare attraverso tecniche di ingegneria naturalistica e mediante la messa in opera di idonee essenze arbustive a corredo degli impluvi stessi in modo tale da ricreare una fascia di protezione di 5 m per ogni lato.

I materiali che verranno impiegati nei lavori con tecniche di ingegneria naturalistica saranno, tra i tanti a disposizione, costituiti da materiali vegetali vivi. Ai fini della completa riuscita degli interventi la scelta, il corretto utilizzo e l'attecchimento del materiale vegetale vivo risultano essere di sostanziale importanza.

Saranno impiegate solo specie del luogo, evitando l'introduzione di specie esotiche, che trasformerebbero le opere realizzate in fattori di inquinamento biologico. Tra queste verranno scelte le specie aventi le migliori caratteristiche biotecniche, in particolare a più rapido sviluppo e con esteso e profondo apparato radicale.

8.4 Opere di compensazione – Aree agricole extra parco FV

Nell'ambito del presente progetto sono state individuate alcune aree esterne all'impianto ove poter definire e completare il piano colturale complessivo delle aree attraverso la messa a dimora di Mandorlo in regime di asciutto. A tal fine sono state selezionate aree per complessivi 30,74 ha in maniera tale da utilizzare ogni spazio disponibile. Oltre agli obiettivi agricoli, un tale utilizzo del suolo, senza alcun tipo di impiego di input di sintesi (fertilizzanti chimici e fitofarmaci di sintesi), consentirà di perseguire obiettivi di biodiversità in maniera tale da:

- creare habitat vegetazionali ex-novo;
- creare di centri di ripopolamento "naturali" per la fauna selvatica;
- impiegare e posizionare arnie sia l'impollinazione delle piante;
- semina di essenze erbacee tra le essenze arboree per la proliferazione di cibo a favore degli insetti pronubi.

Le aree saranno monitorate per tutto il periodo di vita utile dell'impianto: verranno redatti report riepilogativi delle componenti vegetazione, paesaggio e fauna secondo standard ben precisi. In questo lavoro potranno essere coinvolti enti di ricerca, strutture del mondo universitario, servizi didattici in genere in modo tale da sviluppare un concept di integrazione totale tra agricoltura, paesaggio ed energia.

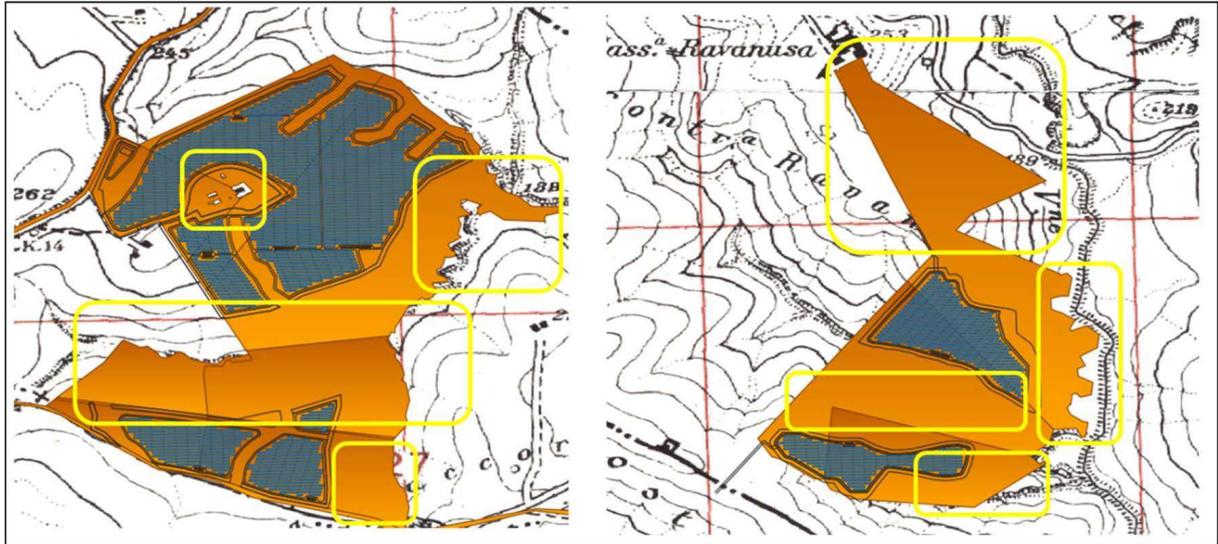


Figura 30 Layout di impianto con identificazione delle aree "extra parco" da coltivare

9. Connessione alla RTN

La connessione del parco fotovoltaico alla RTN, come già detto nei capitoli precedenti, avverrà attraverso una linea elettrica in in AT che dalla Cabina di raccolta giunge sino alla sezione a 36 kV della nuova Stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV da inserire in entra esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Ciminna", di cui al Piano di Sviluppo Terna. L'elettrodotto di collegamento tra Parco fotovoltaico e SE, di lunghezza pari a circa 9 Km, è realizzato con linea interrata in cavo RG7H1R. La formazione sarà con singola terna di sezione pari a 500 mm².

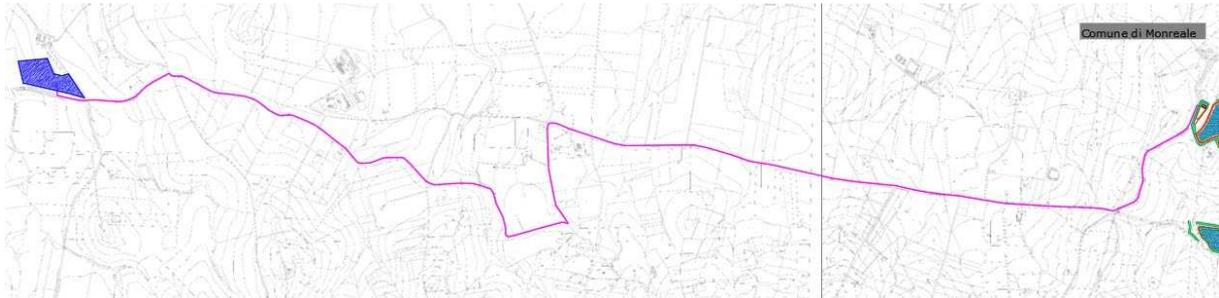


Figura 31 Elettrodotto di collegamento su CTR 1 ;1000

L'elettrodotto, interesserà la viabilità esistente e di seguito si riporta il tipico costruttivo:

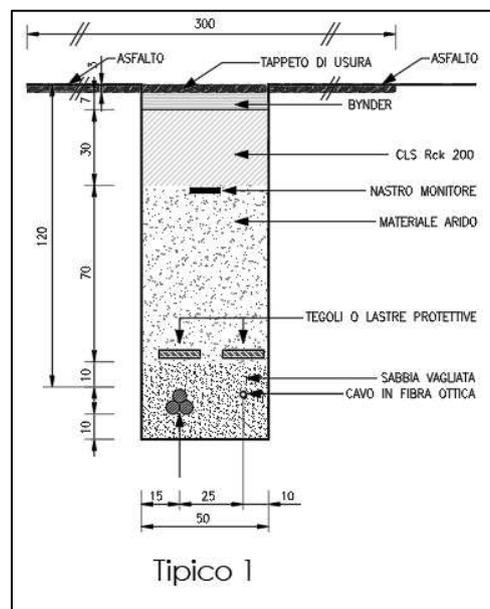


Figura 32 Tipico cavidotto linea AT di connessione

10. Sintesi Attività di Cantiere

Di seguito un elenco sintetico delle attività necessarie da eseguire nelle varie fasi di vita dell'opera (realizzazione, o fase di cantiere, vita, o fase di esercizio, dismissione).

Si precisa fin da subito che l'elenco proposto è da ritenersi descrittivo, ma non esaustivo.

1. Fase di Cantiere:

Le attività previste in fase di realizzazione dell'impianto sono sinteticamente esprimibili per punti secondo l'ordine cronologico dettato dalla logistica delle operazioni:

- Delimitazione dell'area dei lavori.
- Pulizia e sistemazione generale area impianto.
- Esecuzione dei cancelli e completamento della recinzione esterna.
- Tracciamento a terra delle opere in progetto.
- Esecuzione della viabilità di impianto.
- Esecuzione delle sottofondazioni delle cabine o altri edifici.
- Posa delle cabine.
- Esecuzione dei cavidotti.
- Montaggio delle strutture di supporto dei moduli.
- Posa dei pannelli fotovoltaici. Cablaggio delle componenti di impianto.
- Opere di connessione.
- Completamento opere civili ed accessorie.
- Dismissione del cantiere.

2. Fase di Esercizio:

Le attività previste durante l'esercizio l'impianto sono:

- Funzionamento impianto.
- Manutenzione impianto.

3. Fase di dismissione:

In fase di dismissione dell'impianto è possibile riconoscere le principali attività in:

- Rimozione dei pannelli fotovoltaici.
- Smontaggio delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici.
- Sfilaggio dei conduttori elettrici.
- Disallestimento dei cavidotti e rinterri lungo le trincee interessate.
- Rimozione degli impianti di servizio e di sicurezza.
- Rimozione delle cabine elettriche, degli altri edifici e dei rispettivi basamenti.
- Trasporto dei materiali ai centri di recupero e/o riciclaggio;
- Ripristino dei luoghi ante-operam.

11. Gestione impianto

La centrale viene tenuta sotto controllo mediante un sistema di supervisione, riportato in 5.7 Sistema SCADA e in 5.9 Impianto di Sicurezza e recinzione impianto, che permette di rilevare le condizioni di funzionamento con continuità e da posizione remota.

A fronte di situazioni rilevate dal sistema di monitoraggio, di controllo e di sicurezza, è prevista l'attivazione di interventi da parte di personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, le cui principali funzioni possono riassumersi nelle seguenti attività:

- servizio di guardiania;
- conduzione impianto, in conformità a procedure stabilite, di liste di controllo e verifica programmata;
- manutenzione preventiva ed ordinaria programmata in conformità a procedure stabilite per garantire efficienza e regolarità di funzionamento;
- segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate dai produttori delle macchine ed apparecchiature;
- predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

La gestione dell'impianto sarà effettuata generalmente con ispezioni a carattere giornaliero, mentre la manutenzione ordinaria sarà effettuata con interventi a periodicità mensile.

12. Fasi e tempi di realizzazione - Diagramma di Gantt

Ricevute tutte le autorizzazioni e le concessioni relative al nuovo impianto, i tempi di realizzazione delle opere necessarie saranno in linea di massima medi, presumibilmente dell'ordine di 16 mesi.

Tali tempi sono condizionati dalla posa in opera delle strutture portanti dei moduli.

Per quanto concerne la movimentazione dei materiali e l'accesso al sito, verrà utilizzata la viabilità esistente, così da limitare i costi e rendere minimo l'impatto con l'ambiente circostante.

Di seguito si riporta un cronoprogramma che affronta uno scenario possibile di costruzione del parco, a partire dalla fase di preparazione delle aree sino alla messa in esercizio.

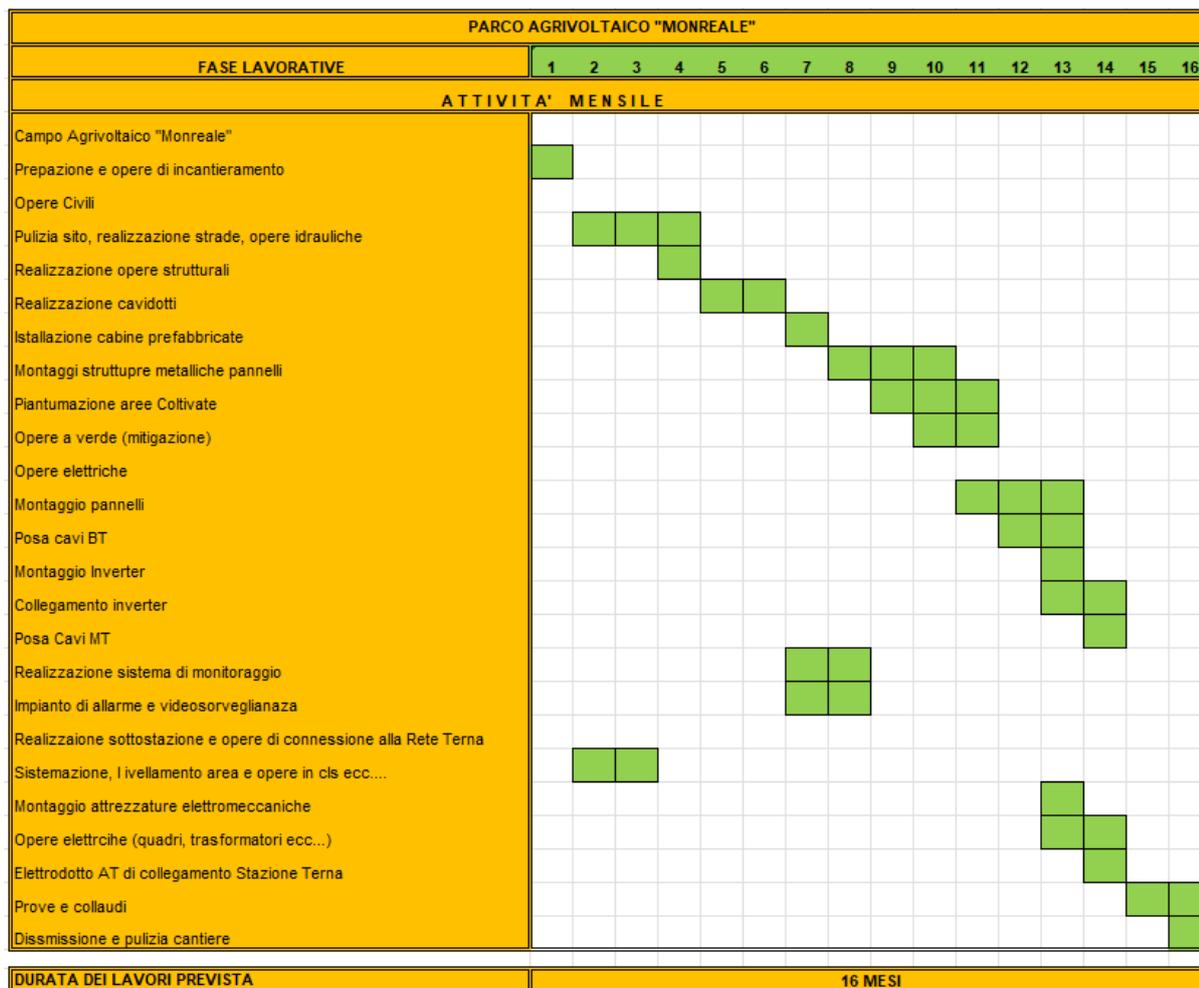


Figura 33 Diagramma di Gantt

13. Produzione di rifiuti

La tipologia dell'intervento nelle fasi d'esercizio è tale da non comportare, in misura sostanziale, produzione di rifiuti. Gli unici rifiuti prodotti riguarderanno la fase d'installazione (prima fase) e di dismissione dell'impianto (ultima fase).

Per quanto concerne la fase d'installazione si dichiara che verranno prodotte le seguenti tipologie di rifiuti, ciascuna con relativo avvio a smaltimento:

1. imballaggi dei moduli fotovoltaici e degli altri dispositivi ed apparati dell'impianto: la ditta esecutrice dei lavori avrà in carico il relativo conferimento ai consorzi di recupero ove previsti, ovvero, laddove ciò non ricorresse, avrà in carico il relativo conferimento al servizio pubblico di raccolta conformemente alle modalità (quantità, tipologia ed orari) previsti dal relativo regolamento comunale;
2. rifiuti derivanti dalle tipiche opere di impiantistica elettrica (spezzoni di cavi elettrici, di canaline e/o passacavi ecc.): la ditta esecutrice dei lavori avrà in carico il relativo conferimento al servizio pubblico di raccolta conformemente alle modalità (quantità, tipologia ed orari) previsti dal relativo regolamento comunale, essendo tali rifiuti, in virtù del regolamento

comunale per la gestione dei RSU, assimilati per quantità (quantitativi di modesto volume) e qualità a questi ultimi.

3. altri rifiuti derivanti dalle opere edili accessorie (materiale di risulta ricavato dagli scavi, ecc.): la ditta esecutrice dei lavori avrà in carico l'eventuale conferimento conformemente alle modalità previste dal relativo regolamento comunale, ovvero provvederà a idonea redistribuzione nel medesimo sito di intervento così come e meglio specificato nel seguente capitolo.

Per la determinazione delle quantità di rifiuti prodotti nella prima fase, considerata la dimensione dell'impianto di circa 41MWp di potenza, sulla scorta delle informazioni ricevute dalle ditte produttrici di pannelli fotovoltaici, si può sostenere quanto segue:

- Rifiuti solidi urbani prodotti da mediamente 12 persone per 16 mesi di cantiere
- 1.800m³ di cartone;
- 14.000 m³ di polistirolo;
- 7.500 m³ di scarti di tubi di PVC;
- 5.000 bancali in pallet recuperati dalla ditta di trasporto.

13.1 Terre e rocce da scavo

Come meglio evidenziato nella relazione specifica, per la realizzazione dell'opera è prevista un'attività di movimento terre, che si può distinguere nelle seguenti tipologie:

- terreno agricolo scoticato per la realizzazione della viabilità, delle piazzole e delle fondazioni;
- materiali provenienti dagli scavi in sito utilizzati per la realizzazione della viabilità, delle piazzole e delle fondazioni;
- materiale di scavo in esubero da trasportare a siti di bonifica e/o discariche;
- materiali di nuova fornitura necessari per la formazione dello strato finale di strade e piazzole.

Il progetto attuale prevede che la quasi totalità del riutilizzo in sito delle prime due tipologie e, di conseguenza, anche uno scarso utilizzo della terza tipologia. Per i materiali di nuova fornitura di cui alla quarta tipologia, ci si approvvigionerà da cave di prestito autorizzate localizzate il più vicino possibile all'area di cantiere o impianti di riutilizzo che forniscono materiale dotato di tutte le certificazioni necessarie.

La possibilità del riutilizzo scaturisce da un'analisi effettuata sulle colonne stratigrafiche eseguite in sede di indagini geologiche (per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geologica in allegato al presente progetto).

Infine, come detto precedentemente il materiale di scavo che non è possibile riutilizzare in situ sarà portato presso impianti di riutilizzo autorizzati da individuarsi in fase di progettazione esecutiva e secondo un apposito piano di utilizzo del materiale scavato secondo quanto previsto dal D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120.

14 Analisi dei vincoli

Complessivamente sull'area insistono aree vincolate che, sebbene in limitati casi presentino sovrapposizioni, forniscono esaurienti indicazioni per un corretto uso del territorio. Tali vincoli, soprattutto di natura ambientale, derivano da normative regionali e nazionali.

Per tale analisi si fa riferimento alle carte dei vincoli di cui al seguente elenco:

1. Elaborato Tav PA.5 14-AGRFV-PA-EPA4A0 - Inquadramento Impianto su carta vincoli ambientali RES, Natura 2000, parchi e riserve, IBA
2. Elaborato Tav PA.6 _ 15-AGRFV-PA-EPA5A0 – Carta PAI e Vincolo Idrogeologico.
3. Elaborato Tav PA.7-AGRFV-PA-EPA6A0 - Carta dei Beni Paesaggistici - Piano Territoriale Regione Sicilia

Le aree indicate nella cartografia di cui al precedente elenco sono state perimetrare a partire dalla cartografia disponibile sul sito della Regione Sicilia.

Dall'analisi della cartografia, si rileva che alcuni tratti dell'elettrodotto interrato in alta tensione ricadono all'interno della fascia di rispetto di 150 m di: fiumi, torrenti e corsi d'acqua, sviluppando comunque il loro tracciato interrato e per la quasi totalità lungo le sedi di strade esistenti ed in esercizio.

Tutte le altre opere di progetto non ricadono in aree gravate da vincolo paesaggistico e rispettano le prescrizioni previste dai livelli di tutela, non interessando mai i livelli di tutela 2 e 3 tranne per opere di connessione interrate, che sono CONSENTITE in tali livelli di tutela paesaggistica.

Con riferimento al vincolo boschi e il conseguente vincolo sulle aree percorse da incendi si osserva che non vi sono interferenze con l'impianto.

Per la collocazione dell'impianto fotovoltaico, così come per le cabine di impianto, di trasformazione AT/BT si è tenuto conto di tale vincolo. Si sottolinea che nessuno di essi ne risulta interessato.

Con riferimento al **Vincolo Idrogeologico** si evidenzia che nessuna area di impianto è interessata dal vincolo, mentre alcuni tratti delle opere di connessione in cavidotto lo sono.

Con riferimento alle **aree P.A.I.** (Piano di assetto idrogeologico), nessuna parte dell'impianto, ad esclusione di qualche breve tratto di elettrodotto interrato, ricade all'interno delle aree perimetrare dalla Regione.

Analisi delle aree di particolare pregio ambientale ed interazione con l'area di progetto

- Aree di particolare pregio ambientale in particolare:
 - a) SIC (Siti di Importanza Comunitaria),
 - b) ZPS (Zone di Protezione Speciale),
 - c) ZSC (Zone Speciali di Conservazione),
 - d) IBA (Important Bird Areas), ivi comprese le aree di nidificazione e transito dell'avifauna migratoria o protetta,
 - e) RES (Rete Ecologica Siciliana),
 - f) Siti Ramsar (zone umide) di cui ai decreti ministeriali e riserve naturali di cui alle leggi regionali 6 maggio 1981, n. 98 e 9 agosto 1988, n. 14 e ss. mm. e ii.,
 - g) Oasi di protezione e rifugio della fauna di cui alla legge regionale 1° settembre 1997, n. 33 e ss. mm e ii.
 - h) Geositi.

i) Parchi regionali e nazionali ad eccezione di quanto previsto dai relativi regolamenti vigenti alla data di emanazione del presente decreto.

l) I corridoi ecologici individuati in base alle cartografie redatte a corredo dei piani di gestione dei Siti Natura 2000 (SIC, ZCS e ZPS), art. 4, co. 2.

Con riferimento alle aree di cui al precedente elenco, si è consultata la cartografia ufficiale rilevando che l'area interessata dall'impianto non ricade in tali aree e le più prossime risultano distanti come riportato nella seguente tabella.

Denominazione Area	Area protetta	Riferimento e PDG	Distanza dall'area (Km)	interventi protetta
Rocche di Entella ITA020042	ZSC	Complessi Gessosi (Entella)	6,5 km	
Complesso Monti Di Santa Ninfa, Gibellina e Grotte di Santa Ninfa ITA010022	ZSC	Complessi Gessosi (S. Ninfa)	8 km	
Pantani di Anguillara	SIC	-	9,2 km	
Monti Sicani, Rocca Busambra e Bosco della Ficuzza IBA 215	IBA		Oltre 10 km	
Stagno Pantano Leone	Ramsar	-	Oltre 10 km	