



REGIONE SICILIA  
COMUNI DI MARSALA (TP) E TRAPANI (TP)

PROGETTO

Impianto Agrivoltaico integrato innovativo denominato  
“DELIA” avente potenza d’impianto di 50,561 MW e relative  
opere connesse  
Comuni di Marsala (TP) e Trapani

TITOLO

Rel. 01 - Relazione Descrittiva Generale

PROPONENTE

PROGETTISTA



ENGIE DELIA S.r.l.

Sede legale e Amministrativa:

Via Chiese 72

20126 Milano (MI)

PEC: [engiedelia@legalmail.it](mailto:engiedelia@legalmail.it)



SCM ingegneria S.r.l.

Via Carlo del Croix, 55

Tel.: +39 0831-728955

72022 Latiano (BR)

Mail: [info@scmingegneria.com](mailto:info@scmingegneria.com)

Dott. Ing. Daniele Cavallo



Scala	Formato Stampa A4	Cod.Elaborato REL01	Rev. 00	Nome File REL01-Relazione descrittiva generale	Foglio 1 di 83
-------	----------------------	------------------------	------------	---	-------------------

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	15/02/2024	Progetto definitivo impianto agrivoltaico e opere connesse	L. Maculan	D. Cavallo	D. Cavallo

## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	5
2	DATI GENERALI .....	5
2.1	DATI DEL PROPONENTE .....	5
2.2	LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO .....	5
2.3	DESTINAZIONE D'USO .....	6
2.4	DATI CATASTALI .....	6
2.5	CONNESSIONE .....	7
3	DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA .....	9
3.1	SVILUPPI INTERNAZIONALI PER IL FOTOVOLTAICO .....	9
3.2	L'AGRIVOLTAICO .....	11
3.3	CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI.....	13
3.3.1	Requisito A .....	15
3.3.2	Requisito B .....	15
3.3.3	Requisito C .....	15
3.3.4	Requisiti D ed E.....	16
4	IMPIANTO AGRIVOLTAICO "DELIA" .....	18
4.1	PRINCIPI GENERALI PER LA SCELTA DEL SITO .....	18
4.2	IDENTIFICAZIONE MIGLIORE TECNOLOGIA DA ADOTTARE .....	18
4.2.1	Impianto fisso .....	18
4.2.2	Impianto monoassiale (inseguitore di rollio) .....	19
4.2.3	Impianto monoassiale (inseguitore ad asse polare).....	19
4.2.4	Impianto monoassiale (inseguitore di azimut) .....	20
4.2.5	Impianto biassiale .....	20
4.2.6	Impianto biassiale su strutture elevate .....	20
4.2.7	Valutazione soluzione migliore .....	21
4.3	IMPIANTO AGRIVOLTAICO INTEGRATO INNOVATIVO .....	21
5	RISPARMIO EMISSIONI E PRODUZIONE IMPIANTO .....	26
5.1	RISPARMIO DI COMBUSTIBILE.....	26
5.2	EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA DI SOSTANZE NOCIVE .....	26
5.3	STIMA PRODUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	26
6	VALUTAZIONE DEL RITORNO ENERGETICO SULL'INVESTIMENTO .....	30
6.1	INQUADRAMENTO .....	30
6.2	VALUTAZIONE SPECIFICA DELL'EROEI .....	32
7	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO .....	33
7.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE .....	33

7.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....	34
7.3	GEOLOGIA DEL SITO INTERVENTO .....	35
7.4	GEOMORFOLOGIA E COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA .....	36
7.5	VALUTAZIONI IDROGEOLOGICHE E PERMEABILITA' .....	37
7.6	INQUADRAMENTO VINCOLISTICO .....	38
7.7	INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO .....	39
8	DESCRIZIONE GENERALE.....	42
9	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	44
10	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	45
10.1	MODULI FOTOVOLTAICI .....	45
10.2	STRUTTURE DI SUPPORTO .....	47
10.2.1	Considerazioni ecologiche.....	49
10.2.2	Altezza ottimale .....	50
10.2.3	Montaggio rapido.....	50
10.2.4	Massima durata.....	50
10.3	COLLEGAMENTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI .....	50
10.4	CABINE DI CONVERSIONE INVERTER.....	51
10.5	CABINE SERVIZI AUSILIARI.....	52
10.6	CABINE DI RACCOLTA 36 kV .....	53
10.7	CAVI.....	54
10.7.1	Cavi solari di stringa.....	54
10.7.2	Cavi solari DC .....	55
10.7.3	Cavi alimentazione trackers.....	55
10.7.4	Cavi Dati.....	56
10.7.5	Cavi 36 kV .....	56
10.8	RETE DI TERRA .....	57
10.9	MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA .....	58
10.9.1	Protezione contro il corto circuito.....	58
10.9.2	Misure di protezione contro i contatti diretti .....	58
10.9.3	Misure di protezione contro i contatti indiretti.....	58
10.9.4	Misure di protezione dalle scariche atmosferiche.....	58
10.10	SISTEMI AUSILIARI.....	59
10.10.1	Sistema di sicurezza e sorveglianza.....	59
10.10.2	Sistema di monitoraggio e controllo .....	59
10.10.3	Sistema di illuminazione e forza motrice .....	60
10.11	CONNESSIONE ALLA RTN .....	60
11	REALIZZAZIONE IMPIANTO.....	61
11.1	RECINZIONE.....	61

11.2	VIABILITÀ INTERNA A CARATTERE AGRICOLO .....	62
11.3	MITIGAZIONE PERIMETRALE .....	63
11.4	CAVIDOTTI.....	65
11.5	TRATTAMENTO DEL SUOLO .....	66
11.6	TRASPORTO DI MATERIALI .....	67
11.7	USO DI RISORSE.....	67
11.8	RECUPERO LAGHETTI ESISTENTI.....	68
12	INTERFERENZE INTERNE ALL'AREA DI IMPIANTO .....	70
12.1	INTERFERENZE CON CAVI 36 kV .....	70
12.2	INTERFERENZE CON OPERE PROGETTUALI .....	72
13	FASI E TEMPI DI ESECUZIONE .....	74
14	MANUTENZIONE.....	75
15	ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE.....	76
15.1	RICADUTE SOCIALI .....	76
15.2	RICADUTE OCCUPAZIONALI .....	76
15.3	RICADUTE ECONOMICHE.....	77
16	TERMINOLOGIA.....	78
17	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO.....	80

## 1 INTRODUZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato innovativo, mediante tecnologia fotovoltaica con tracker monoassiale, che la Società Engie Delia S.r.l. (di seguito "la Società") intende realizzare nei comuni di Marsala e Trapani (TP).

L'impianto avrà una potenza installata di 50561,28 kWp per una potenza di 45000 kW in immissione, e l'energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione.

L'area interessata dal Parco Fotovoltaico ricade su una superficie catastale complessiva di circa 70 ettari, dei quali 62 recintati per l'impianto. Il territorio è caratterizzato da una morfologia pressoché pianeggiante, l'area d'impianto è posta all'incirca tra le quote 45 e 70 m s.l.m.

L'impianto sarà costituito da pannelli fotovoltaici ad alto rendimento che permetteranno di ottenere una produzione annua netta stimata di energia elettrica di circa 96,68 GWh/anno, pari al consumo medio annuo di energia elettrica di 38.700 famiglie.

Il ricorso alla produzione di energia da fonte rinnovabile, quale quella fotovoltaica, costituisce una strategia prioritaria per ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera provocate dalla produzione di energia elettrica mediante processi termici. Questo progetto apporterà infatti importanti benefici ambientali sia in termini di mancate emissioni di inquinanti che di risparmio di combustibile: l'impianto consentirà di evitare l'emissione di circa 43.000 t/anno di anidride carbonica. Il bilancio sull'ambiente sarà pertanto nettamente positivo.

## 2 DATI GENERALI

### 2.1 DATI DEL PROPONENTE

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	ENGIE DELIA S.R.L.
Indirizzo sede legale	Via Chiese 72 – 20126 Milano (MI)
Codice Fiscale/Partita IVA	12367400962
Capitale Sociale	10.000,00
PEC	<a href="mailto:engiedelia@legalmail.it">engiedelia@legalmail.it</a>

*Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente*

### 2.2 LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente documento e il relativo cavidotto 36 kV saranno realizzati nel comune di Marsala (TP).

Le opere di connessione saranno invece realizzate nel comune di Trapani (TP).

## 2.3 DESTINAZIONE D'USO

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo.

## 2.4 DATI CATASTALI

I terreni interessati dall'intervento per quanto riguarda l'area di impianto, così come individuati da catasto del comune di Marsala (TP), sono:

- Area 01:
  - FG 60 particelle 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 39, 40, 100, 102, 106, 107, 108, 109, 332, 333, 334, 335, 336, 380, 444;
- Area 02:
  - FG 60 particelle 218, 219, 243, 244, 245, 246, 247, 379, 381;
- Area 03:
  - FG 60 particelle 137, 138, 139, 140, 141, 145, 147, 203, 223, 224, 225, 248, 249, 250, 251, 252, 254, 258, 453, 585, 586, 589, 590, 605;
- Area 04:
  - FG 60 particelle 133, 134, 135, 136, 143, 180, 181, 182, 221, 256, 452;
- Area 05:
  - FG 60 particelle 126, 130, 131, 204, 212, 213, 602, 603;
- Area 06:
  - FG 60 particella 6, 128.

La cabina utente a 36 kV che raccoglie la potenza di impianto per il collegamento alla rete nazionale sarà realizzata all'interno dell'Area 03 dell'impianto.

La futura stazione RTN 220/36 kV "Fulgatore 2" cui verrà collegato l'impianto agrivoltaico Delia interesserà invece i seguenti terreni, così come individuati da catasto del comune di Trapani (TP):

- FG 292 particella 4, 129, 131, 133, 141, 142, 202, 202, 211, 216

Tutti i terreni su cui saranno installati i moduli fotovoltaici e realizzate le infrastrutture necessarie, risultano di proprietà privata e corrispondono a terreni ad uso prevalentemente agricolo.

Luogo di installazione	Comune di Marsala (TP)
Potenza di Picco (kWp)	50561,28 kWp
Potenza Nominale (kW)	50561,28 kWp
Potenza massima in immissione	45000 kW
Informazioni generali del sito	Sito pianeggiante ben raggiungibile da strade comunali

Tipo di strutture di sostegno	Inseguitore monoassiale	
Coordinate impianto Area 01	Latitudine	37°51'15.06"N
	Longitudine	12°35'39.70"E
Coordinate impianto Area 02	Latitudine	37°51'23.27"N
	Longitudine	12°35'35.31"E
Coordinate impianto Area 03	Latitudine	37°51'10.67"N
	Longitudine	12°35'43.84"E
Coordinate impianto Area 04	Latitudine	37°51'31.13"N
	Longitudine	12°35'51.34"E
Coordinate impianto Area 05	Latitudine	37°51'33.47"N
	Longitudine	12°35'55.27"E
Coordinate cabina utente 36 kV	Latitudine	37°51'11.57"N
	Longitudine	12°35'44.11"E

Tabella 2-2 – Dati di impianto

## 2.5 CONNESSIONE

La Società SCM Ingegneria S.r.l ha presentato a Terna S.p.A. (“il Gestore”) la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di 45 MW. Alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202102457.

In data 26 Gennaio 2022, il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), accettata in data 4 Marzo 2022. La STMG stata volturata alla Società proponente.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l’impianto venga collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, denominata “Fulgatore 2”, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV “Fulgatore - Partanna”, previa:

- realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV “Fulgatore – Partinico”, di cui al Piano di Sviluppo Terna;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento dalla stazione di cui sopra con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento dalla stazione di cui sopra con la stazione 220/150 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

La cabina utente 36 kV e l’elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento dell’impianto alla stazione RTN Fulgatore 2 costituiscono impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Per quanto riguarda la nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, denominata “Fulgatore 2” e le relative opere di rete, si rimanda alla documentazione dei seguenti progetti, allegati comunque alla presente pratica per completezza:

- Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da 48,0 MW "Mazara Calamita", della società Edison. Tale progetto presenta il raddoppio linea da Partanna a Partanna 2, come previsto dalla STMG di Terna, Codice pratica 201800121. Il progetto è

in corso di approvazione come da VIA Ministeriale (MASE) - procedura: 8053.

- Impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica da 150 MW "Pozzillo", della società Energia Verde. Tale progetto ha presentato il raddoppio linea da Partanna a Partanna 3 e la realizzazione della nuova stazione RTN Partanna 3. Tali opere di rete sono state autorizzate con Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (P.A.U.R.) ex art. 27-bis del decreto legislativo n. 152/2006 e ss.mm.ii., Classifica TP06 IF34, Codice Procedura 730
- Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da 28,5 MW "Piana Borronea wind", della società Book3 GRvalue. Tale progetto presenta il raddoppio linea da Partanna 2 a Fulgatore e la realizzazione della nuova stazione RTN Fulgatore 2, come previsto dalla STMG di Terna, Codice pratica 202002388. Il progetto è in corso di approvazione come da PAUR Regione Siciliana - procedura: 2620.



### 3 DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA

Il sole è un'inesauribile fonte di energia che, grazie alle moderne tecnologie, viene utilizzata in maniera sempre più efficiente; le celle fotovoltaiche, infatti, permettono di generare elettricità direttamente dal sole.

Il fotovoltaico è una tecnologia decisamente compatibile con l'ambiente che determina una serie di benefici qui di seguito riassunti:

- assenza di generazione di emissioni inquinanti;
- assenza di rumore;
- non utilizzo di risorse legate al futuro del territorio;
- creazione di una coscienza comune verso un futuro ecologicamente sostenibile.

La promozione e la realizzazione di centrali di produzione elettrica da fonti rinnovabili trova come primo contributo sociale da considerare quello della tutela dell'ambiente e del territorio che si ripercuote a beneficio della salute dell'uomo.

Il contributo ambientale conseguente dalla promozione dell'intervento in questione si può definire secondo due parametri principali:

- Emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive.
- Risparmio di combustibile;
- Consolidamento del sedime agricolo
- Diminuzione dei fenomeni alluvionali

Relativamente ai vantaggi territoriali:

- Consolidamento del sedime agricolo
- Diminuzione dei fenomeni alluvionali

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

#### 3.1 SVILUPPI INTERNAZIONALI PER IL FOTOVOLTAICO

La produzione di energia rinnovabile è una delle sfide principali della società moderna e di quella futura ed il fotovoltaico rappresenta oggi la soluzione più semplice ed economica per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. Negli ultimi anni, infatti, l'ONU, l'Unione Europea e le principali agenzie internazionali che ricoprono un ruolo fondamentale in materia ambientale si sono occupate, con particolare attenzione, delle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili.

A livello internazionale, nel settembre del 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee d'azione, tra le quali è presente anche lo sviluppo di impianti agrivoltaici per la produzione di energia rinnovabile.

L'Unione Europea ha poi recepito immediatamente l'Agenda 2030, obbligando gli Stati membri ad adeguarsi a quanto stabilito dall'ONU.

A livello nazionale, il 10 novembre 2017, è stata approvata la SEN (Strategia Energetica

Nazionale) fino al 2030. Questa contiene obiettivi più ambiziosi rispetto a quelli dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

A livello europeo, invece, l'art. 194 del Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea prevede che l'Unione debba promuovere lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili per meglio allineare e integrare gli obiettivi in materia di cambiamenti climatici nel nuovo assetto del mercato.

Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (Direttiva UE/2018/2001), nel quadro del pacchetto «Energia pulita per tutti gli europei», inteso a far sì che l'Unione Europea sia il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ad aiutare l'UE a rispettare i propri obiettivi di riduzione di emissioni ai sensi dell'accordo di Parigi.

La nuova direttiva stabilisce un nuovo obiettivo in termini di energie rinnovabili per il 2030, che deve essere pari ad almeno il 32% dei consumi energetici finali, con una clausola su una possibile revisione al rialzo entro il 2023. Gli Stati membri potranno proporre i propri obiettivi energetici nazionali nei piani nazionali decennali per l'energia e il clima.

A livello nazionale, nel 2020, il Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE), ha adottato il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), che rappresenta uno strumento fondamentale per far volgere la politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050.

L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Più nel dettaglio, il PNIEC prevede che in Italia per raggiungere gli obiettivi prefissati si dovrebbero installare circa 50 GW di impianti fotovoltaici entro il 2030, con una media di circa 6 GW all'anno e, considerando che l'attuale potenza installata è inferiore ad 1 GW, è chiaro che è necessario trovare soluzioni alternative per accelerare il passo.

Alla luce di quanto sopra detto, nel caso di quelli che fino ad oggi erano considerati "impianti fotovoltaici a terra", è evidente che l'occupazione di suoli agricoli è inevitabile per raggiungere gli ambiziosi obiettivi comunitari imposti.

È doveroso ricordare, inoltre, che per gli impianti fotovoltaici a terra su suolo agricolo non sussistono più supporti pubblici alla produzione di energia ma il costo per unità di potenza installata è sensibilmente diminuito. Questo fattore può essere considerato come la maggiore spinta verso l'installazione di nuovi impianti.

L'approccio che si è utilizzato fino ad oggi prevedeva una ricerca continua di appezzamenti di terreno per l'installazione di grandi impianti anche su aree agricole non interessate da vincoli ambientali e paesaggistici e collocati in aree prossime a infrastrutture per il collegamento alla rete elettrica RTN (rete di Trasmissione Nazionale). Tali potenziali impianti, generalmente della potenza di diverse decine di MW, sono in grado di produrre un reddito sufficiente al sostenimento

di tutti i vari business plans redatti per la verifica di fattibilità economica dell'impianto stesso.

Questo approccio, che può prevedere il recupero di terreni marginali o abbandonati, destinandoli totalmente alle produzioni energetiche, può anche avere dei limiti quando si sviluppa su terreni produttivi. Infatti, la richiesta di superfici di terreni per grandi impianti non necessariamente implica un ruolo attivo degli agricoltori, causando quindi una perdita del reddito agricolo nei fondi utilizzati per la costruzione di impianti e perdita della qualifica di terreno agricolo per il cambio di destinazione di uso che viene fatto nel terreno (con conseguente rinuncia alla PAC ed ai relativi piani di sviluppo rurale).

Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. "agrivoltaici", ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

A riguardo, è stata anche prevista, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, una specifica misura, con l'obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti.

Il tema è rilevante e merita di essere affrontato in via generale, anche guardando al processo di individuazione delle c.d. "aree idonee" all'installazione degli impianti a fonti rinnovabili, previsto dal decreto legislativo n. 199 del 2021 e, dunque, ai diversi livelli possibili di realizzazione di impianti fotovoltaici in area agricola, ivi inclusa quella prevista dal PNRR. In tutti i casi, gli impianti agrivoltaici costituiscono possibili soluzioni virtuose e migliorative rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard.

In tale quadro, sono state elaborate nel Giugno 2022 le "Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici" (nel seguito indicate come linee guida), prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal Ministero della transizione ecologica - dipartimento per l'energia, e composto da:

- CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria;
- GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.;
- ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile;
- RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A.

Tale documento ha lo scopo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

### 3.2 L'AGRIVOLTAICO

E' innanzitutto doveroso chiarire dal punto di vista della definizione di impianto la differenza tra impianto fotovoltaico, agrivoltaico e agrivoltaico avanzato. Dalle linee guida 2022 si possono esporre le seguenti definizioni:

- *Impianto fotovoltaico: insieme di componenti che producono e forniscono elettricità ottenuta per mezzo dell'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche in corrente alternata o in corrente continua e/o di immetterla nella rete distribuzione o di trasmissione;*

- *Impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico): impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;*
- *Impianto agrivoltaico avanzato: impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:*
  - *adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;*
  - *prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici;*

I sistemi agrivoltaici possono essere caratterizzati da diverse configurazioni spaziali (più o meno dense) e gradi di integrazione ed innovazione differenti, al fine di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (fotovoltaico e colturale), e garantire funzioni aggiuntive alla sola produzione energetica e agricola, finalizzate al miglioramento delle qualità ecosistemiche dei siti.

Dal punto di vista spaziale, il sistema agrivoltaico può essere descritto come un “pattern spaziale tridimensionale”, composto dall’impianto agrivoltaico, e segnatamente, dai moduli fotovoltaici e dallo spazio libero tra e sotto i moduli fotovoltaici, montati in assetti e strutture che assecondino la funzione agricola, o eventuale altre funzioni aggiuntive, spazio definito “volume agrivoltaico” o “spazio poro”, come mostrato nella seguente figura.



Fonte: Alessandra Scognamiglio, “Photovoltaic landscapes”: Design and assessment. A critical review for a new transdisciplinary design vision, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 55, 2016, Pages 629-661, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.072>.

Figura 3-1 – Schematizzazione di un sistema agrivoltaico

Un impianto agrivoltaico, confrontato con un usuale impianto fotovoltaico a terra, presenta

dunque una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza dei moduli da terra, e nei sistemi di supporto dei moduli, oltre che nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola realizzata all'interno del sistema agrivoltaico.

Il pattern tridimensionale (distribuzione spaziale, densità dei moduli in pianta e altezza minima da terra) di un impianto fotovoltaico a terra corrisponde, in generale, a una progettazione in cui le file dei moduli sono orientate secondo la direzione est-ovest (angolo di azimuth pari a 0°) ed i moduli guardano il sud (nell'emisfero nord), con un angolo di inclinazione al suolo (tilt) pari alla latitudine meno una decina di gradi; le file di moduli sono distanziate in modo da non generare ombreggiamento reciproco se non in un numero limitato di ore e l'altezza minima dei moduli da terra è tale che questi non siano frequentemente ombreggiati da piante che crescono spontaneamente attorno a loro. Questo pattern - ottimizzato sulla massima prestazione energetica ed economica in termini di produzione elettrica - si modifica nel caso di un impianto agrivoltaico per lasciare spazio alle attività agricole e non ostacolare (o anche favorire) la crescita delle piante.

I pannelli di ultima generazione adottati in questi impianti sono dotati di una tecnologia innovativa bifacciale: anche il lato B contribuirà alla produzione, sfruttando la luce riflessa dalla superficie del terreno, oltre quella diretta, con un'efficienza superiore del 20% rispetto al fotovoltaico tradizionale. Sono montati su inseguitori mono assiali per seguire così il sole nel suo arco quotidiano ed è previsto l'uso di pannelli di taglia grande per ridurre la superficie occupata favorendo il connubio tra la produzione di energia elettrica e le coltivazioni agricole.

Il decreto legislativo n.199 del 2021 ha stabilito che per l'accesso ai contributi PNRR gli impianti dovranno essere realizzati in conformità alle predette disposizioni del decreto-legge 77/2021, ma che le condizioni per l'accesso ai contributi del PNRR saranno stabilite con un apposito decreto del Ministro della transizione ecologica.

### 3.3 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI

Di seguito vengono riportati i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi, come indicati nelle linee guida 2022:

- *REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;*
- *REQUISITO B: 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;*
- *REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;*
- *REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;*



- **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

In funzione del rispetto di tali requisiti, come mostrato nella seguente figura, gli impianti agrivoltaici possono avvalersi delle seguenti definizioni:

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come “agrivoltaico”. Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2.
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di “impianto agrivoltaico avanzato” e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l’impianto come meritevole dell’accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.
- Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l’accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell’ambito dell’attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 “Sviluppo del sistema agrivoltaico”, come previsto dall’articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.



Fonte: CEI PAS 82-93

Figura 3-2 – Definizione impianto agrivoltaico in funzione del rispetto dei requisiti

### 3.3.1 Requisito A

Il primo requisito è chiaramente che l'impianto agrivoltaico non vada a compromettere la continuità dell'attività agricola o pastorale, garantendo invece una efficiente produzione elettrica.

Tale requisito si può coniugare nei seguenti parametri:

- A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione.

Si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

- A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola.

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %.

### 3.3.2 Requisito B

Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

- B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento, valutando in particolare:

- L'esistenza e la resa della coltivazione, rispetto al valore medio della produzione negli anni precedenti l'installazione dell'impianto agrivoltaico, o a valori medi di produzioni analoghe nella stessa area.
- Il mantenimento dell'indirizzo produttivo in caso di coltivazioni già presenti, o eventualmente il passaggio a indirizzi produttivi di valore economico più elevato, fermo restando in ogni caso il mantenimento di produzioni DOP o IGP.

- B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

La produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (in GWh/ha/anno), paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard, non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima.

### 3.3.3 Requisito C

**TIPO 1)** l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.)

compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono, fatti salvi gli elementi costruttivi dell'impianto che poggiano a terra e che inibiscono l'attività in zone circoscritte del suolo.

**TIPO 2)** l'altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l'impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna funzione sinergica alla coltura).

**TIPO 3)** i moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale. L'altezza minima dei moduli da terra non incide significativamente sulle possibilità di coltivazione (se non per l'ombreggiamento in determinate ore del giorno), ma può influenzare il grado di connessione dell'area, e cioè il possibile passaggio degli animali, con implicazioni sull'uso dell'area per attività legate alla zootecnia. Per contro, l'integrazione tra l'impianto agrivoltaico e la coltura si può esplicare nella protezione della coltura compiuta dai moduli fotovoltaici che operano come barriere frangivento.

Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nel tipo 1) e 3):

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

Si può concludere che:

- Gli impianti di tipo 1) e 3) sono identificabili come impianti agrivoltaici avanzati che rispondono al REQUISITO C.
- Gli impianti agrivoltaici di tipo 2), invece, non comportano alcuna integrazione fra la produzione energetica ed agricola, ma esclusivamente un uso combinato della porzione di suolo interessata.

#### 3.3.4 Requisiti D ed E

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

Gli esiti dell'attività di monitoraggio, con specifico riferimento alle misure di promozione degli impianti agrivoltaici innovativi citate in premessa, sono fondamentali per valutare gli effetti e l'efficacia delle misure stesse.

A tali scopi il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):



- D.1) il risparmio idrico;
- D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E):

- E.1) il recupero della fertilità del suolo;
- E.2) il microclima;
- E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Infine, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e, dunque, in ultima analisi la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, è importante la misurazione della produzione di energia elettrica.

## 4 IMPIANTO AGRIVOLTAICO “DELIA”

### 4.1 PRINCIPI GENERALI PER LA SCELTA DEL SITO

Il sito è stato selezionato sulla base dei seguenti parametri:

- L’area presenta buone caratteristiche di irraggiamento orizzontale globale, con una produzione di energia attesa a P50 pari a 96,44 GWh e circa 1907 kWh/kWp/anno (ore equivalenti);
- La prossimità al punto di connessione alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN);
- L’esistenza di una rete viaria ben sviluppata ed in buone condizioni, che consente di minimizzare gli interventi di adeguamento e di realizzazione di nuovi percorsi stradali per il transito dei mezzi di trasporto delle strutture durante la fase di costruzione;
- La sostanziale assenza di vincoli ambientali e paesaggistici preclusivi alla realizzazione dell’impianto agrivoltaico.

Conclusa l’analisi preliminare, la Società ha valutato quale tecnologia impiantistica adottare, considerando che un fattore chiave per la scelta della tecnologia è che questa possa integrarsi al meglio con l’attività di coltivazione tra le file di pannelli, garantendo la continuità nella produzione ed un aumento della redditività agricola stessa.

Al termine di questo ulteriore processo di valutazione, tenuto conto dei vincoli ambientali e dei requisiti di buona progettazione, si è arrivati a definire il layout dell’impianto agro-fotovoltaico.

### 4.2 IDENTIFICAZIONE MIGLIORE TECNOLOGIA DA ADOTTARE

La soluzione proposta nel presente progetto è il risultato di una analisi approfondita tra le differenti tecnologie disponibili sul mercato, al fine di individuare la soluzione più idonea, considerando i seguenti criteri:

- Impatto visivo
- Possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici
- Costo di investimento
- Costi di Operation and Maintenance
- Producibilità attesa dell’impianto

#### 4.2.1 Impianto fisso

- Impatto visivo  
Contenuto, data la limitata altezza delle strutture
- Possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici  
Limitata, sia per l’eccessivo ombreggiamento che per la scarsa possibilità di accesso con mezzi meccanici, risultanti in una scarsa possibilità di sfruttare l’area sotto i pannelli
- Costo di investimento  
Contenuto

- Costi di Operation and Maintenance  
Limitati, data la facilità di accesso ai pannelli
- Producibilità attesa dell'impianto  
È la tecnologia disponibile sul mercato che comporta la minor producibilità possibile.

#### 4.2.2 Impianto monoassiale (inseguitore di rollio)

- Impatto visivo  
Contenuto, data la limitata altezza delle strutture
- Possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici  
Rispetto ad un impianto fisso è possibile utilizzare mezzi meccanici tra le file. E' inoltre possibile utilizzare pannelli bifacciali per massimizzare la produzione e ridurre l'ombreggiamento sotto i pannelli, aumentando la sfruttabilità dell'area.
- Costo di investimento  
Leggermente più alto del costo dell'impianto fisso
- Costi di *Operation and Maintenance*  
Anche per questa soluzione i costi di manutenzione sono limitati, data la facilità di accesso ai pannelli. I costi sono leggermente più alti rispetto all'impianto fisso per la presenza dei tracker e relativi motori.
- Producibilità attesa dell'impianto  
La produzione è decisamente aumentata rispetto ad un impianto fisso, nell'ordine di 15-18%

#### 4.2.3 Impianto monoassiale (inseguitore ad asse polare)

- Impatto visivo  
Moderato, data l'altezza aumentata delle strutture
- Possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici  
Limitata, causa la complicazione delle strutture e l'esigenza di fondazioni fuori terra che limitano notevolmente il passaggio dei mezzi e l'accessibilità e lo sfruttamento dell'area sotto i pannelli, nonostante la riduzione dell'ombreggiamento, grazie alla possibilità di utilizzare moduli bifacciali
- Costo di investimento  
Aumentato di un 10-15 % rispetto all'impianto fisso, causa la maggiore complessità delle strutture di sostegno dei moduli e la necessità di fondazioni in cemento
- Costi di *Operation and Maintenance*  
Anche per questa soluzione i costi di manutenzione sono limitati, data la facilità di accesso ai pannelli. I costi sono leggermente più alti rispetto all'impianto fisso per la presenza dei tracker e relativi motori.
- Producibilità attesa dell'impianto  
La producibilità è decisamente più alta dell'impianto fisso, grazie all'inseguimento del

sole.

#### 4.2.4 Impianto monoassiale (inseguitore di azimut)

- **Impatto visivo**  
Elevato, data la notevole altezza delle strutture e dei pannelli
- **Possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici**  
Limitata dal fatto che i pannelli richiedono molto spazio per il movimento ad inseguimento, che non consente accesso ai mezzi agricoli.
- **Costo di investimento**  
Decisamente più alti dei costi di un impianto fisso, date le strutture più complicate
- **Costi di Operation and Maintenance**  
Anche la manutenzione risulta più complessa e costosa, a causa delle notevoli altezze raggiunte-
- **Producibilità attesa dell'impianto**  
In analogia alla tipologia precedente, la produzione è aumentata grazie all'inseguimento del sole.

#### 4.2.5 Impianto biassiale

- **Impatto visivo**  
Elevato, data la notevole altezza delle strutture e dei pannelli
- **Possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici**  
Elevata, dato il facile accesso alle aree sotto le strutture con mezzi meccanici
- **Costo di investimento**  
Decisamente più alti dei costi di un impianto fisso, date le strutture più complicate
- **Costi di Operation and Maintenance**  
Anche la manutenzione risulta più complessa e costosa, a causa delle notevoli altezze raggiunte-
- **Producibilità attesa dell'impianto**  
In analogia alla tipologia precedente, la produzione è significativamente aumentata grazie all'inseguimento del sole.

#### 4.2.6 Impianto biassiale su strutture elevate

- **Impatto visivo**  
Elevato, data la notevole altezza delle strutture e dei pannelli
- **Possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici**  
Elevata, dato il facile accesso alle aree sotto le strutture con mezzi meccanici
- **Costo di investimento**  
Elevato, è la soluzione che comporta i costi più alti, sia per le strutture elevate, che per la

complicazione del sistema di inseguimento

- Costi di Operation and Maintenance

Elevati, dovuti alla difficoltà di accesso ai pannelli e alla complicazione del sistema di inseguimento

- Producibilità attesa dell'impianto

In analogia alla tipologia precedente, la produzione è significativamente aumentata grazie all'inseguimento del sole.

#### 4.2.7 Valutazione soluzione migliore

Andando ad assegnare punteggi ad ogni criterio e per le differenti soluzioni descritte nei paragrafi precedenti, è possibile individuare la tecnologia che consente il miglior compromesso.

Tale valutazione ha portato ad individuare la seguente classifica:

1. Impianto monoassiale (inseguitore di rollio)
2. Impianto fisso
3. Impianto monoassiale (inseguitore ad asse polare)
4. Impianto biassiale su strutture elevate
5. Impianto monoassiale (inseguitore di azimut)
6. Impianto biassiale

La soluzione prevista nel presente progetto corrisponde esattamente alla prima di questa classifica.

### 4.3 IMPIANTO AGRIVOLTAICO INTEGRATO INNOVATIVO

Alla luce delle definizioni e dei requisiti identificati nei paragrafi precedenti, l'impianto agrivoltaico "Delia", oggetto del presente progetto, può avvalersi della definizione di impianto agrivoltaico integrato innovativo, in funzione delle seguenti caratteristiche peculiari:

- adotta soluzioni integrative innovative di cui al punto C delle *Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici* del giugno 2022 atte a garantire la piena integrazione tra l'attività agricola e la produzione di energia fotovoltaica volte a ottimizzare le prestazioni di entrambi sistemi;
- con riferimento alla superficie totale d'impianto, circa il 90% ne rappresenta l'area coltivata (62,43 ha), suddivisa nella maniera seguente: circa il 6,60% della superficie dell'impianto (7,40% della superficie coltivata) sarà dedicata a vigneti (4,62 ha), appositamente studiati per ottimizzarne la coesistenza con le strutture fotovoltaiche e, al contempo, permettere una normale gestione meccanizzata; circa il 64,68% della superficie dell'impianto (71,87% della superficie coltivata) sarà dedicata a manto erboso a scopo foraggero (44,87 ha); circa il 14,42% della superficie dell'impianto (16,02% della superficie coltivata) sarà dedicata a colture aromatiche e officinali (10 ha); circa il 4,28% della superficie dell'impianto (4,75% della superficie coltivata) sarà dedicata a uliveto avente anche la finalità di fascia di mitigazione perimetrale (2,97 ha);
- mantiene l'attività agricola sull'area, attualmente destinata a colture estensive ed incolto

prevedendo la realizzazione di erbai polifiti, ideali sia per la semplicità di gestione, sia per poter consentire un'eventuale attività apistica e produzione mellifera;

- completa l'attività agricola con l'olivocoltura tramite la realizzazione di una fascia perimetrale, che funge da opera di mitigazione e schermatura verso le aree limitrofe;
- riqualificazione i bacini irrigui esistenti che troveranno funzione nella conservazione dell'avifauna esistente e potranno essere utilizzati per l'irrigazione delle attività agricole.

Il presente progetto riesce a sfruttare tutta l'area per impiantare i nuovi vigneti, grazie ai seguenti piccoli accorgimenti, in linea con le linee guida già ricordate nei precedenti paragrafi:

- Impianto fotovoltaico:
  - è stata scelta una struttura più alta rispetto ai *tracker* standard, per garantire le altezze necessarie per effettuare tutte le operazioni sia agricole che di manutenzione impiantistica. Inoltre, tale altezza aumentata consente di far trapelare molta più luce al di sotto dei moduli, a beneficio delle culture sottostanti
  - vengono installati sui tracker singoli moduli in disposizione verticale (1-V) con caratteristiche bifacciali con vetro trasparente su entrambe le facce.
  - è stata adottata una larghezza tra le vele tale da garantire il passaggio dei mezzi agricoli, una buona distribuzione della radiazione solare sotto le strutture e una omogenea distribuzione dell'acqua piovana
- Vigneto
  - Il vigneto avrà una distanza tra i filari pari a 2,50 m, pertanto del tutto in linea con gli impianti più diffusi.

In definitiva, all'interno dell'impianto agrivoltaico "Delia" saranno presenti superfici totali destinati a vigneto di 4,62 ha circa.

Alla luce dell'analisi dei presenti paragrafi, si può riassumere la corrispondenza ai requisiti delle Linee Guida del MiTe per mezzo della seguente tabella:

N. Requisito	Requisito	Impianto "DELIA"
A.1	$Sup_{Agricola}/Sup_{Totale} > 70\%$	90,02 %
A.2	$LAOR (Sup_{Captante}/Sup_{Totale}) < 40\%$	31,45 %
B.1	Continuità dell'attività agricola: a) esistenza e resa della coltivazione b) Mantenimento indirizzo produttivo	a) Si è stimato un fabbisogno di manodopera pari a 2,10 ULU b) Miglioramento dell'indirizzo produttivo in quanto, oltre a mantenere l'impiego a seminativo, si aggiungerà la coltivazione di ulivi. I vigneti presenti verranno re-impiantati.
B.2	Producibilità elettrica minima ( $FV_{agri} \geq 0,6 \times FV_{standard}$ )	$FV_{agri}/FV_{standard} = 94,68\%$ (avendo stimato in 101,855 GWh/anno la producibilità di un impianto fotovoltaico standard sulla stessa superficie.
C.1	Altezza minima dei moduli fotovoltaici dal suolo:	2,86 m (Altezza asse di rotazione) 2,10 m (Altezza minima dal suolo)

N. Requisito	Requisito	Impianto "DELIA"
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superiore a 2,1 m nel caso di attività colturale</li> <li>• Superiore a 1,3 m nel caso di attività zootecnica</li> </ul>	
<b>C.2</b>	Attività Agricola svolta sotto i moduli	<p>L'attività agricola sarà svolta sotto le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici con la realizzazione di un erbaio polifita e un vigneto, coltivati meccanicamente.</p> <p>Anche tra i filari di vigneto sarà realizzato un manto di inerbimento, che proteggerà il suolo dall'azione diretta della pioggia e dall'effetto erosivo dell'acqua.</p>
<b>D.1</b>	Monitoraggio del risparmio idrico	<p>Le colture previste sono colture in asciutto.</p> <p>Sarà però installato un sistema di sensori adatti al monitoraggio dello stato di umidità del suolo, sia al di sotto dei moduli che sulle parti non coperte ("testimone" – cfr. E.2).</p>
<b>D.2</b>	Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	<p>L'impianto agronomico verrà realizzato secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientale, 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 piani di monitoraggio costanti e puntuali.</p> <p>Nel corso della vita dell'impianto agro-fotovoltaico verranno monitorati i seguenti elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• esistenza e resa delle coltivazioni</li> <li>• mantenimento dell'indirizzo produttivo</li> </ul> <p>Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con cadenza annuale</p>
<b>E.1</b>	Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	<p>Previste analisi del terreno ogni 3-5 anni per identificare le caratteristiche fondamentali del suolo e la dotazione di elementi nutritivi: scheletro, tessitura, carbonio organico, pH del suolo, calcare totale e calcare attivo, conducibilità elettrica, azoto totale, fosforo assimilabile, capacità di scambio cationico (CSC), basi di scambio (K scambiabile, Ca scambiabile, Mg scambiabile, Na scambiabile), Rapporto C/N, Rapporto Mg/K.</p>
<b>E.2</b>	Monitoraggio del microclima	<p>Prevista l'installazione di sensori agro-meteo che permettono di registrare e ottenere numerosi dati relativi alle colture (ad esempio la bagnatura fogliare) e all'ambiente circostante (valori di</p>

N. Requisito	Requisito	Impianto "DELIA"
		umidità dell'aria, temperatura, velocità del vento, radiazione solare). I risultati dei monitoraggi verranno appuntati nel quaderno di campagna (cfr. cap. 12).
<b>E.3</b>	Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici	I principali cambiamenti climatici nell'area sono legati all'incremento delle temperature medie e alla variazione del regime delle precipitazioni, così come alla variazione nella frequenza e nell'intensità di eventi estremi. Questi fattori influenzano la produttività delle colture.  L'installazione dei sensori agrometeo consentirà di verificare la resa delle colture.

Tabella 4-1 – Verifica dei requisiti previsti dalle linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici

	N.	Descrizione	Superficie (m <sup>2</sup> )
<b>Superficie lorda totale</b>	1	Superficie Recintata	613.093
	2	Fascia arborea esterna	7.855
	3	Superficie agricola coltivata Esterna	70.970
	4	Superficie strade e piazzole Esterna	319
	5	Superficie lago + corso d'acqua + rinaturalizzazione Esterna	4.747
<b>Tare</b>	6	TARE – Superficie laghetti	3.150
	7	TARE – Canali/Corsi d'acqua	301
<b>Sup. agricola</b>	8	Fascia arborea Interna	29.706
<b>Superficie non agricola</b>	9	Superficie strade e piazzole Esterne	319
	10	Superficie strade e piazzole Interne (a meno delle aree cabine)	9.882
	11	Superficie cabine, magazzini, ect	501
	12	Superficie string box	825
	13	Superficie non coltivata sotto i moduli (0,5 lungo l'asse)	46.373
	14	Fascia arborea Esterna	7.855
	15	Superficie rinaturalizzata	3.490
<b>Categorie superfici</b>	16	<b>Superficie lorda totale</b>	<b>696.984</b>
	17	<b>S<sub>tare</sub> - Superficie Tare</b>	<b>3.451</b>
	18	<b>S<sub>tot</sub> - Superficie del sistema agrivoltaico</b>	<b>693.533</b>
	19	<b>S<sub>N</sub> - Superficie non utilizzata</b>	<b>69.245</b>
	20	<b>S<sub>agricola</sub> - Superficie Agricola</b>	<b>624.288</b>
	21	<b>S<sub>apv</sub> - Superficie di un sistema agrivoltaico</b>	<b>-</b>
	22	<b>S<sub>pv</sub> - Superficie ingombro moduli (orizzontale)</b>	<b>218.141</b>



	N.	Descrizione	Superficie (m <sup>2</sup> )
<b>Parametri linee guida MiTe</b>		<b>A.1: Superficie Agricola <math>S_{agricola}</math>/Superficie Totale (<math>S_{tot}</math>)</b>	<b>90,02 %</b>
		<b>A.2: LAOR - Superficie Captante (<math>S_{pv}</math>)/Superficie Totale (<math>S_{tot}</math>)</b>	<b>31,45 %</b>

*Tabella 4-2 – Calcolo parametri A.1 e A.2 linee guida MiTe*

Alla luce di quanto sopraesposto è possibile osservare che l'impianto rispetta tutti i requisiti (A, B, C, D ed E) previsti dalle *Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici* pubblicate dal MiTe nel giugno 2022.

## 5 RISPARMIO EMISSIONI E PRODUZIONE IMPIANTO

### 5.1 RISPARMIO DI COMBUSTIBILE

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Dato il parametro dell'energia prodotta, il contributo al risparmio di combustibile relativo all'impianto fotovoltaico in questione può essere valorizzato secondo la seguente tabella:

Risparmio di combustibile	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
TEP risparmiate in un anno	18.033,72
<b>TEP risparmiate in 20 anni</b>	<b>360.674,38</b>

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

### 5.2 EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA DI SOSTANZE NOCIVE

L'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Dato il parametro dell'energia prodotta, il contributo alle emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive, relativo all'impianto in oggetto, può essere valorizzato secondo la seguente tabella:

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NOX	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	444,4	0.058	0.218	0.003
Emissioni evitate in un anno [ton]	42.856,60	5,59	21,02	0,29
<b>Emissioni evitate in 20 anni [ton]</b>	<b>857.132,06</b>	<b>111,87</b>	<b>420,47</b>	<b>5,79</b>

Fonte dati: Rapporto ISPRA 317/2020 tabelle 2.3 e 2.15

### 5.3 STIMA PRODUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto, come detto, sarà installato nel comune di Marsala (TP) e sarà diviso in cinque aree, per le quali si possono considerare le coordinate baricentriche identificate nel precedente paragrafo 2.4.

Nella località di progetto si può considerare un irraggiamento medio annuo su superficie del modulo fotovoltaico installato su tracker di circa 2.009,5 kWh/m<sup>2</sup>.

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 50,561 MW e opere connesse, denominato "DELIA" da realizzarsi nei comuni di Marsala (TP) e Trapani (TP)



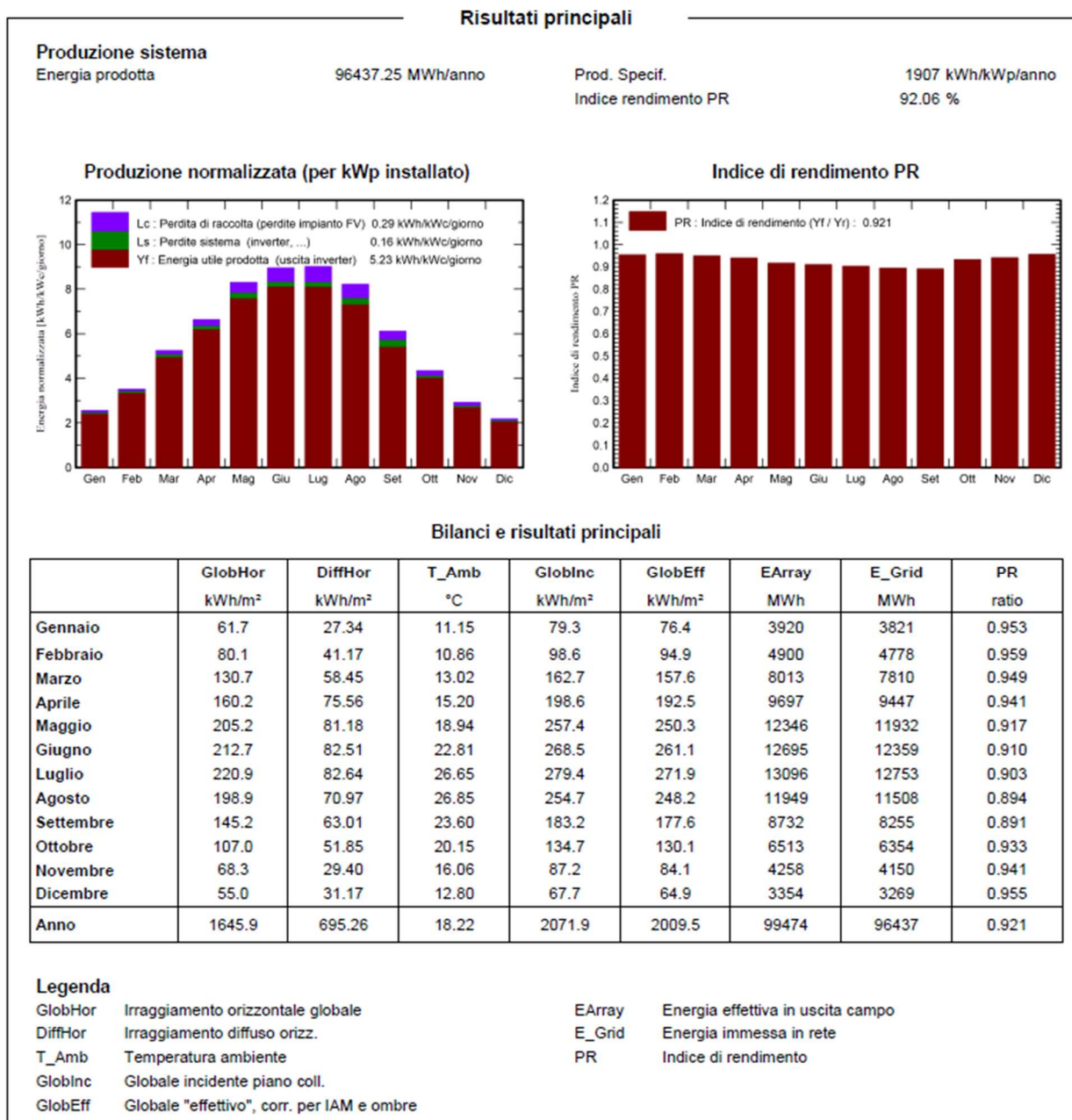
La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) risulta essere:

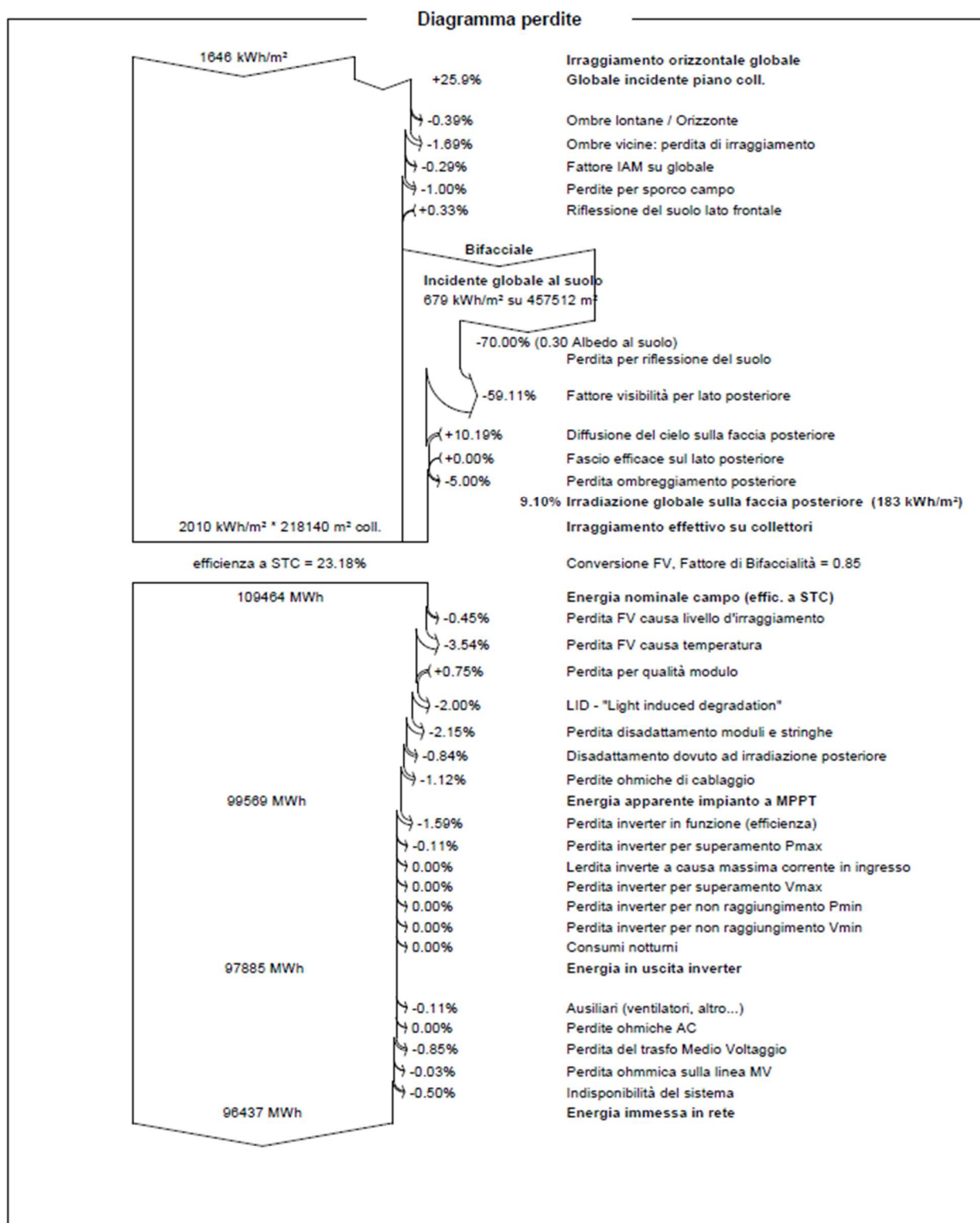
$$PSTC = P_{MODULO} \times N^{\circ}MODULI = 720 \times 70224 = 50561 \text{ kWp}$$

Dalle simulazioni effettuate si evince una perdita di performance del 12 %, come risulta dal calcolo della energia immessa in rete rispetto all'energia nominale di campo:

$$\text{Perdita di performance} = 1 - (\text{energia immessa} / \text{energia nominale}) = 1 - 96437 / 109464 = 12\%$$

Di seguito estratto con i risultati del rapporto relativo alla simulazione della producibilità del sito, allegato alla documentazione del presente progetto:





### Valutazione P50-P90

#### Dati meteo

Fonte	Meteonorm 8.1 (1991-2009), Sat=100%
Tipo	TMY, multi anno
Differenza da anno in anno (Varianza)	3.6 %
Deviazione Standard	
Cambiamento Climatico	0.0 %

#### Variabilità globale

Variabilità (Somma quadratica media)	4.0 %
--------------------------------------	-------

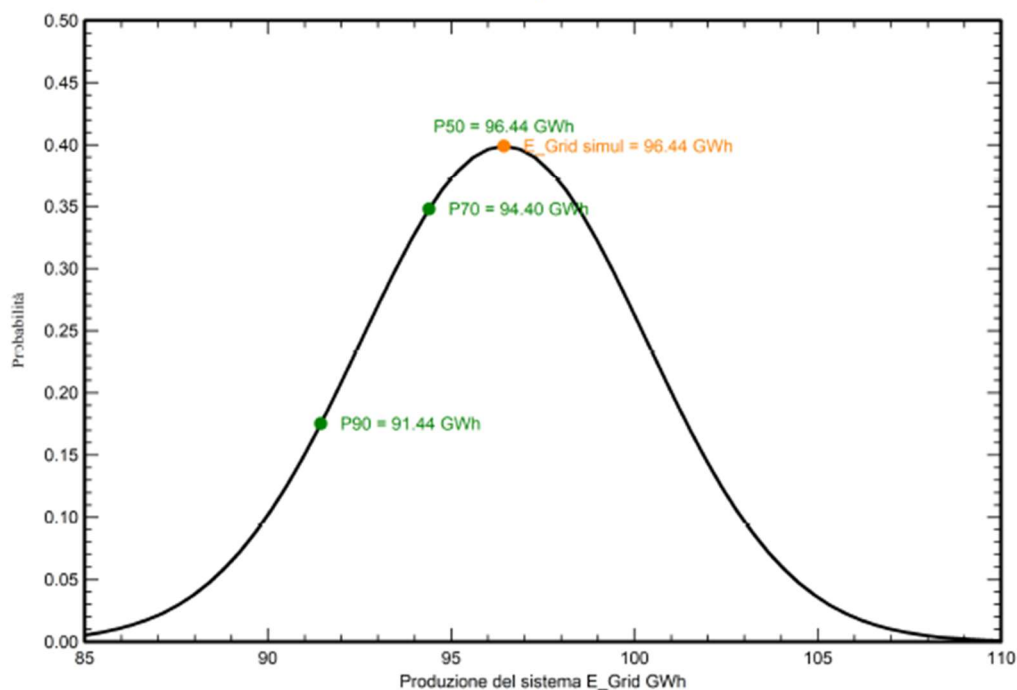
#### Incertezze dei parametri e simulazione

settaggio parametri modulo FV	1.0 %
Incertezza nella stima efficienza inverter	0.5 %
Incertezze di disadattamento e sporcizia	1.0 %
Incertezza nella stima del degrado	1.0 %

#### Valore di probabilità associato alla produzione

Variabilità	3.89 GWh
P50	96.44 GWh
P90	91.44 GWh
P70	94.40 GWh

Distribuzione di probabilità



## 6 VALUTAZIONE DEL RITORNO ENERGETICO SULL'INVESTIMENTO

### 6.1 INQUADRAMENTO

L'utilizzo delle fonti di energia ha un costo; per valutare l'efficienza e la sostenibilità dell'investimento occorre procedere ad un confronto pesato fra costi e benefici. In tal senso, è stato da tempo introdotto un criterio di valutazione basato sulle quantità di energia spese per la realizzazione e ricavate dal funzionamento di un impianto, sintetizzato con il coefficiente EROEI (Energy Returned On Energy Invested) o EROI (Energy Returned On Investment). In italiano, si parla di *Ritorno energetico dell'investimento*.

L'EROEI è dunque il rapporto fra l'energia che un impianto è in grado di produrre durante la sua vita attiva e l'energia necessaria per costruirlo, alimentarlo, mantenerlo ed infine smantellarlo. In formula l'indice risulta il seguente:

$$\text{EROEI} = \frac{\text{energia prodotta}}{\text{energia spesa}}$$

Un valore di EROEI pari a 10 indica che per ogni unità di energia spesa nella produzione si ottengono 10 unità di energia prodotta. Un investimento energetico è valido in generale quando l'energia che viene prodotta da quell'impianto durante la sua vita attiva è superiore a quella spesa per realizzarlo e farlo funzionare. La convenienza energetica si ha quindi solo per valori di EROEI > 1.

Il calcolo dell'indice EROEI non è semplice e le valutazioni possono essere discordanti, tuttavia costituisce un riferimento importante. L'incertezza nei risultati dipende dalla complessità e dalla variabilità dei fattori energetici.

Il calcolo rigoroso è basato sull'analisi del ciclo di vita dell'impianto, che fa riferimento agli standard ISO per quanto riguarda l'individuazione dei criteri. Il ciclo di vita comprende l'energia necessaria per:

- estrarre, trasportare e trasformare i minerali e le materie prime
- produrre i componenti
- costruire e realizzare l'impianto in loco
- rifornire e mantenere l'impianto
- smantellare l'impianto a fine vita

È da sottolineare che l'incertezza e la variabilità dei dati in ingresso in tali valutazioni sono molto elevate e dipendenti dalle tecnologie e l'organizzazione dei singoli produttori e gestori dei vari impianti e dalle dimensioni degli stessi.

Di seguito si riporta una tabella di letteratura che riassume le valutazioni massime e minime dell'EROEI per i principali vettori e fonti energetiche:

Fonte primaria o secondaria	EROEI	
	Minimo	Massimo
<b>Fonti energetiche esauribili</b>		
Petrolio	5	15
Metano	8	20
Carbone	2	17
Nucleare	1	20
Sabbia bituminosa	1	1,5
<b>Fonti energetiche rinnovabili</b>		
Idroelettrico	30	100
Eolico	10	80
Geotermico	2	13
Fotovoltaico	3	60
Solare termico	30	200
Solare termodinamico	10	20
Biomasse solide	3	27
Impianti biogas	10	20
Energie dalle onde, dalle maree e correnti marine	2	10
Risparmio energetico	2	300
<b>Vettori energetici rinnovabili</b>		
Gassificazione biomassa	2	10
Bioetanolo da cereali-barbabietole-leguminose	1	5
Bioetanolo da canna da zucchero	3	8
Bioetanolo da cellulosa	2	7
Bioetanolo da gassificazione	2	6
Olio vegetale da oleaginose	3	6
Biodiesel	3	5
Olio da microalghe	5	10

Fonte: [www.energoclub.org](http://www.energoclub.org)

*Tabella 6-1 – Valutazioni massime e minime EROEI*

Nel calcolo dell'EROEI non è conteggiato il contenuto energetico della fonte primaria, che sia quello del petrolio o della radiazione solare; questo penalizza nel confronto le fonti rinnovabili perché non tiene conto del fatto che sono "gratuite": l'energia non utilizzata viene dissipata senza produrre costo energetico o monetario.

È stato proposto da tempo l'uso di un indice EROEI globale, valido per confrontare la convenienza di un investimento energetico tra fonti esauribili e fonti rinnovabili (FER); si è visto che l'applicazione di questo tipo di valutazione porterebbe ad avere un parametro globale sempre >1 per le FER e sempre <1 per le fonti esauribili, ovvero:

- circa 0,4 per la generazione elettrica con combustibili fossili
- 0,8 per produrre carburanti dal petrolio



- - 0,8-0,9 per produrre energia termica da un combustibile tradizionale

## 6.2 VALUTAZIONE SPECIFICA DELL'EROEI

La valutazione dell'energia prodotta è esplicitata nella relazione "Rel05\_Rapporto di producibilità" ed ha portato ad un valore pari a 96,835 GWh/a di energia immessa in rete.

Il valore dell'energia spesa per la realizzazione dell'impianto può essere invece valutato in base alle informazioni tecniche messe a disposizione dai principali fornitori di fiducia del Proponente e da dati relativi ad altri impianti simili, da cui risulta un consumo energetico pari a 2,7 MWh per ogni kWp installato. Detto valore comprende l'energia per: costruzione di tutti i componenti dell'impianto (pannelli, tracker, inverter, componentistica, apparati elettrici, ecc.); installazioni e realizzazioni; operazioni di amministrazione, manutenzione e sicurezza; trasporti; smaltimenti.

Risulta quindi che per la realizzazione, funzionamento e dismissione dell'impianto un valore approssimativo dell'indice EROEI è stimabile come sotto:

$$E_{\text{prodotta}} = 96,437 \text{ GWh/anno} \times 30 \text{ anni} = 2.893 \text{ GWh}$$

$$E_{\text{spesa}} = 2,7 \text{ MWh/kWp} \times 50.561 \text{ kWp} = 136.515 \text{ MWh} = 136,5 \text{ GWh}$$

$$\text{EROEI} = E_{\text{prodotta}} / E_{\text{spesa}} = 21,19$$

L'indice risulta in linea con i valori tabellati da letteratura e pertanto accettabile.

In conclusione, il ritorno dell'investimento energetico dell'impianto in progetto è da ritenersi nettamente positivo.



Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 50,561 MW e opere connesse, denominato "DELIA" da realizzarsi nei comuni di Marsala (TP) e Trapani (TP)

## 7 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

### 7.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade amministrativamente all'interno del Comune di Marsala (TP), occupando diversi di terreno adiacenti per un'area complessiva recintata di circa 62 ettari.

Dal punto di vista Cartografico il sito ricade all'interno della Carta Ufficiale d'Italia edita dall'I.G.M.I. in scala 1:25.000 e in corrispondenza dell'intersezione tra le sezioni 605110, 605120 e 615160.

L'area interessata dal progetto è facilmente raggiungibili grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona.



Figura 7-1 – Inquadramento regionale

L'impianto presenta le seguenti coordinate GPS (per maggiori dettagli si vede la precedente Tabella 2-2):

- Latitudine 37°51'11.57"N; Longitudine 12°35'44.11"E
- Altimetria media risulta essere circa 55 m s.l.m..

Per quanto riguarda invece le opere di connessione, site nel comune di Trapani (TP), le coordinate risultano essere le seguenti:

- Latitudine 37°50'45.40"; Longitudine 12°38'1.29"E
- Altimetria media risulta essere circa 110 m s.l.m..

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 50,561 MW e opere connesse, denominato "DELIA" da realizzarsi nei comuni di Marsala (TP) e Trapani (TP)

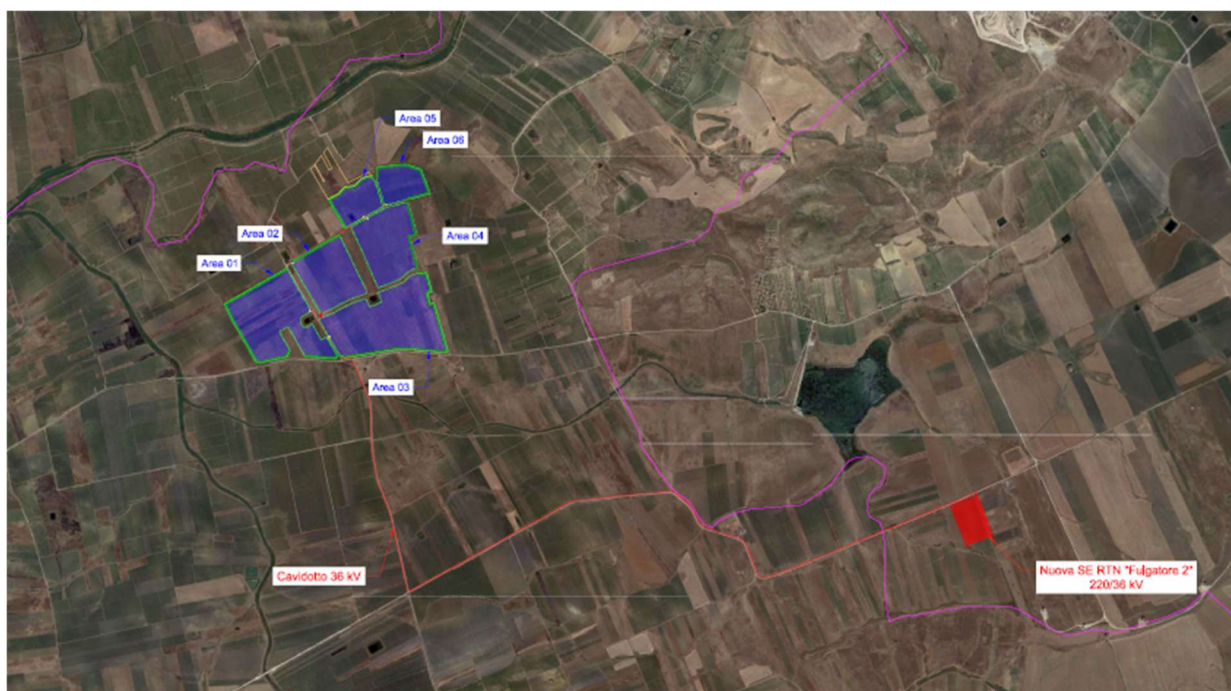


Figura 7-2 – Area impianto su ortofoto

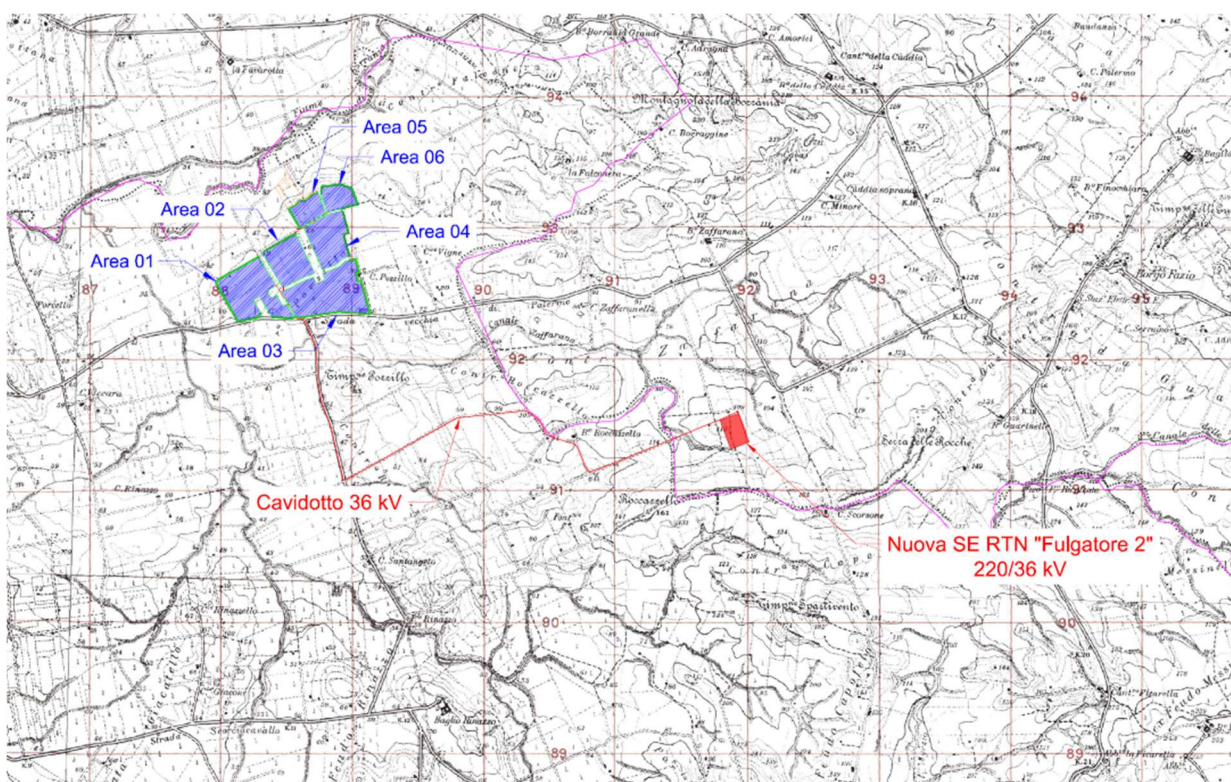


Figura 7-3 – Area impianto su IGM 1:25000

## 7.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area investigata, appartenente al bacino del Fiume Birgi è situata nell'estremo settore occidentale della Sicilia e ricade in una zona il cui contesto geologico generale riguarda terreni



affioranti in unità e successioni più superficiali, di età quaternaria ed olocenica, trasgressive sul basamento originario, costituito da terreni ascrivibili al periodo compreso tra il Triassico ed il Pliocene.

L'ampia piana costiera, che si sviluppa tra gli abitati di Trapani e di Marsala, è caratterizzata prevalentemente dai depositi di natura calcarenitica di età quaternaria ed, in subordine, da terreni di natura argillosa, argilloso-marnosa ed arenacea di età compresa tra il Miocene ed il Pliocene. Con riferimento all'area vasta di progetto i terreni affioranti sono riferibili a complessi litologici rappresentati da "formazioni" geologiche ampiamente riconosciute in letteratura, e di seguito riportate:

- ✓ Complesso Marnoso Arenaceo (Miocene Inf.)
- ✓ Complesso terrigeno Pelitico (Miocene Inf.)
- ✓ Depositi recenti o attuali
  - Complesso alluvionale (Recente)
  - Complesso detritico (Recente).
  - Depositi Eluvio-Colluviali (Recente)

Con specifico riferimento all'area di progetto prevalgono i depositi siculo-pelagiani con estesi affioramenti di calcari marnosi e depositi terrigeno-arenacei e di depositi quaternari di copertura, nel dettaglio:

- ✓ Alternanze di biocalcareni torbiditiche e calcareniti con glauconite (codice CARG LUO) e sabbie calcarenitiche mediamente cementate (codice CARG LUO-ac)
- ✓ Depositi argillosi della formazione di Terravecchia (sigla CARG: TRV)
- ✓ Depositi Quaternari

### 7.3 GEOLOGIA DEL SITO INTERVENTO

Il rilevamento geologico di superficie, opportunamente esteso ad un'ampia fascia perimetrale esterna rispetto al sito in oggetto e correlato con le interpretazioni delle indagini sismiche e penetrometriche, effettuate nei terreni oggetto di studio, ha permesso di ricostruire in modo soddisfacente la successione dei terreni presenti nell'area studiata.

Lo studio geologico, di insieme e di dettaglio, è stato realizzato conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili, ed infine, una campagna di rilievi effettuati direttamente in area prossimale a quella interessata dallo studio, ha permesso di redigere la carta geologica.

Le formazioni geologiche che affiorano nell'area in studio, procedendo da quelle di deposizione più recente verso quelle più antiche, sono le seguenti:

#### A. COMPLESSO CALCARENITICO (Miocene Inf.)

Si tratta di alternanze di biocalcareni torbiditiche e calcareniti con glauconite (codice CARG LUO) e sabbie calcarenitiche mediamente cementate (codice CARG LUO-ac) appartenenti alla formazione di Monte Luziano. I depositi di questa formazione sono interpretati come il prodotto di una sedimentazione in ambiente di scarpata e base di scarpata.

#### B. COMPLESSO TERRIGENO PELITICO (Miocene Inf.)

Tale complesso è ascrivibile alla Formazione di Terravecchia (Codice CARG TRV), la quale è costituita da una successione di argille, argille sabbiose, sabbie ed arenarie di ambiente

sedimentario da costiero a deltizio datate al Serravalliano – Tortoniano inferiore.

### C. COMPLESSO DI ROCCE INCOERENTI (Recente ed Attuale)

Tale complesso comprende alluvioni ghiaioso-sabbiose e sabbioso-limose talora terrazzate, detriti di falda e depositi litorali.

- a. Alluvioni ghiaioso-sabbiose e sabbioso-limose: si localizzano nelle aree di fondovalle con spessori variabili. Trattasi di depositi incoerenti sabbioso-ghiaiosi con subordinati lenti e livelli discontinui di limi e limi sabbiosi e depositi sabbioso-limosi con subordinati livelli di ghiaia. Presentano in genere un assetto lenticolare embriciato. I clasti hanno spigoli arrotondati con grado di arrotondamento variabile a seconda del materiale di provenienza e composizione litologica diversa da punto a punto in funzione delle formazioni litologiche affioranti nei rispettivi bacini imbriferi. Talora si osservano terrazzi alluvionali in ordini di diversa altezza rispetto agli alvei, con depositi analoghi a quelli delle alluvioni recenti.
- b. Detrito di falda: è costituito di elementi a spigoli vivi di dimensioni variabili, talora misti a terre rosse residuali. Accumuli detritici si localizzano, in particolare, a valle dei rilievi calcarei e gessosi della serie evaporitica.
- c. Coltre eluvio-colluviale: è costituita da depositi limoso-sabbiosi con una composizione variabile talora ricca in ghiaia e sabbia grossolana, prodotta dal dilavamento degli spessori sedimentari.

### D. DEPOSITI ANTROPICI (Attuali)

L'intenso livello di antropizzazione ha fatto sì che gli affioramenti siano stati completamente oblitterati da secoli di attività umana, e siano stati coperti da uno spessore variabile (da pochi centimetri a qualche metro) di terreno incoerente, molto ricco in frammenti vegetali, dalle scarse proprietà geotecniche.

L'area del futuro campo fotovoltaico ricade nei terreni alluvionali neogenici, costituiti da sabbie limose con clasti eterometrici, coperti da uno strato di terreno agricolo di spessore variabile.

## 7.4 GEOMORFOLOGIA E COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

Dal punto di vista morfologico generale l'area vasta di progetto si inquadra in un contesto pianeggiante, nella fascia altimetrica compresa tra i 50 m ed i 70 m s.l.m. con pendenze in linea di massima comprese tra i 2° e 5°, che assumono valori più elevati solo in corrispondenza del versante settentrionale dell'area impianto 05.

Relativamente alla linea di connessione MT, essa si snoda dapprima internamente all'area di impianto e prosegue verso sud, esternamente all'impianto, per poi proseguire verso Ovest lungo fino a connettersi alla Stazione di Utenza posta ad una altitudine di circa 110 metri s.l.m.

L'elettrodotto, sostanzialmente, si sviluppa quasi interamente in corrispondenza di una viabilità già esistente, attraversando vari sottobacini idrografici, tutti quali afferenti al Fiume Birgi.

Per quanto riguarda la futura Stazione Utente (SST), essa risulta impostata sui depositi eluviali e colluviali, in un'area con pendenza compresa tra 2 e 5° ricadente sempre nel bacino del fiume Birgi.

Allo stato attuale il principale agente morfologico attivo nel modellamento dei versanti risulta essere "l'acqua", sia relativamente all'azione di ruscellamento delle acque superficiali sia in relazione ai processi erosivi e di sedimentazione legati alle acque incanalate.

Con specifico riferimento ai manufatti in progetto, gli areali interessati dall'impianto fotovoltaico non risultano interferire con aree in dissesto identificate sulla cartografia del P.A.I.– Sicilia.

Da una osservazione puntuale e dai rilievi effettuati limitatamente alle aree di progetto, unitamente all'analisi delle ortofoto storiche del territorio, è stata tuttavia riscontrata una possibile area di interferenza tra un dissesto attivo e l'area di intervento nei dintorni dell'area in dissesto attivo pericolosità P2 codice 051-9MA-019, sito in C.da Pozzillo ubicato circa 27 metri ad Nord del campo fotovoltaico. Tale area in dissesto "potenziale" è ubicata nella porzione di terreno che mostra le pendenze più elevate, comprese tra 10 e 15° con picchi fino ai 25° e versante degradante verso NO; tale area, non essendo presenti impluvi le cui acque potrebbero riattivare il movimento grazie ai meccanismi di approfondimento vallivo può essere definita come quiescente o non attiva; tuttavia, per garantire la stabilità delle strutture di fondazione dei tracker deve essere oggetto di particolare attenzione all'atto della progettazione esecutiva.

Come già accennato allo stato attuale, "l'acqua" risulta essere l'unico agente morfologico attivo nel modellamento del versante, sia relativamente all'azione di ruscellamento superficiale sia in relazione ai processi erosivi legati alle acque incanalate.

Appare inoltre opportuna la messa in opera di una sistemazione di versante della porzione Nord dell'area di progetto 5 (gabbionate) in modo da garantire la protezione del versante e impedire l'innescio di lenti movimenti gravitativi, seppur superficiali ma potenzialmente dannosi per i futuri manufatti in progetto.

Relativamente al cavidotto di collegamento tra l'impianto e la Stazione di Utenza, non sono state individuate interferenze con aree segnalate nelle carte del P.A.I.

## 7.5 VALUTAZIONI IDROGEOLOGICHE E PERMEABILITA'

Dal punto di vista idrografico generale, i manufatti in progetto, ovvero le aree di impianto e la linea di connessione alla Stazione Utente, ricadono tutte all'interno del bacino idrografico principale del Fiume Birgi il quale, nei fatti, rappresenta il principale corso d'acqua della Sicilia occidentale.

Le aree di impianto risultano attraversate e/o costeggiate da diverse incisioni idrografiche, di vario ordine gerarchico.

Come già sottolineato ampiamente nel corso del presente documento gli impluvi presentano caratteristiche tipiche di incisioni idrografiche in approfondimento con potenziale instabilità delle sponde e conseguenti diffusi fenomeni di richiamo vallivo superficiale nell'immediato intorno, anche in corrispondenza di pendenze assai non troppo accentuate.

L'analisi idrografica di dettaglio, relativamente al tracciato del cavidotto, ha evidenziato n. 7 punti di interferenza di una qualche rilevanza idrologica, seppur minima, rappresentate o meno sulla C.T.R. che non rappresentino un mero tombino di raccolta delle acque di piattaforma stradale.

La rete idrografica, con riferimento all'area vasta, sui terreni alluvionali a prevalente componente detritica a granulometria sabbioso-argillosa-limosa appare nel complesso da poco a moderatamente sviluppata con numerosi impluvi, seppur di piccole dimensioni e in genere moderatamente incisi, con pattern detritico.

Nell'area non sono identificati complessi idrogeologici rilevanti.

In considerazione delle caratteristiche litologiche dei materiali e del loro grado di permeabilità, si ritiene che i terreni di fondazione abbiano una buona capacità di immagazzinamento delle acque; sulla base delle osservazioni effettuate in loco e sulla valutazione dell'impluvio e dei laghetti presenti, unitamente allo studio dell'assetto geolitologico, si ritiene plausibile che nell'area di progetto sia presente una falda idrica con livello piezometrico oscillante su base stagionale.

Il litotipo presente nell'area d'indagine presenta un grado di permeabilità alto.

## 7.6 INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

Il presente paragrafo intende fornire un quadro generale dei principali vincoli territoriali-urbanistici presenti nell'area di inserimento dell'impianto in progetto, con particolare riferimento alla tutela del paesaggio e delle aree protette, la tutela della qualità delle risorse idriche, la bonifica dei suoli inquinati ecc.

L'area di interesse è situata nel territorio comunale di Marsala (TP), con parte della dorsale di collegamento e la Stazione di Utenza che si estendono nel territorio di Trapani (TP).

L'intera area è classificata come Zona Agricola, rendendo il progetto compatibile ai sensi dell'art.12 comma 7 del D.Lgs. 387/2003 e s.m.i. "387/2003 e s.m.i. *“Gli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici. Nell'ubicazione si dovrà tenere conto delle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale di cui alla legge 5 marzo 2001, n. 57, articoli 7 e 8, nonché del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 228, articolo 14”*.

Si evidenzia che l'impianto ricade in "area idonea" secondo quanto previsto dal comma 8 dell'art. 20 del D.lgs. 199/2021 e s.m.i., in quanto, ai sensi della lettera *c-quater* dello stesso le aree d'impianto *“non sono ricomprese nel perimetro dei beni sottoposti a tutela ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (incluse le aree gravate da usi civici), né ricadono nella fascia di rispetto dei beni sottoposti a tutela ai sensi della parte seconda oppure dell'articolo 136 del medesimo decreto legislativo”*.

A seguire si riporta una sintesi degli esiti dell'analisi vincolistica effettuata per il progetto in esame rispetto ai principali strumenti di pianificazione urbanistico-territoriale vigenti:

- Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PPR): L'impianto agrivoltaico e le relative opere di rete non risultano interessate di cui al D.Lgs. 42/004 e s.m.i., ad eccezione di un tratto- di limitata estensione -del cavidotto di collegamento tra l'impianto agrivoltaico e l'impianto di utenza, che risulta attraversare l'idrografia superficiale esistente e quindi un'area soggetta al vincolo di cui all'articolo 142, comma 1, lettera c) *Fiumi, torrenti, corsi d'acqua e relativa fascia di rispetto di 150 m*. Considerata la tipologia di intervento che consiste nella posa di un cavidotto sfruttando la viabilità e le infrastrutture esistenti sono escluse interferenze dirette in termini di tutela paesaggistica con l'elemento in oggetto, in linea, peraltro, con le attuali disposizioni normative di cui all'art. 22 comma 1-ter del D.Lgs. 199/2021 e s.m.i.;
- Piano Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e Piano di Assetto Idrogeologico (PAI): le aree interessate dall'installazione dell'impianto agrivoltaico e relative opere connesse risultano essere completamente esterne alle perimetrazioni di aree a pericolosità idraulica

e pertanto non risultano soggette alla disciplina di cui al Piano di Assetto idrogeologico (P.A.I.) nonché del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.). Per quanto concerne la tutela geomorfologica di P.A.I., l'area di progetto risulta completamente esterna alla perimetrazione di aree a pericolosità e rischio frana, ad eccezione della porzione più a Nord dell'impianto agrivoltaico che, pur essendo nella disponibilità del Proponente, non risulta direttamente interessata dall'installazione di strutture.

- Aree naturali protette: l'impianto e le relative opere di connessione non ricadono all'interno delle aree appartenenti a Rete Natura 2000 (ZSC, SIC, ZPS) né in aree classificate come Important Bird Areas (IBA).
- Vincolo Idrogeologico R.D. 3267/1923: dall'analisi effettuata emerge che parte dell'Impianto di Utenza e un tratto di cavidotto, risultano ricadere in aree sottoposte a vincolo idrogeologico.
- Piano Regionale Antincendio Boschivo: le aree interessate dall'installazione dell'impianto agrivoltaico e relative opere connesse non ricadono tra le aree censite come percorse dal fuoco dal 2007 al 2022.
- Piano di tutela del patrimonio: l'area di intervento risulta completamente esterna alla perimetrazione delle aree censite all'interno del catalogo Geositi della Regione Siciliana.

Con riferimento all'identificazione delle aree "non idonee" per l'installazione di impianti FER, stabilita a livello Regionale ai sensi del DM 10/07/2010, si precisa che ad oggi, con DGR 12/07/2016 n. 241, modificata dal Decreto Presidenziale n. 26 del 10/10/2017, sono stati ufficializzati solo i criteri di individuazione delle aree non idonee limitatamente agli impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica, non applicabili al progetto in esame ma rispetto all'impianto in progetto risulta completamente esterno.

Nel Luglio 2023 è stato pubblicato dalla Regione Sicilia lo schema di decreto per l'individuazione delle aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione FER da fonte fotovoltaica in riferimento al quale l'impianto proposto risulta completamente al di fuori delle zone classificate come "Non idonee" per la realizzazione di impianti, mentre risulta rientrare in "Aree di particolare attenzione" per la presenza del Vincolo Idrogeologico.

Per maggiori dettagli si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) presentato a corredo dell'istanza di VIA per il progetto in esame.

## 7.7 INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO

L'area progettuale è compresa nel territorio comunale di Marsala (TP) mentre parte del tracciato del cavidotto MT e la Stazione di Utenza rientrano nel territorio comunale di Trapani (TP).

L'area si trova in una zona di aperta campagna e si estende su un territorio tendenzialmente pianeggiante.

L'ambito in cui ricade l'area di impianto e sue opere connesse è definito "**Ambito 3 - Area delle colline del trapanese**".



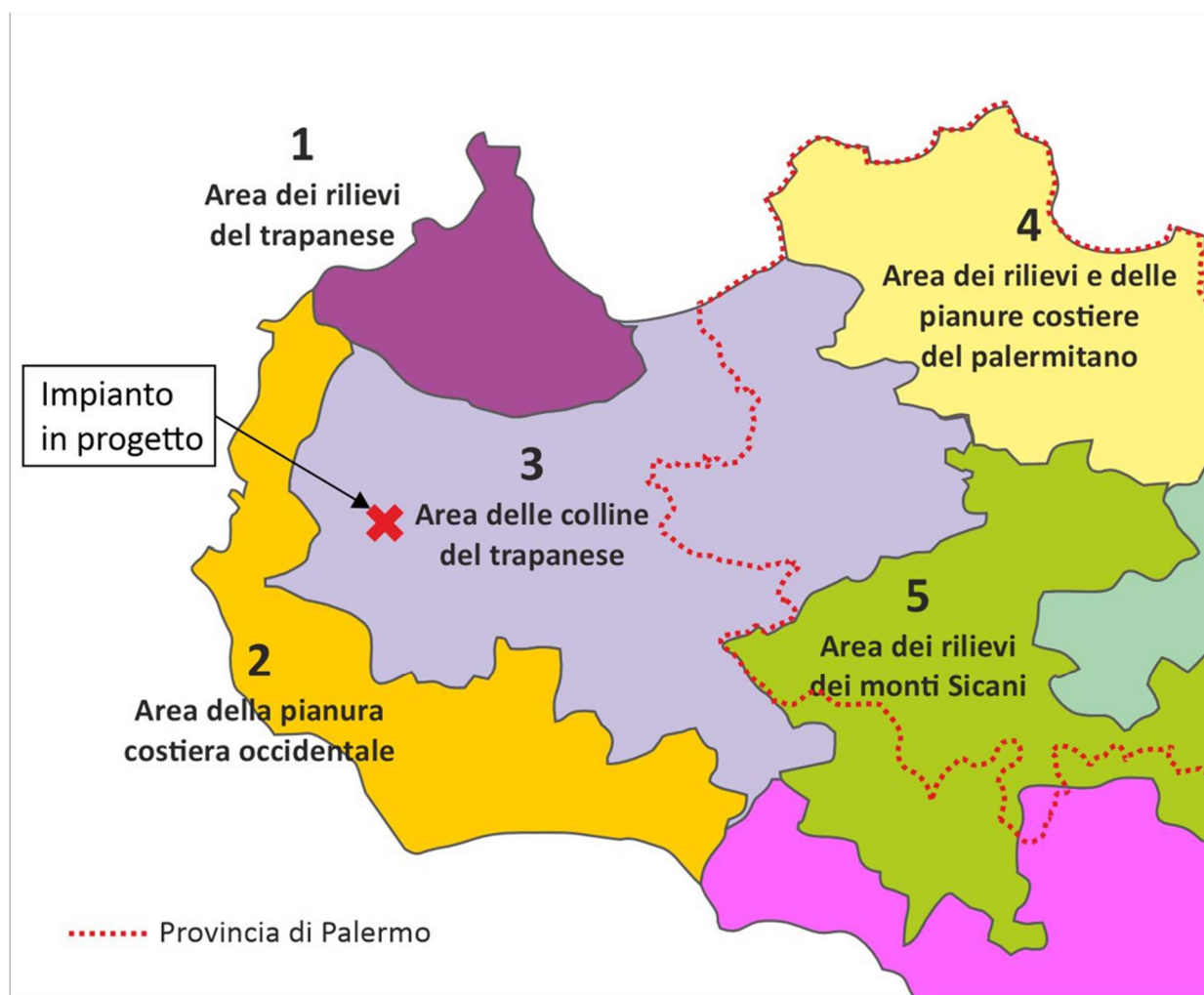


Figura 7-4 – AMBITO 3 – Area delle colline del trapanese – Fonte: PTPR Regione Siciliana

Le basse e ondulate colline argillose che caratterizzano gran parte dell'ambito delle colline del trapanese sono rotte qua e là da rilievi montuosi calcarei o da formazioni gessose nella parte meridionale, si affacciano sul mare Tirreno e scendono verso la laguna dello Stagnone e il mare d'Africa formando differenti paesaggi: il golfo di Castellammare, i rilievi di Segesta e Salemi, la valle del Belice che rappresentano le principali peculiarità paesaggistiche d'ambito risultano, di fatto, lontane dell'areale di interesse.

Il paesaggio di tutto l'ambito è fortemente antropizzato. I caratteri naturali in senso stretto sono rarefatti. La vegetazione è costituita per lo più da formazioni di macchia sui substrati meno favorevoli all'agricoltura, confinate sui rilievi calcarei.

La monocultura della vite incentivata anche dalla estensione delle zone irrigue tende ad uniformare questo paesaggio.

La presenza pregnante del versante meridionale della Rocca Busambra caratterizza il paesaggio del Corleonese e definisce un luogo di eccezionale bellezza.

L'area ha rilevanti qualità paesistiche connesse alla morfologia ondulata delle colline argillose e alla permanenza delle colture tradizionali dei campi aperti e dai pascoli di altura. Anche i boschi e la discreta diffusione di manufatti rurali e antiche masserie oltre che ai numerosi siti



archeologici sono rappresentativi di questa parte del territorio isolano. I ritrovamenti archeologici tendono a evidenziare la presenza di popolazioni sicane e sicule, respinte sempre più verso l'interno dalla progressiva ellenizzazione dell'isola.

Il paesaggio agricolo dell'alta valle del Belice è molto coltivato e ben conservato, e privo di fenomeni di erosione e di abbandono. Nei rilievi meridionali prevalgono le colture estensive e soprattutto il pascolo. Qui gli appoderamenti si fanno più ampi ed è rarefatta la presenza di masserie. Il vasto orizzonte del pascolo, unito alle più accentuate elevazioni, conferisce qualità panoramiche ad ampie zone.

Il paesaggio vegetale naturale è limitato alle quote superiori dei rilievi più alti dei Sicani (M. Rose, M. Cammarata, M. Troina, Serra Leone) e al bosco ceduo della Ficuzza che ricopre il versante settentrionale della rocca Busambra.

Il paesaggio agrario prevalentemente caratterizzato dal latifondo, inteso come dimensione dell'unità agraria e come tipologia colturale con la sua netta prevalenza di colture erbacee su quelle arboricole, era profondamente connaturato a questa struttura insediativa.

Anche oggi la principale caratteristica dell'insediamento è quella di essere funzionale alla produzione agricola e di conseguenza mantiene la sua forma, fortemente accentrata, costituita da nuclei rurali collinari al centro di campagne non abitate.

In particolare, l'area di installazione dell'impianto in esame rientrerebbe nel Paesaggio Locale PL 16 – **Paesaggio locale 16 “Marcanzotta”**.

Gli obiettivi di qualità paesaggistica riguardano principalmente:

- Conservazione e recupero dei valori paesistici, ambientali, morfologici e percettivi dei nuclei storici;
- Conservazione e recupero dei valori paesistici, ambientali, morfologici e percettivi del paesaggio agrario;
- Riquilibratura ambientale-paesistica degli insediamenti e promozione delle azioni per il riequilibrio paesaggistico;
- Conservazione del patrimonio storico-culturale (architetture, percorsi e insediamenti storici);
- Salvaguardia delle testimonianze nelle aree d'interesse archeologico;
- Potenziamento della rete ecologica;
- Salvaguardia e recupero degli alvei fluviali;
- Salvaguardia del sito di importanza comunitaria zona speciale di conservazione “montagna grande di Salemi” (ITA010023);
- Salvaguardia delle singolarità geolitologiche e geomorfologiche;
- Salvaguardia degli habitat lacustri;
- Salvaguardia delle aree boscate.

Come già specificato in precedenza, relativamente all'area su cui si prevede di realizzare l'impianto, si rileva che la stessa risulta esterna ad aree sottoposte a vincolo ai sensi del

D.Lgs.42/04 e s.m.i..

Per quanto riguarda la dorsale di collegamento dell'impianto agro-fotovoltaico all'Impianto di Utenza risulta attraversare il corso d'acqua denominato "Canale Zaffarana" (vincolo di cui all'art.142, lett. c, D.lgs.42/04 - Aree fiumi 150 m). Considerata la tipologia di intervento, che consiste nella posa in opera di un cavidotto interrato, sfruttando peraltro la viabilità esistente nell'area, l'impatto paesaggistico risulta trascurabile.

Per la valutazione della compatibilità paesaggistica del progetto in esame è stata predisposta specifica Relazione Paesaggistica, riportata in Allegato allo SIA, alla quale si rimanda per i dettagli.

## 8 DESCRIZIONE GENERALE

La realizzazione dell'impianto occupa un'area di circa 70 ettari, dei quali 61 recintati, e prevede l'installazione di 70.224 moduli fotovoltaici per ottenere una potenza installabile di 50.561 kWp.

I moduli fotovoltaici saranno installati su tracker mono-assiali disposti lungo l'asse geografico nord-sud in funzione delle tolleranze di installazione delle strutture di supporto tipologiche ammissibili variabili tra il 5% al 10%.

L'intervento non comporta trasformazioni del territorio e la morfologia dei luoghi rimarrà inalterata.

Non verranno effettuati scavi o livellamenti superficiali, e l'area di impianto non sarà soggetta a nessuno scotico superficiale, in modo da preservare le caratteristiche agronomiche dell'area.

Nell'ambito del progetto è stata eseguita un'attenta valutazione della gestione delle terre e rocce da scavo prodotte, prevedendo di riutilizzare in situ la quasi totalità dei volumi provenienti dagli scavi delle aree dell'impianto fotovoltaico e dalla cabina utente, che costituiscono la frazione volumetrica maggiore derivante dalle operazioni di scavo per la realizzazione dell'opera.

Per quanto concerne le modalità di gestione dei volumi in esubero derivanti dalla realizzazione delle dorsali lungo le strade, il materiale escavato provenendo da massicciate stradali (gli scavi avranno una profondità di circa 1,2 m) non potrà essere idoneo ad opere di ripristino all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico dove dovrà essere mantenuta la capacità agricola del terreno. Nell'impossibilità, pertanto, di prevedere un riutilizzo in sito di tali quantitativi, si è ipotizzata una gestione di tali quantitativi come rifiuti da destinare a recupero/smaltimento.

Le aree interessate dall'intervento sono idonee all'installazione dei tracker e la caratterizzazione delle pendenze delle aree riporta valori compatibili con le tolleranze ammesse dall'installazione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, per definire una ottimale posizione dei moduli minimizzando i movimenti di terreno.

Le condizioni morfologiche garantiscono una totale esposizione dei moduli ai raggi solari durante le ore del giorno e queste costituiscono le premesse della progettazione definitiva per ottenere la migliore producibilità nell'arco dell'anno.

Non sono interessati corpi idrici pubblici e non saranno modificate le eventuali linee di impluvio dei corsi d'acqua episodici che insistono all'interno delle aree.

Durante la costruzione e l'esercizio sarà previsto l'utilizzo della sola risorsa suolo legata all'occupazione di superficie.

La superficie sottratta interessa suoli attualmente destinati a seminativi/pascoli a bassa valenza ecologica. Le superfici sottratte saranno quelle strettamente necessarie alle opere di gestione e manutenzione dell'impianto.

Non è previsto lo stoccaggio, il trasporto, l'utilizzo, la movimentazione o la produzione di sostanze e materiali nocivi. La realizzazione e la gestione dell'impianto fotovoltaico non richiedono né generano sostanze nocive. È prevista la produzione di rifiuti solo durante la fase di cantiere, molti dei quali potranno essere avviati a riutilizzo/riciclaggio. Durante la fase di esercizio la produzione di rifiuti è legata alle sole operazioni di manutenzione dell'impianto.

In fase di dismissione le componenti dell'impianto verranno avviate principalmente a centri di recupero e riciclo altamente specializzati e certificati.

L'adozione per il campo fotovoltaico del sistema di fondazioni costituito da pali in acciaio infissi al suolo azzerà la produzione di rifiuti connessi a questa fase.

In ogni caso i rifiuti, prodotti principalmente durante la fase di cantiere, saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

L'impianto fotovoltaico è privo di scarichi sul suolo e nelle acque, pertanto, non sussistono rischi di contaminazione del terreno e delle acque superficiali e profonde.

La regolarità del layout, oltre a dare un'immagine ordinata dell'insieme, consente rapidità di montaggio in fase di cantiere. I moduli fotovoltaici verranno installati su supporti metallici dimensionati secondo le normative vigenti in materia.

## 9 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Durante la fase di cantiere si eseguiranno le seguenti operazioni:

- movimentazioni di terra per la realizzazione delle fondazioni per la cabina utente, per il cabinato magazzino e sala controllo, per le differenti cabine dell'impianto, tutte della tipologia Skid outdoor, dei cavidotti BT e 36 kV interni e del cavidotto per la linea 36 kV di connessione alla RTN
- esecuzione delle opere civili ed impiantistiche.

Nella realizzazione dei campi fotovoltaici si procederà alla compattazione in sito delle sole superfici adiacenti le cabine elettriche ospitanti quadri, inverter e trasformatori, lasciando indisturbate le rimanenti aree, in modo da non alterare le caratteristiche esistenti del territorio.

Lungo buona parte del perimetro degli impianti sarà realizzata una fascia a verde con messa a dimora di una siepe e di ulivi a mitigazione e a schermatura visiva in prossimità delle aree esterne.

La realizzazione del sistema di illuminazione e antintrusione perimetrale, che entra in funzione solo in caso di intrusioni o di attività di manutenzione, consiste nell'installazione di lampioni, ogni 50/70 m circa.

Le 13 cabine elettriche di conversione (Power Station) saranno posate su plinti in cemento armato posizionati puntualmente sotto i piedi di appoggio dei container. La cabina di raccolta linee 36 kV sarà della tipologia a prefabbricato, con vasca di fondazione in cls prefabbricato dello spessore di 70 cm, per un volume complessivo di cls di circa 5 m<sup>3</sup>.

Le maggiori opere in c.a. dovute alla realizzazione del campo fotovoltaico saranno superficiali e di dimensioni ridotte e saranno facilmente asportabili alla fine del ciclo di vita dell'impianto.

La realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo, concepita a servizio delle attività di esercizio e manutenzione dell'impianto fotovoltaico occupa una superficie di circa 10.000 mq e sarà realizzata con materiali misto di cava stabilizzato facilmente asportabile a fine vita dell'impianto.

Le superfici occupate saranno quelle strettamente necessarie alla gestione dell'impianto e non pregiudicheranno lo svolgimento delle pratiche agricole che potranno continuare indisturbate sulle aree contigue a quelle interessate dall'intervento. I cavidotti saranno interrati e lì dove attraversano i campi e le aree esterne alla recinzione dell'impianto avranno profondità non inferiore a 1,2 m dal piano campagna senza pregiudicare l'esecuzione delle arature profonde.

La produzione di rifiuti sarà minima e legata alla sola manutenzione dell'impianto.

Gli eventuali rifiuti prodotti saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Non si registrano scarichi ed emissioni solide, liquide e gassose di alcun tipo, e quindi contaminazione del suolo, del sottosuolo, dell'aria e delle acque superficiali e profonde.

L'impianto andrà ad insistere su terreni da sempre destinati ad uso agricolo sui quali non si svolgono attività che possano contaminare i terreni.

I volumi di scavo verranno utilizzati interamente in sito per il ripristino della viabilità e delle piazzole di cantiere, il rinterro delle fondazioni superficiali, la riprofilatura dell'intera area di cantiere ed il raccordo con il terreno esistente.

I volumi di terra, prima di essere totalmente riutilizzati per le modalità precedentemente descritte, verranno accantonati localmente nei pressi dell'area d'intervento.

## 10 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Gli impianti fotovoltaici sono principalmente suddivisi in 2 categorie:

- impianti "ad isola" (detti anche "stand-alone"): impianti non sono connessi alla rete di distribuzione, per cui sfruttano direttamente sul posto l'energia elettrica prodotta ed accumulata in sistema di Storage di energia (batteria);
- impianti "connessi alla rete" (detti anche "grid-connected"): sono impianti connessi alla rete elettrica di distribuzione esistente;

L'impianto in oggetto appartiene alla categoria impianti "Connessi alla Rete", cioè che immettono in rete tutta o parte della produzione elettrica risultante dalla produzione dell'impianto fotovoltaico, opportunamente convertita in corrente alternata e sincronizzata a quella della rete, contribuendo alla cosiddetta generazione distribuita.

I principali componenti di un impianto fotovoltaico connesso alla rete sono:

- campo fotovoltaico, deputato a raccogliere energia mediante moduli fotovoltaici disposti opportunamente a favore del sole;
- i cavi di connessione, che devono presentare adeguate caratteristiche tecniche;
- Cabine Inverter (Power Station) complete di:
  - quadri di campo in corrente continua a protezione dalle possibili correnti inverse sulle stringhe, completi di scaricatori per le sovratensioni e interruttori magnetotermici e/o fusibili per proteggere i cavi da eventuali sovraccarichi;
  - inverter, deputati a stabilizzare l'energia raccolta, a convertirla in corrente alternata e ad iniettarla in rete;
  - Trasformatori per innalzare dalla bassa alla media tensione;
- Cabina Utente per raccogliere la potenza generata dalle diverse aree dell'impianto agrivoltaico e convogliarla sulla linea 36 kV di connessione alla rete RTN.

### 10.1 MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli individuati sono della potenza di 720 Wp, essendo al momento la scelta disponibile sul mercato su una proiezione temporale attendibile, con tensione di sistema a 1500 V raccolti in stringhe da 30 moduli con le seguenti caratteristiche tecniche.

In funzione della soluzione di installazione adottata, i pannelli selezionati consentono di ottenere una potenza specifica di 0,2318 kW/m<sup>2</sup>.

Le caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico, tuttavia, potranno cambiare nello stato avanzato della progettazione esecutiva in accordo alle migliori condizioni del mercato.

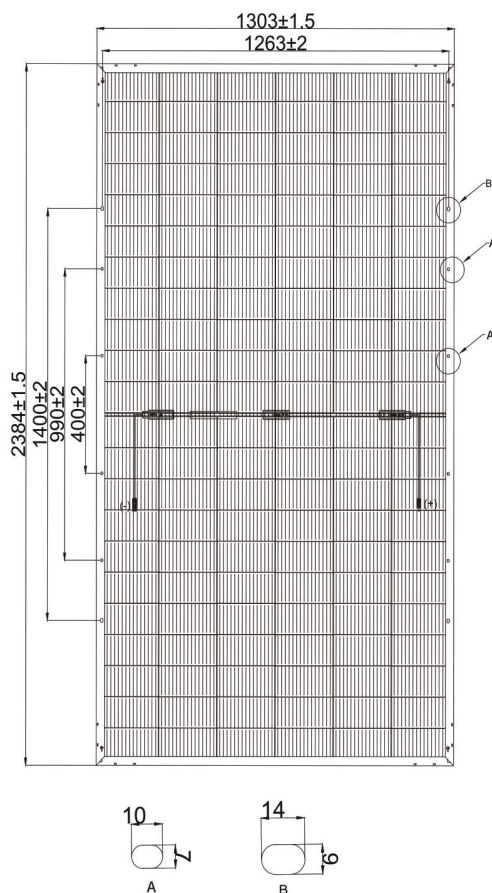


Figura 10-1 – Caratteristiche dimensionali Modulo Fotovoltaico

Electrical Characteristics (STC*)						
HS-210-B132		DS700	DS705	DS710	DS715	DS720
Maximum Power (Pmax)		700W	705W	710W	715W	720W
Module Efficiency (%)		22.53%	22.70%	22.86%	23.02%	23.18%
Optimum Operating Voltage (Vmp)		42.10V	42.25V	42.39V	42.54V	42.68V
Optimum Operating Current (Imp)		16.63A	16.69A	16.75A	16.81A	16.87A
Open Circuit Voltage (Voc)		50.13V	50.29V	50.44V	50.59V	50.74V
Short Circuit Current (Isc)		17.43A	17.49A	17.55A	17.61A	17.67A
Operating Module Temperature		-40 to +85 °C				
Maximum System Voltage		DC1500V (IEC)				
Maximum Series Fuse		30A				
Power Tolerance		0~+5W				
Bifaciality		85% ± 5%				

\*STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, cell temperature 25 °C, AM=1.5. Tolerance of Pmax is within +/- 3%.

Figura 10-2 – Caratteristiche elettriche Modulo Fotovoltaico



## 10.2 STRUTTURE DI SUPPORTO

L'impianto in progetto, del tipo ad inseguimento monoassiale (inseguitori di rollio), prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (realizzate in materiale metallico), disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti.

Le strutture di supporto sono costituite essenzialmente da tre componenti:

- 1) I pali in acciaio zincato, direttamente infissi nel terreno (nessuna fondazione prevista);
- 2) La struttura porta moduli girevole, montata sulla testa dei pali, composta da profilati in metallo, sulla quale viene posata una fila di moduli fotovoltaici (in totale massimo 56 moduli per struttura disposti su una fila in verticale, considerando la struttura più grande che verrà impiegata sull'impianto);
- 3) L'inseguitore solare monoassiale, necessario per la rotazione della struttura porta moduli. L'inseguitore è costituito essenzialmente da un motore elettrico (controllato da un software), che tramite un attuatore collegato al profilato centrale della struttura di supporto, permette di ruotare la struttura durante la giornata, posizionando i pannelli nell'angolazione ottimale per minimizzare la deviazione dall'ortogonalità dei raggi solari incidenti, massimizzando la produzione di energia elettrica.

Le strutture saranno opportunamente dimensionate per sopportare il peso dei moduli fotovoltaici, considerando il carico da neve e da vento della zona di installazione. La tipologia di struttura prescelta è ottimale per massimizzare la produzione di energia utilizzando i moduli bifacciali.

Sulla base delle considerazioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche, la fondazione su cui poggeranno le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà di tipo ad infissione, costituita da tubolari o omega in acciaio zincato (pali), che saranno infissi direttamente nel terreno mediante l'utilizzo di una macchina specifica. Tale tecnologia è utilizzata nell'ambito dell'ingegneria ambientale e dell'ecoedilizia al fine di non alterare le caratteristiche naturali dell'area soggetta all'intervento. Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto.

Le fondazioni, oltre ad assicurare le strutture di sostegno al terreno, assumono anche la funzione di zavorra per opporsi all'azione del vento.

La realizzazione di queste opere sarà eseguita in varie fasi:

- Rilievo piano - altimetrico e picchettamento dell'area al fine di individuare le aree di posizionamento dei pali;
- Posizionamento della strumentazione atta a eseguire l'infissione tramite opportuna macchina con sistema a compressione;
- Esecuzione dell'infissione;
- Montaggio delle carpenterie metalliche delle strutture porta moduli.

L'inseguitore solare serve ad ottimizzare la produzione elettrica dell'effetto fotovoltaico (il silicio cristallino risulta molto sensibile al grado di incidenza della luce che ne colpisce la superficie) ed



utilizza la tecnica del backtracking, per evitare fenomeni di ombreggiamento a ridosso dell'alba e del tramonto. In pratica nelle prime ore della giornata e prima del tramonto i moduli non sono orientati in posizione ottimale rispetto alla direzione dei raggi solari, ma hanno un'inclinazione minore (tracciamento invertito). Con questa tecnica si ottiene una maggiore produzione energetica dell'impianto fotovoltaico, perché il beneficio associato all'annullamento dell'ombreggiamento è superiore alla mancata produzione dovuta al non perfetto allineamento dei moduli rispetto alla direzione dei raggi solari.

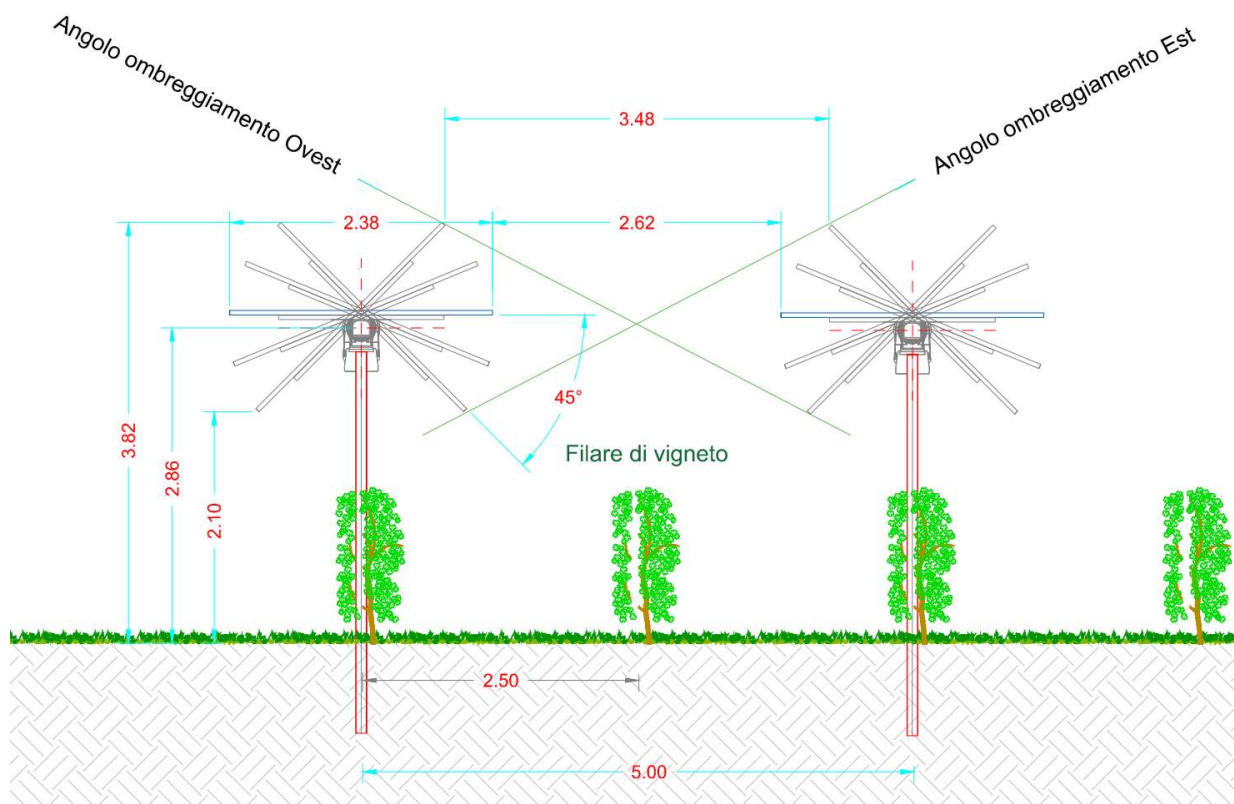
L'algoritmo di backtracking che comanda i motori elettrici consente ai moduli fotovoltaici di seguire automaticamente il movimento del sole durante tutto il giorno, arrivando a catturare il 15-20% in più di irraggiamento solare rispetto ad un sistema con inclinazione fissa.

Come descritto nei precedenti paragrafi la geometria della struttura di sostegno è stata definita in modo tale da rispettare i requisiti per avvalere all'impianto agrivoltaico Delia la qualifica di "integrato innovativo".

In particolare, l'altezza dei pali di sostegno è stata scelta in modo da avere una minima altezza da terra dei moduli di 2,10 m alla massima inclinazione operativa, come indicato nelle figure seguenti, al fine di consentire la realizzazione e il mantenimento dei vigneti.

La distanza tra file adiacenti di strutture è stata identificata in 5 m, in modo da consentire la corretta spaziatura tra i filari dei vigneti, come necessario per la corretta manutenzione degli stessi.

Le caratteristiche principali delle strutture di supporto sono mostrate nelle seguenti figure.



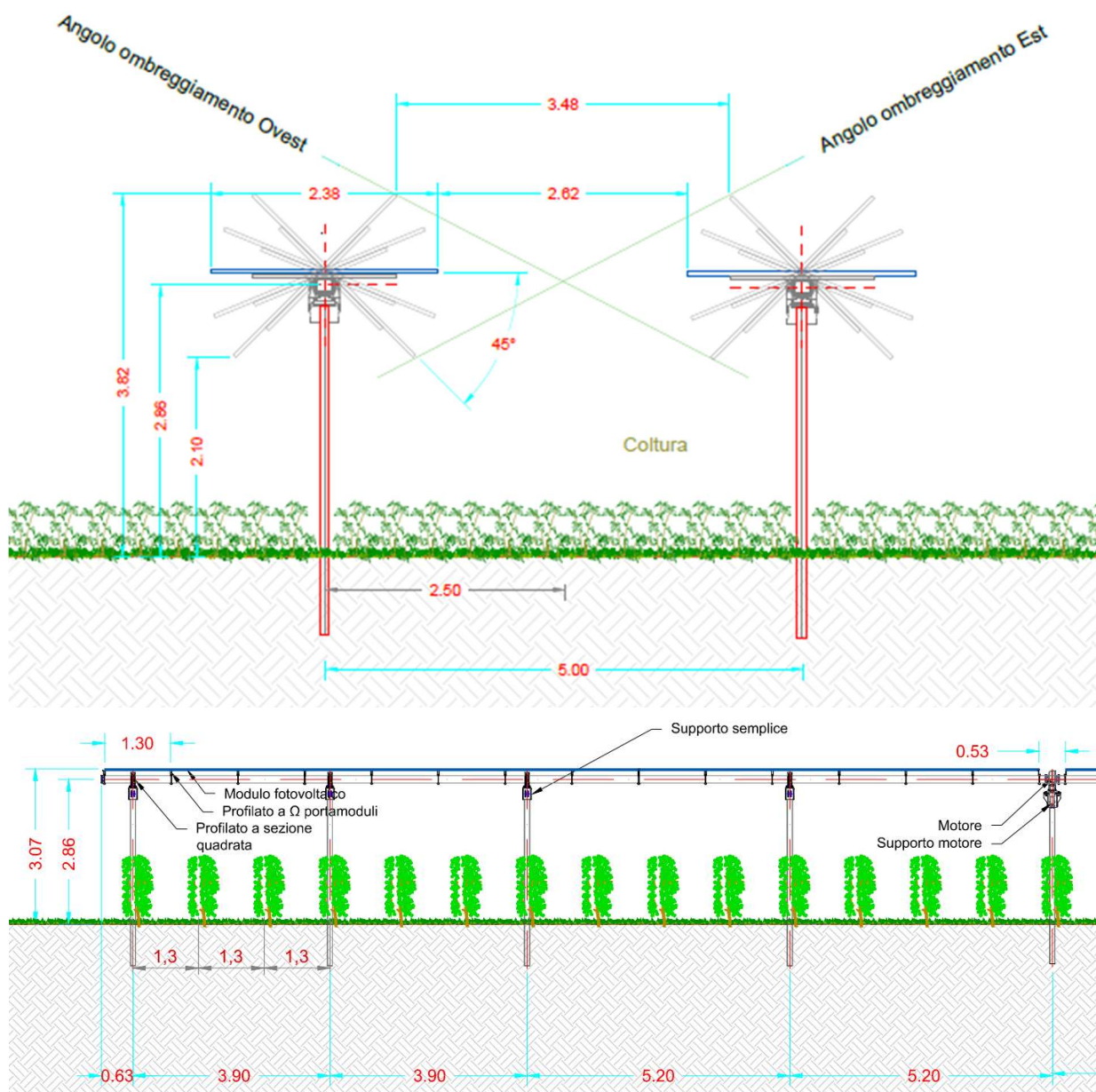


Figura 10-3 – Sezione trasversale e longitudinale tipologica struttura Tracker

### 10.2.1 Considerazioni ecologiche

Il campo di moduli è disposto in modo da far penetrare nel suolo sottostante luce e umidità a sufficienza, e non impedisce in alcun modo la frequentazione di fauna selvatica nell'area. In quest'area si possono così sviluppare condizioni ecologiche di fatto analoghe a quelle riscontrabili su un normale terreno agricolo, privo di copertura dei moduli P1, a parte alcune (minime) variazioni del microclima, dovute all'ombreggiamento parziale ed alla conseguente riduzione dell'evapotraspirazione.

I laghetti presenti nell'appezzamento saranno oggetto di un'opera di naturalizzazione, in

particolare con l'impianto di essenze arbustive autoctone lungo il perimetro, e lasciando che il canneto possa continuare a svilupparsi.

#### 10.2.2 Altezza ottimale

Come ricordato precedentemente, la distanza dallo spigolo inferiore del modulo al suolo è di almeno 2,1 m per consentire la manutenzione dei vigneti nell'area interessata dall'impianto agrivoltaico.

Inoltre, la distanza dal suolo impedisce il danneggiamento durante le lavorazioni proprie della gestione dei vigneti. Tale distanza garantisce inoltre una resistenza sufficiente ad eventuali carichi di neve.

#### 10.2.3 Montaggio rapido

Tutti i componenti sono preassemblati e confezionati conformemente al tipo di modulo scelto. I moduli devono essere soltanto inseriti dall'alto nei punti d'inserimento. Ciò garantisce una maggiore velocità di installazione.

#### 10.2.4 Massima durata

Le strutture sono costruite in acciaio zincato e alluminio mentre la bulloneria è in acciaio inox. L'elevata resistenza alla corrosione garantisce una lunga durata e offre la possibilità di un riutilizzo completo.

### 10.3 COLLEGAMENTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici sono collegati tra loro in serie attraverso dei connettori di tipo maschio-femmina (tipo MC4 e/o TS4), formando delle stringhe. Ogni stringa è formata da 28 moduli, per un totale di 2.519 stringhe per l'intero l'impianto fotovoltaico.

Le diverse stringhe sono raggruppate e connesse in parallelo alle string boxes (quadri di parallelo DC), a loro volta collegate agli inverter tramite cavi DC. Le string boxes sono installate all'esterno, sotto le vele, e il loro involucro garantirà lunga durata e massima sicurezza. Le string Boxes con 16 e 24 ingressi di stringa sono dotati di 2 uscite per i cavi per ciascun polo. Possono essere utilizzati cavi con sezioni da 70 a 400 mm<sup>2</sup>.



Figura 10-3 – Tipico String box

#### 10.4 CABINE DI CONVERSIONE INVERTER

Le cabine di conversione inverter (Power Station) saranno della tipologia a SKID con i vantaggi tecnici e la flessibilità degli inverter centrali modulari.

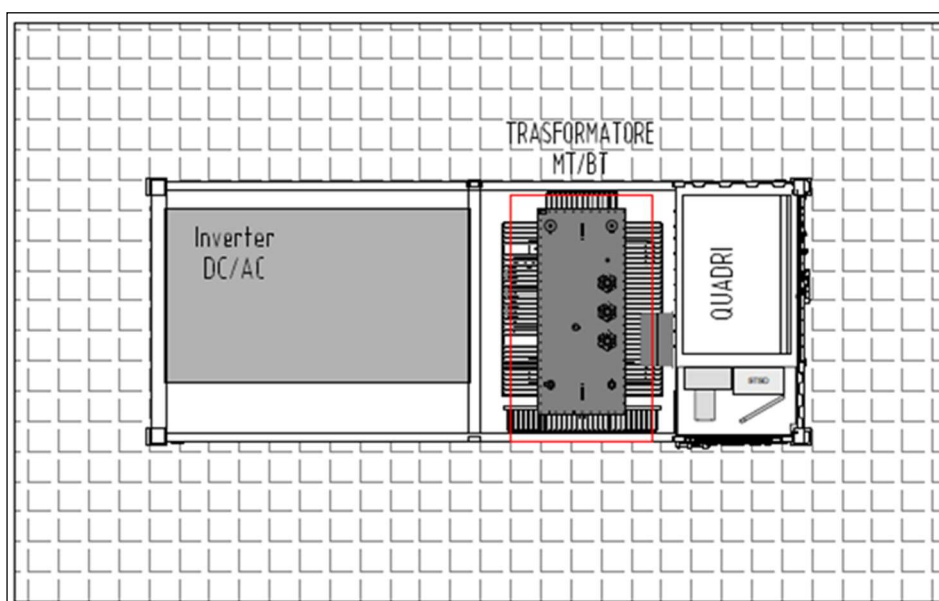
Saranno installate 13 cabine Inverter di conversione DC/AC, Power Station.

In fase di progetto esecutivo il numero e le dimensioni delle Inverter Station potranno variare a seconda di eventuali ottimizzazioni tecniche necessarie.

Queste Power Station consentono il dimensionamento ottimale degli impianti FV fornendo il minor costo di sistema e la massima resa grazie a una perfetta combinazione di appositi componenti di media tensione è in grado di offrire una densità di potenza ancora maggiore all'interno di un container da 40 piedi che può essere consegnato chiavi in mano in tutto il mondo. Ideale per la nuova generazione di centrali fotovoltaiche da 1500 VCC di tensione, questa soluzione integrata assicura semplicità di trasporto nonché rapidità di montaggio e messa in servizio.

Principali Caratteristiche:

- Per tutte le tensioni di rete delle centrali fotovoltaiche
- Soluzione di piattaforma per una progettazione flessibile delle centrali fotovoltaiche
- Pronta per condizioni ambientali complesse
- Soluzione chiavi in mano
- Container marittimo compatto da 40 piedi
- Componenti testati prefiniti
- Completamente omologato
- 5 anni di garanzia su tutti i componenti
- Efficienza dei costi
- Bassi costi di trasporto
- Costi di installazione minimi



*Figura 10-4 – Layout tipico Cabina di Conversione*

## 10.5 CABINE SERVIZI AUSILIARI

Si prevede l'installazione di una serie di cabine ausiliarie distribuite uniformemente sulla superficie dell'impianto, contenenti le seguenti apparecchiature:

- Quadro BT generale del sottocampo corrispondente;
- Quadro BT alimentazione tracker del sottocampo corrispondente;
- Quadro BT prese F.M, illuminazione, antintrusione, TVCC ecc. del sottocampo corrispondente;
- Sistema di monitoraggio, controllo e comando sottocampo di appartenenza tracker;
- Sistema di monitoraggio e controllo sottocampo di appartenenza Impianto Fotovoltaico;
- Sistema di monitoraggio e controllo stazioni meteo di appartenenza;
- Sistema di trasmissione dati sottocampo di appartenenza;



Anche le cabine dei servizi ausiliari saranno della tipologia a SKID, prefabbricate in modo da minimizzare le opere civili richieste e le attività di montaggio in sito.

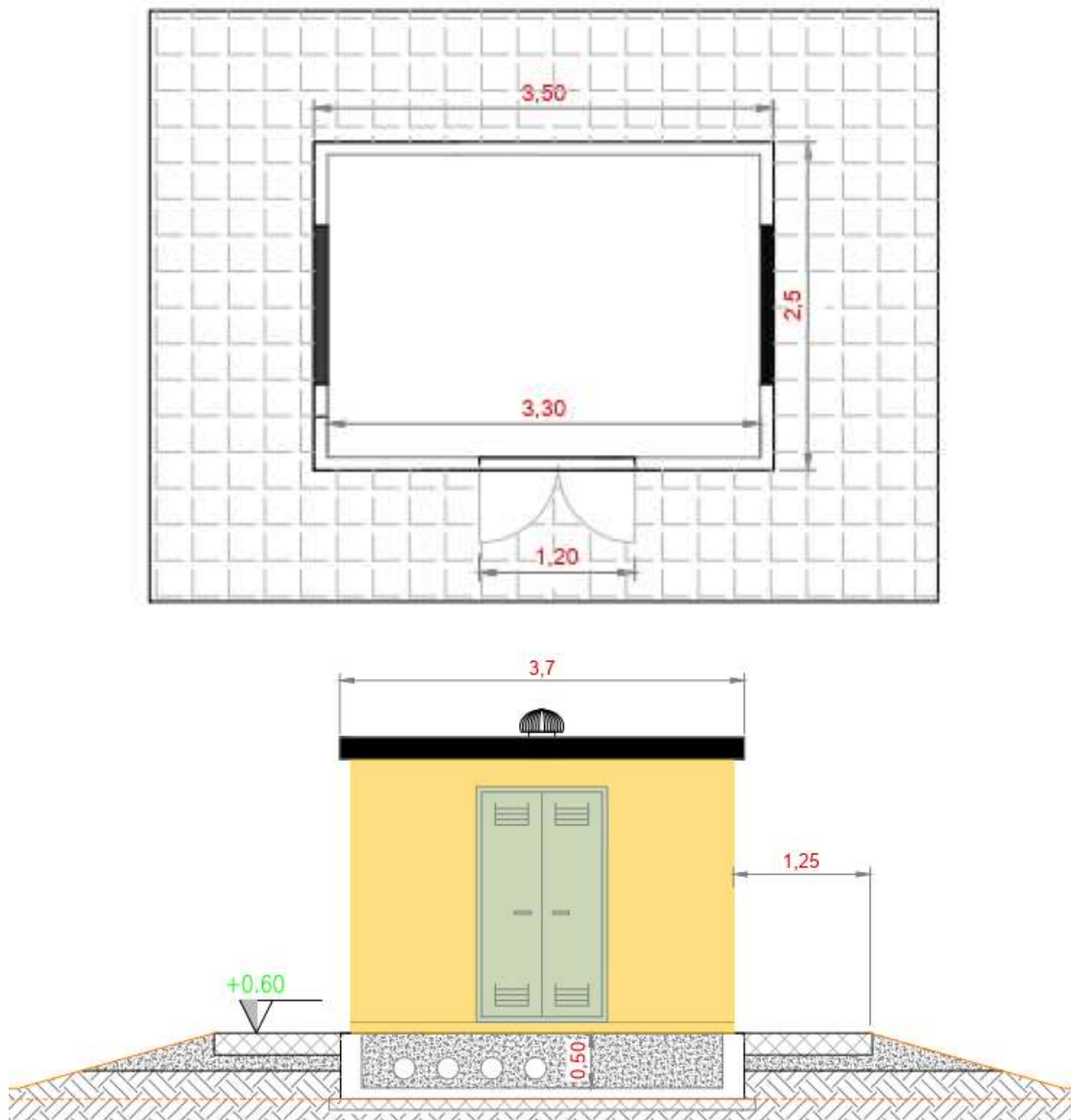


Figura 10-5 – Layout tipico Cabina servizi ausiliari

## 10.6 CABINE DI RACCOLTA 36 kV

Come da schema unifilare e layout di progetto, si prevederà l'installazione di cabine di raccolta 36 kV con lo scopo di riunire più linee 36 kV in arrivo dalle cabine di conversione e concentrare la potenza in una unica dorsale di collegamento alla stazione utente.

Queste cabine saranno della tipologia prefabbricata come le altre cabine previste sull'impianto e conterranno principalmente il quadro 36 kV di smistamento per il collegamento alle linee 36 kV.

Si potrà prevedere in fase di realizzazione dell'impianto la possibilità di combinare le funzionalità di questa cabina con quelle delle cabine servizi ausiliari, inserendo il quadro 36 kV di smistamento all'interno della cabina dei servizi ausiliari, in modo da ottimizzare ulteriormente l'occupazione delle aree.

Le caratteristiche tecniche delle cabine potranno inoltre cambiare nello stato avanzato della progettazione esecutiva in accordo alle migliori condizioni del mercato e alla disponibilità dei materiali stessi.

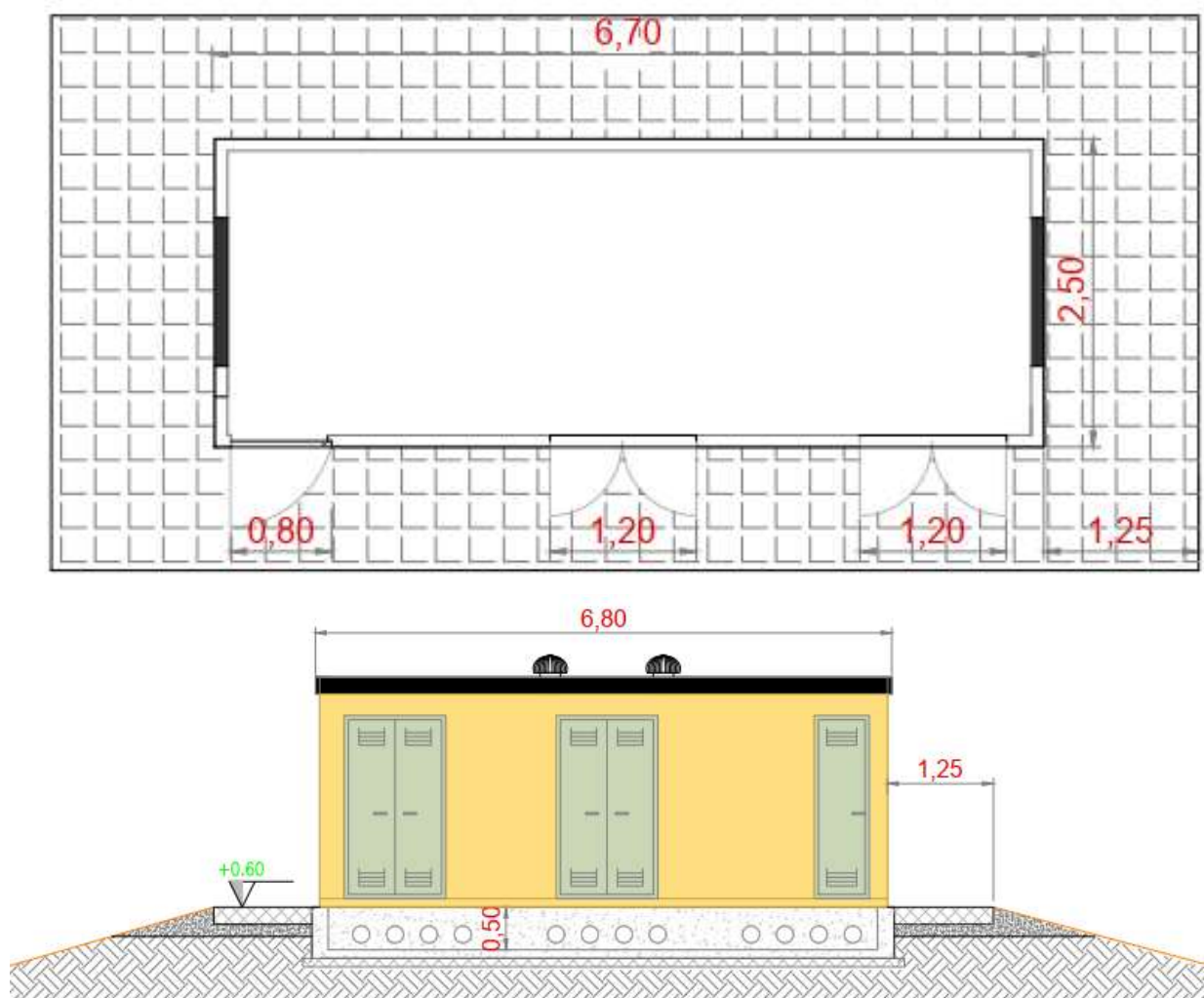


Figura 10-6 – Layout tipico Cabina di raccolta 36 kV

## 10.7 CAVI

### 10.7.1 Cavi solari di stringa

Sono definiti cavi solari di stringa i cavi che collegano le stringhe (i moduli in serie) ai quadri DC di parallelo e hanno una sezione variabile da 6 a 10 mm<sup>2</sup> (in funzione della distanza del collegamento).

I cavi solari di stringa sono alloggiati all'interno del profilato della struttura e interrati per brevi



tratti (tra inizio vela e quadro DC di parallelo).

I cavi saranno del tipo H1Z2Z2-K o equivalenti (rame o alluminio) indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolanti e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni.

Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi simili, sono resistenti all'ozono secondo EN50396, ai raggi UV secondo HD605/A1. Inoltre, sono testati per durare nel tempo secondo la EN 60216.

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: -40 °C
- Massimo sforzo di tiro: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 4D

#### 10.7.2 Cavi solari DC

Sono definiti cavi solari DC i cavi che collegano i quadri di parallelo DC agli inverter e hanno una sezione variabile da 70 a 400 mm<sup>2</sup> (dipende dal numero di stringhe in parallelo e dalla distanza quadro DC-Inverter).

I cavi solari DC sono direttamente interrati e solo in alcuni brevi tratti possono essere posati sulla struttura all'interno del profilato della struttura portamoduli.

I cavi saranno del tipo FG21M21 o equivalenti (rame o alluminio), indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolanti e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni.

Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi simili, sono resistenti all'ozono secondo EN50396, ai raggi UV secondo HD605/A1. Inoltre, sono testati per durare nel tempo secondo la EN 60216

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: -40°C
- Massimo sforzo di tiro: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 6D

#### 10.7.3 Cavi alimentazione trackers

Solo nel caso in cui non si installino inseguitori autoalimentati, si prevede l'installazione di cavi di bassa tensione utilizzati per alimentare elettricamente i motori presenti sulle strutture. Potranno essere installati dei quadri di distribuzione per alimentare più motori contemporaneamente. Questi cavi sono alloggiati sia sulle strutture (nei profilati metallici della struttura) che interrati, a seconda del percorso previsto dal quadro BT del sottocampo di appartenenza fino al motore elettrico da alimentare. In alternativa i motori potrebbero essere alimentati dalle string box con alimentatori DC/AC, senza modificare né le caratteristiche dei cavi né il tipo di posa.

Si utilizzerà un cavo per energia, isolato con gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi (tipo FG7R).

#### 10.7.4 Cavi Dati

Costituiscono i cavi di trasmissione dati riguardanti i vari sistemi (fotovoltaico, trackers, stazioni meteo, antintrusione, videosorveglianza, contatori, apparecchiature elettriche, sistemi di sicurezza, connessione verso l'esterno, ecc.)

Le tipologie di cavo possono essere di due tipi:

- Cavo RS485 per tratte di cavo di lunghezza limitata;
- Cavo in F.O., per i tratti più lunghi.

#### 10.7.5 Cavi 36 kV

##### 10.7.5.1 Tracciato dei cavi

I cavi 36 kV collegano i vari gruppi di conversione tra loro fino alla cabina utente. Il tracciato dei cavi 36 kV si può distinguere in:

- Interno al perimetro dell'impianto fotovoltaico:  
interessa il collegamento dei gruppi di conversione all'interno di ogni area. I cavi sono posati a lato delle strade interne dell'impianto fotovoltaico. I tracciati interni che collegano i gruppi di conversione sono progettati per ridurre al minimo il percorso stesso.
- Esterno al perimetro dell'impianto:  
la dorsale al di fuori dell'impianto fotovoltaico prevede il tracciato riportato nelle tavole allegate al presente progetto.

Lungo le strade provinciali o comunali, i cavi sono posati in banchina o al di sotto della carreggiata.

In entrambi i casi, i cavi selezionati sono realizzati con adeguata protezione meccanica tale da consentire la posa direttamente interrata, senza la necessità di prevedere ulteriori protezioni. La posa dei cavi è prevista ad una profondità minima di 1,2 m e in formazione a trifoglio. È prevista la posa di apposito nastro segnalatore e ball marker per individuare il percorso dei cavi, i giunti, le interferenze con altri sottoservizi ed i cambi di direzione. I tipici di posa dei cavi 36 kV sono rappresentati nelle Tav. 16a e Tav. 16b.

##### 10.7.5.2 Caratteristiche dei cavi

Ciascun tratto di collegamento tra i gruppi di conversione e la stazione utente è stato opportunamente dimensionato in accordo alla normativa tecnica, secondo i criteri di portata, corto circuito, e massima caduta di tensione ammissibile. Le principali caratteristiche tecniche dei cavi 36 kV sono riportate nella seguente tabella (dati preliminari).

Grandezza	Valore
Tipo	Unipolari
Materiale conduttore	Alluminio
Materiale isolante	XLPE
Schermo metallico	Alluminio

Guaina esterna	PE resistente all'urto (adatti alla posa direttamente interrata)
Tensione nominale (U <sub>0</sub> /U/U <sub>m</sub> ):	20,8/36/42 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Sezione	95 ÷ 630 mm <sup>2</sup>

Tabella 10-1 – Caratteristiche cavi 36 kV

Un esempio del cavo utilizzato per le dorsali 36 kV è riportato nella seguente figura:

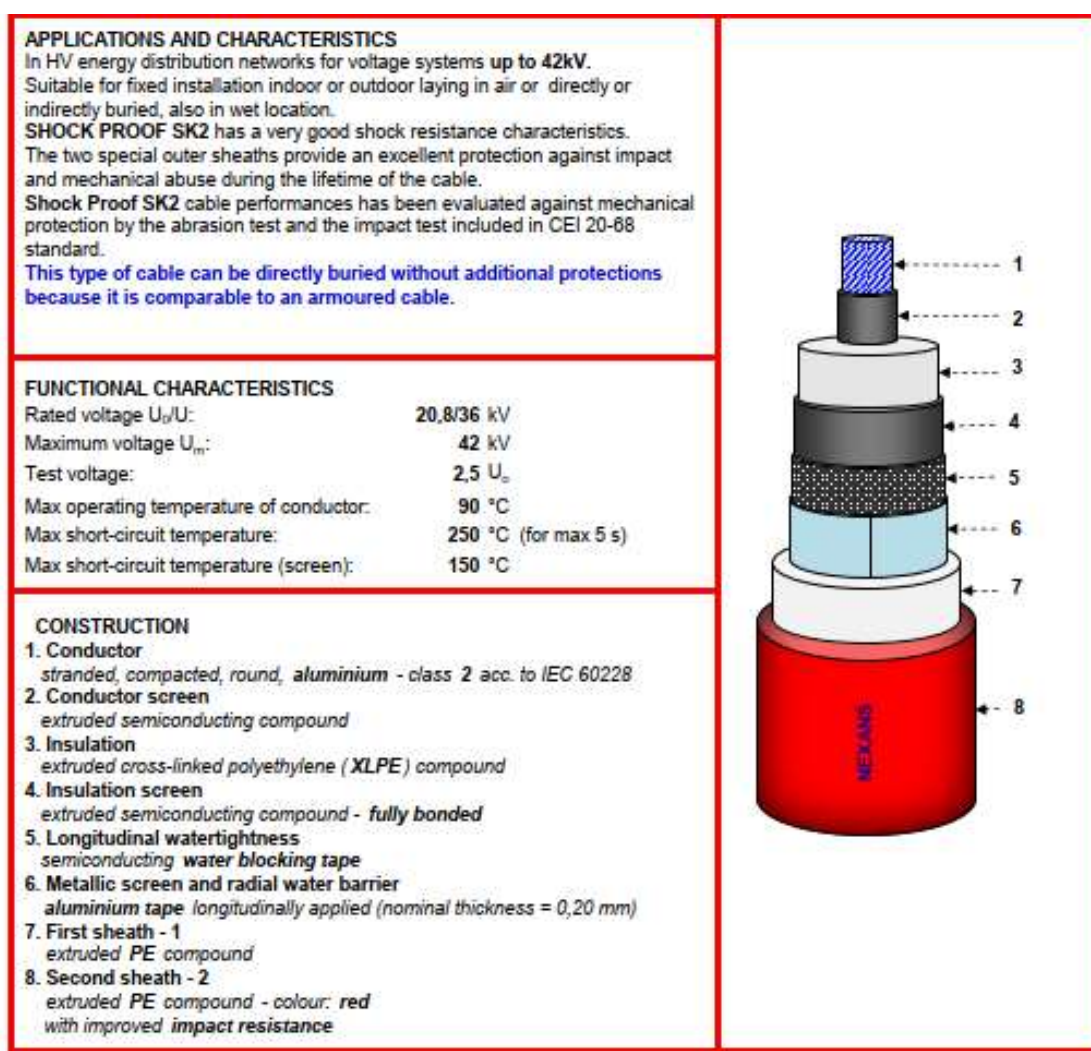


Figura 10-7 – Esempio cavi 36 kV

## 10.8 RETE DI TERRA

La rete di terra è realizzata in accordo alla normativa vigente (CEI EN 50522 e CEI 82-25) in modo da assicurare il rispetto dei limiti di tensione di passo e di contatto che la stessa impone.

Il dispersore è costituito da una maglia in corda di rame interrata, opportunamente dimensionata e configurata, sulla base della corrente di guasto a terra dell'impianto, delle caratteristiche

elettriche del terreno e della disposizione delle apparecchiature.

Dopo la realizzazione, saranno eseguite le opportune verifiche e misure previste dalle norme.

## 10.9 MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA

### 10.9.1 Protezione contro il corto circuito

Per la parte di rete in corrente continua, in caso di corto circuito la corrente è limitata a valori di poco superiori alla corrente dei moduli fotovoltaici, a causa della caratteristica corrente/tensione dei moduli stessi. Tali valori sono dichiarati dal costruttore. A protezione dei circuiti sono installati, in ogni cassetta di giunzione dei sottocampi, fusibili opportunamente dimensionati.

Nella parte in corrente alternata la protezione è realizzata da un dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter stesso. L'interruttore posto sul lato CA dell'inverter serve da ricalzo al dispositivo posto nel gruppo di conversione.

### 10.9.2 Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione dai contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- Installazione di prodotti con marcatura CE;
- Utilizzo di componenti con adeguata protezione meccanica (IP);
- Collegamenti elettrici effettuati mediante cavi rivestiti con guaine esterne protettive, con adeguato livello di isolamento e alloggiati in condotti portacavi idonei in modo da renderli non direttamente accessibili (quando non interrati).

### 10.9.3 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Le masse delle apparecchiature elettriche situate all'interno delle varie cabine sono collegate all'impianto di terra principale dell'impianto.

Per i generatori fotovoltaici viene adottato il doppio isolamento (apparecchiature di classe II). Tale soluzione consente, secondo la norma CEI 64-8, di non prevedere il collegamento a terra dei moduli e delle strutture che non sono classificabili come masse.

### 10.9.4 Misure di protezione dalle scariche atmosferiche

L'installazione dell'impianto fotovoltaico nell'area, prevedendo mediamente strutture di altezza contenuta e omogenee tra loro, non altera il profilo verticale dell'area medesima. Ciò significa che le probabilità della fulminazione diretta non è influenzata in modo sensibile. Considerando inoltre che il sito non sarà presidiato, la protezione della fulminazione diretta sarà realizzata soltanto mediante un'adeguata rete di terra che garantirà l'equipotenzialità delle masse.

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, bisogna considerare che l'abbattersi di un fulmine in prossimità dell'impianto può generare disturbi di carattere elettromagnetico e tensioni indotte sulle linee dell'impianto, tali da provocare guasti e danneggiarne i componenti. Per questo motivo gli inverter sono dotati di un proprio sistema di protezione da sovratensioni, sia sul lato in corrente continua, sia su quello in corrente alternata. In aggiunta, considerata l'estensione dei collegamenti elettrici, tale protezione è rafforzata dall'installazione di idonei SPD (Surge Protective Device – scaricatori di sovratensione) posizionati nella sezione CC delle cassette di giunzione (String Box).

## 10.10 SISTEMI AUSILIARI

### 10.10.1 Sistema di sicurezza e sorveglianza

L'impianto di videosorveglianza è dimensionato per coprire i perimetri recintati delle aree di impianto.

Il sistema è di tipo integrato ed utilizza:

- Telecamere per vigilare l'area della recinzione, accoppiate a lampade a luce infrarossa per assicurare una buona visibilità notturna;
- Telecamere tipo DOME nei punti strategici e in corrispondenza delle cabine/power station;
- Cavo microfonico su recinzione o in alternativa barriere a microonde installate lungo il perimetro, per rilevare eventuali effrazioni;
- Rivelatori volumetrici da esterno in corrispondenza degli accessi (cancelli di ingresso) e delle cabine/power station e da interno nelle cabine e/o container;
- Sistema d'illuminazione vicino le cabine a LED o luce alogena ad alta efficienza, da utilizzare come deterrente. Nel caso sia rilevata un'intrusione l'illuminazione relativa a quella cabina viene attivata.

È quindi possibile rilevare le seguenti situazioni:

- Sottrazione di oggetti;
- Passaggio di persone;
- Scavalco o intrusione in aree definite;
- Segnalazione di perdita segnale video, oscuramento, sfocatura e perdita di inquadratura.

L'impianto è dotato di sistema di controllo e monitoraggio centralizzato tale da permettere la visualizzazione in ogni istante delle immagini registrate, eventualmente anche da remoto.

L'archiviazione dei dati avviene mediante salvataggio su Hard Disk o Server.

### 10.10.2 Sistema di monitoraggio e controllo

Il sistema di monitoraggio e controllo è costituito da una serie di sensori atti a rilevare, in tempo reale, i parametri ambientali, elettrici, dei tracker e del sistema antintrusione/TVCC dell'impianto e da un sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati centralizzato (SAD – Sistema Acquisizione Dati), in accordo alla norma CEI EN 61724.

I dati raccolti ed elaborati servono a valutare le prestazioni dell'impianto, il corretto funzionamento dei tracker, la sicurezza dell'impianto e a monitorare la rete elettrica.

I sensori sono installati direttamente in campo, nelle stazioni meteorologiche (costituite da termometro, barometro, piranometri/albedometro, anemometro), string box o nelle cabine e misurano, le seguenti grandezze:

- Irraggiamento solare;
- Temperatura ambiente;
- Temperatura dei moduli;

- Tensione e corrente in uscita all'unità di generazione;
- Potenza attiva e corrente in uscita all'unità di conversione;
- Tensione, potenza attiva ed energia scambiata al punto di consegna;
- Stato interruttori generali 36 kV e BT;
- Funzionamento tracker.

#### 10.10.3 Sistema di illuminazione e forza motrice

In tutti i gruppi di conversione e nelle cabine ausiliarie sono previsti i seguenti servizi minimi:

- illuminazione interna;
- illuminazione di emergenza interna mediante lampade con batteria incorporata;
- illuminazione esterna della zona dinanzi alla porta di ingresso, realizzata con proiettore accoppiato con sensore di presenza ad infrarossi;
- impianto di forza motrice costituito da una presa industriale 1P+N+T 16 A - 230 V e una o più prese bipasso 10/16 A Std ITA/TED.

Nelle altre aree esterne non sono in genere previsti punti di illuminazione. Solo in corrispondenza degli accessi (cancelli di ingresso) saranno installati dei proiettori aggiuntivi sempre con sensore di presenza ad infrarossi.

#### 10.11 CONNESSIONE ALLA RTN

Le dorsali di collegamento a 36 kV, realizzata mediante due terne di cavo in parallelo, raccoglie la potenza prodotta dall'intero impianto agrivoltaico, dalla Cabina Utente fino alla stazione della RTN Fulgore 2.

Per maggiori dettagli sulle opere di connessione dell'impianto agro-fotovoltaico si rimanda alla relazione specialistica allegata al presente progetto e alle tavole relative all'Impianto di Utenza.



## 11 REALIZZAZIONE IMPIANTO

Le opere di costruzione dell'impianto constano in:

- realizzazione della recinzione e sistemazione dell'area;
- realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo con accessi dalla viabilità esistente;
- posa in opera e installazione delle strutture di supporto inclusi i moduli fotovoltaici;
- realizzazione degli scavi per la posa di condotti e pozzetti interrati per gli impianti elettrici e per la realizzazione degli impianti di terra;
- posa in opera delle cabine elettriche di impianto, comprese le relative fondazioni;
- realizzazione della cabina utente;
- posa in opera del sistema di illuminazione/videosorveglianza, comprese le relative fondazioni;
- posa in opera delle essenze arboree perimetralmente all'area;
- recupero laghetti esistenti.

### 11.1 RECINZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale di lunghezza pari a circa 8,5 km e di altezza pari a 2,0 m con rete elettrosaldata a maglie rettangolari in tonalità RAL 6005 verde muschio da fissare su profili tubolari infissi nel terreno, come meglio specificato nelle tavole che fanno parte integrante del progetto e, in sintesi, nell'immagine che segue.

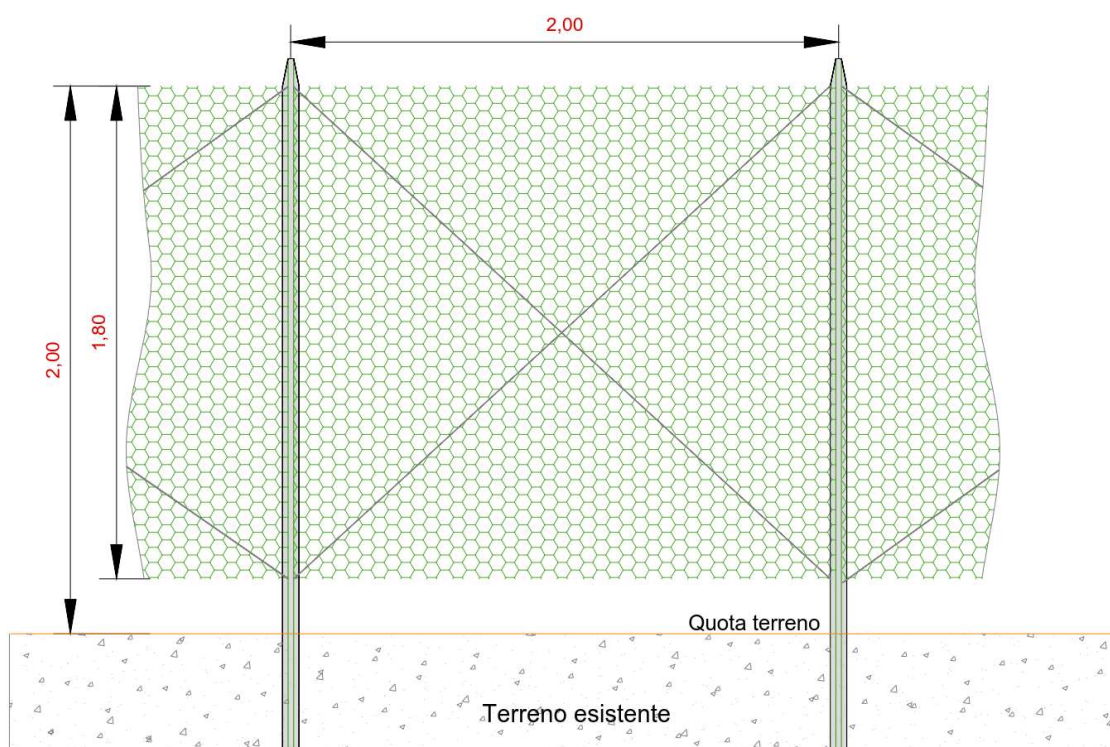


Figura 11-1 – Tipologia tipica recinzione



I paletti saranno di altezza fuori terra di circa 216 cm, infissi per una profondità variabile tra 60 e 150 cm direttamente nel terreno. L'interasse dei paletti sarà di 200 cm. La rete elettrosaldata sarà sollevata da terra di 20 cm al fine di permettere il passaggio di fauna di piccola taglia evitando conseguentemente che la recinzione assuma carattere di barriera ecologica.

## 11.2 VIABILITÀ INTERNA A CARATTERE AGRICOLO

L'impianto è caratterizzato da accessi su viabilità interpodereale e strade vicinali a servizio dell'impianto fotovoltaico e della cabina utente, e da una viabilità interna a carattere agricolo di servizio, che conduce alle piazzole previste intorno alle unità di trasformazione Inverter, necessaria, sia in fase di realizzazione dell'opera che durante l'esercizio dell'impianto, per l'accesso alle parti funzionali dell'impianto e per le operazioni di controllo e manutenzione. Le viabilità interne sarà di larghezza pari a 3,5 m e avrà un raggio minimo di curvatura interno di 5 m, per consentire un agevole passaggio dei mezzi agricoli in entrambe le direzioni di marcia, come da tavole di progetto e figure seguenti.

Le nuove piazzole e la viabilità a carattere agricolo saranno realizzate, previo opportuno scavo, in misto stabilizzato dello spessore di 10 cm su sottofondo in misto frantumato dello spessore di circa 40 cm.

Le strade interne saranno affiancate da cunette in terra per la raccolta delle acque piovane, tubazioni interrante saranno invece previste in corrispondenza degli attraversamenti per i mezzi agricoli.

Sezioni tipiche delle strade interne all'impianto sono riportate nelle seguenti figure.

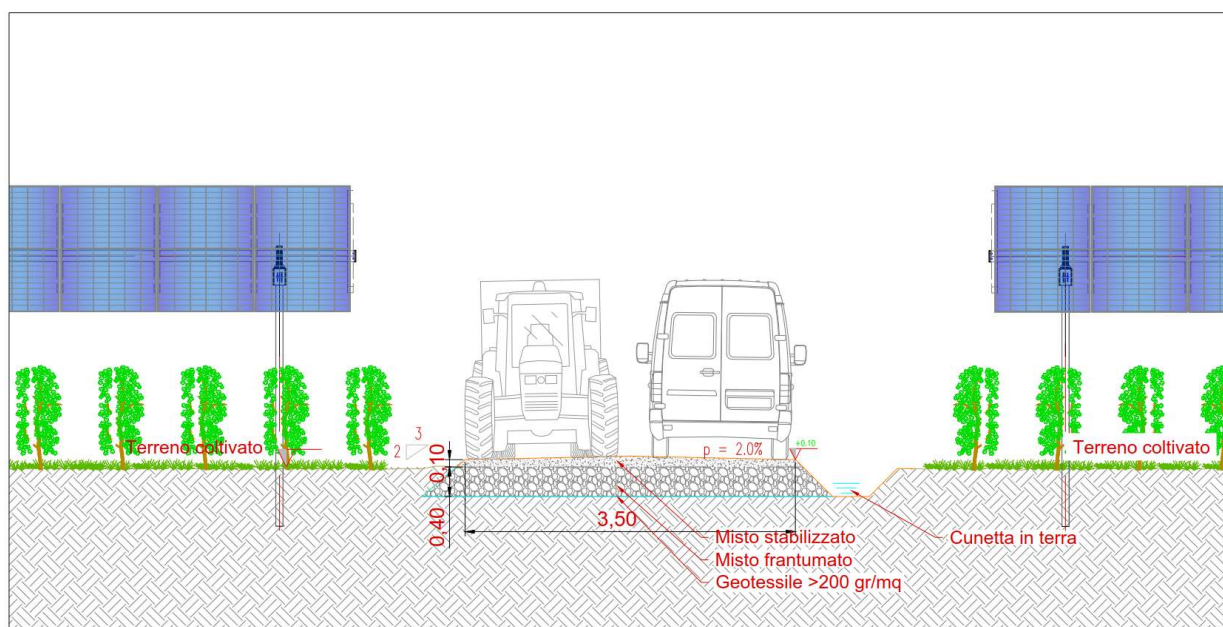


Figura 11-2 – Sezione tipica strada interna con cunetta

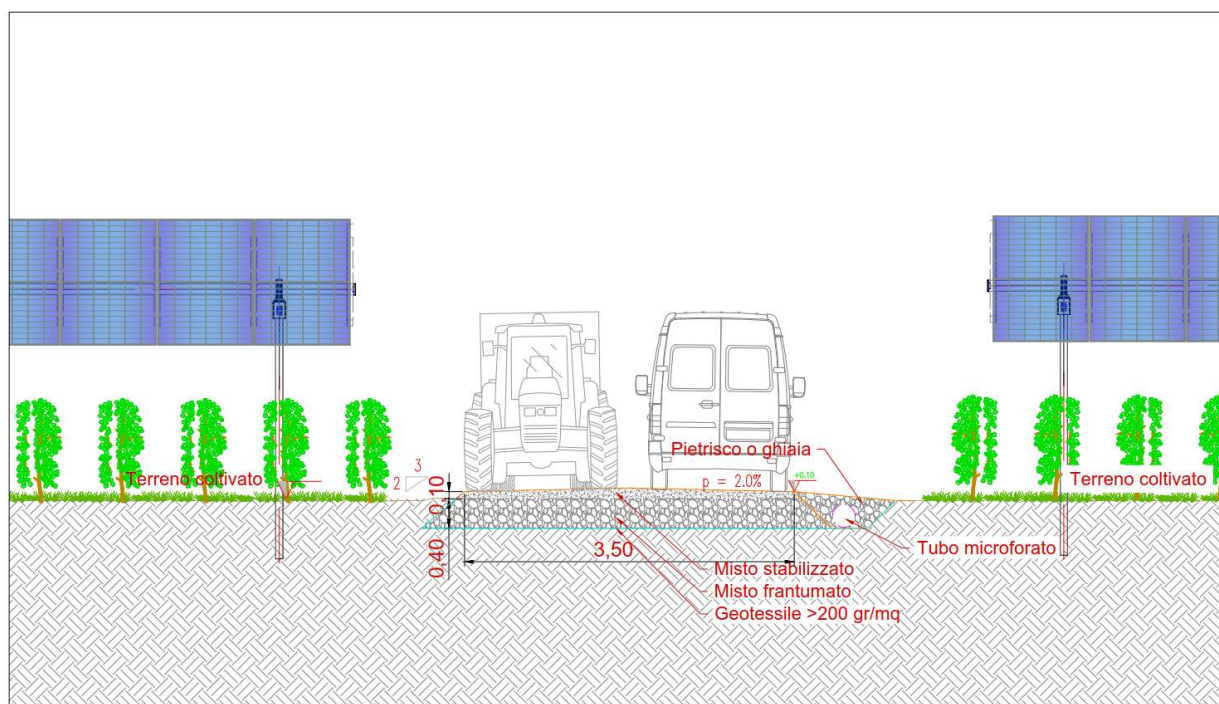
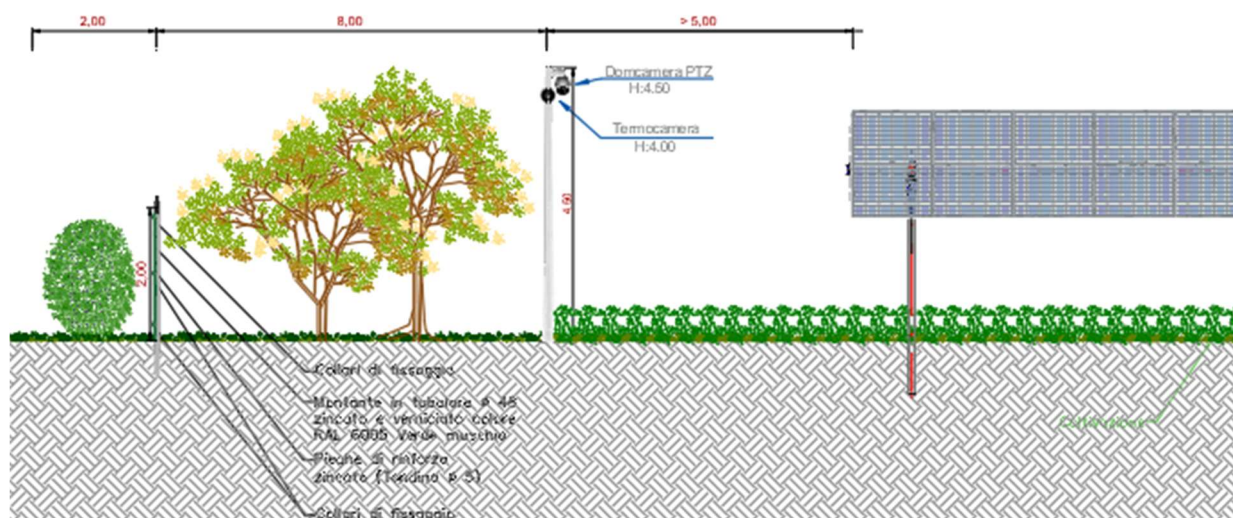


Figura 11-3 – Sezione tipica strada interna con drenaggio

### 11.3 MITIGAZIONE PERIMETRALE

Come indicato nelle tavole di progetto, per poco più della metà dell'estensione della recinzione di impianto, internamente alla stessa, è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale di 8 m piantumata ad ulivi e 2 m di arbusti all'esterno della recinzione stessa. La fascia arborea perimetrale contribuirà a schermare l'impianto e contribuirà all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

Lungo la restante parte della recinzione perimetrale, poiché all'interno dell'area complessiva di impianto, non è prevista una fascia arborea, sempre in accordo alle seguenti figure.





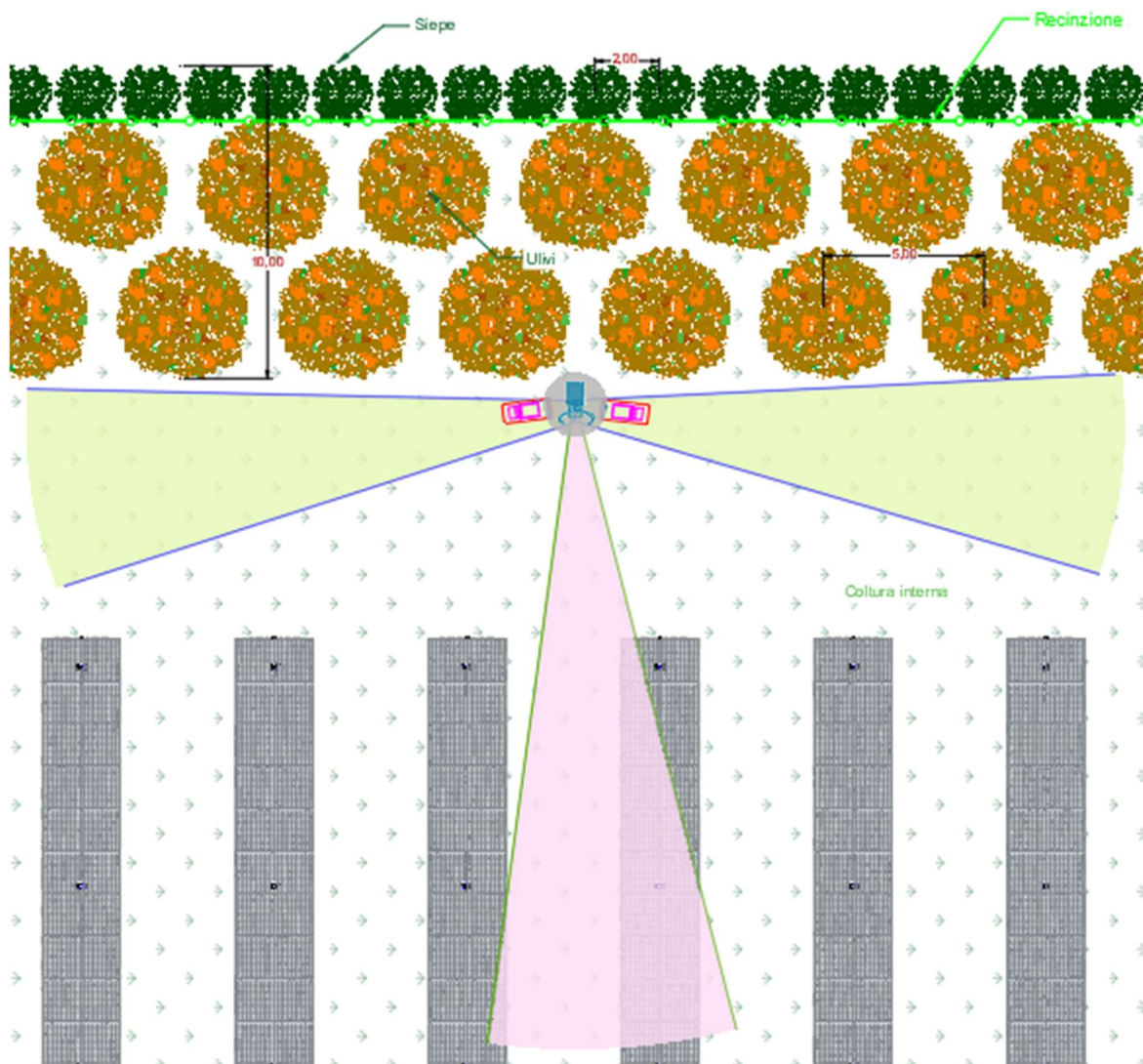
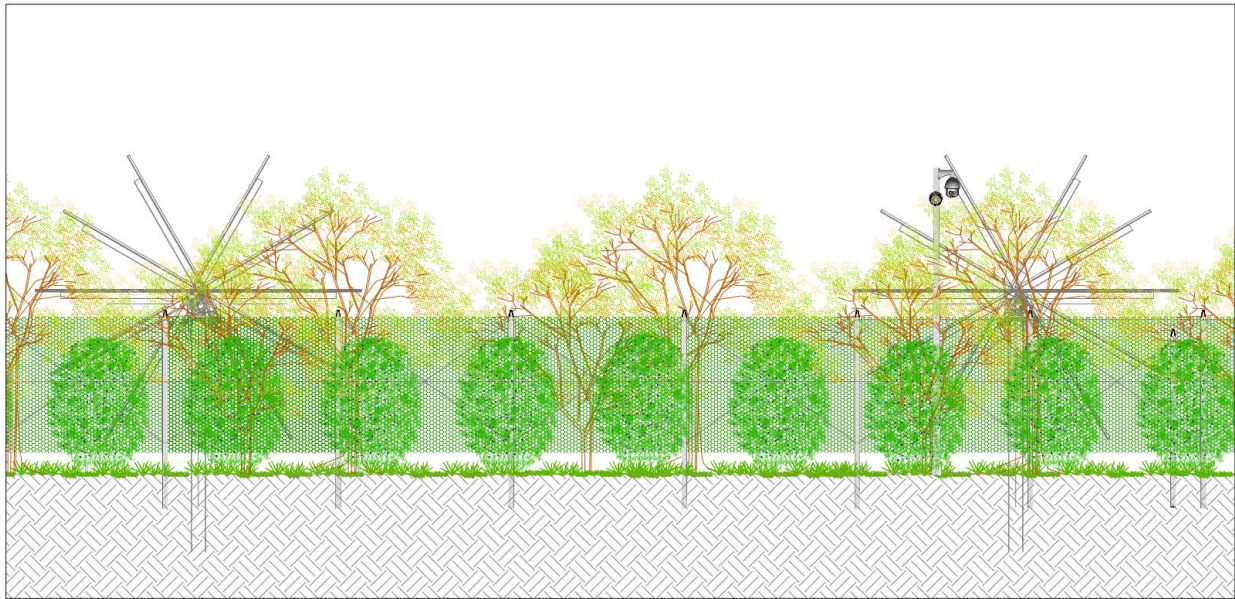


Figura 11-4 – Sezione fascia arborea perimetrale



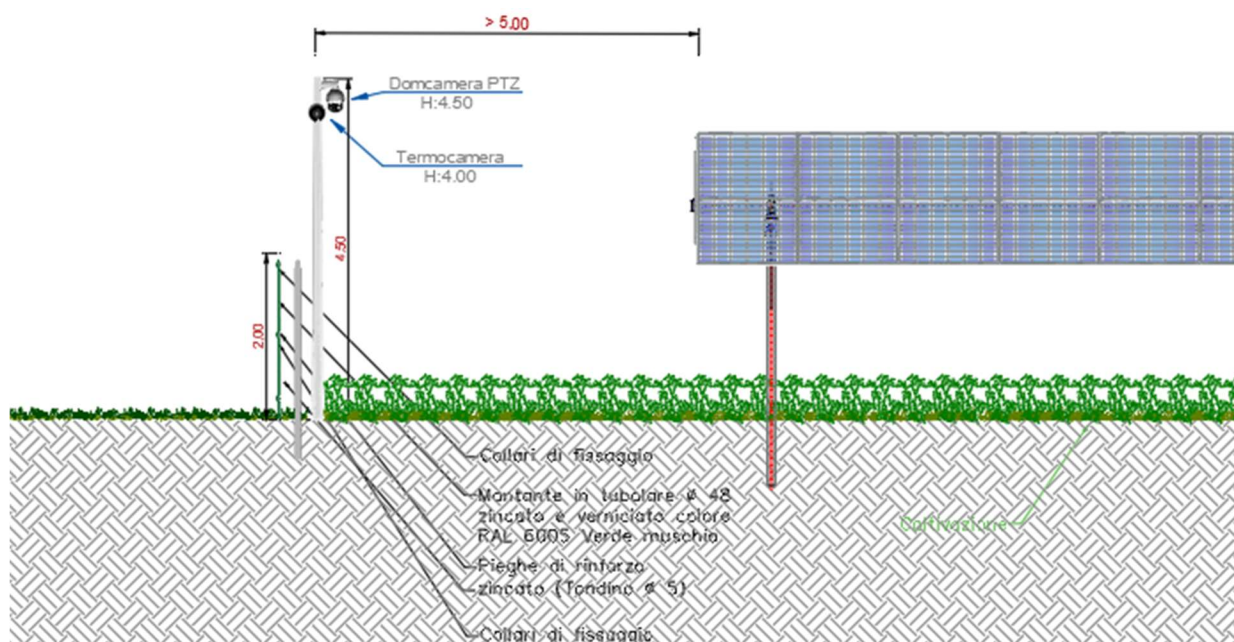


Figura 11-5 – Sezione recinzione senza fascia arborea

#### 11.4 CAVIDOTTI

All'interno del campo fotovoltaico verranno realizzati cavidotti per il reticolo dei collegamenti elettrici in bassa tensione utili al collegamento tra le stringhe dei moduli fotovoltaici e i quadri di parallelo Inverter localizzati nello Skid della Power Station.

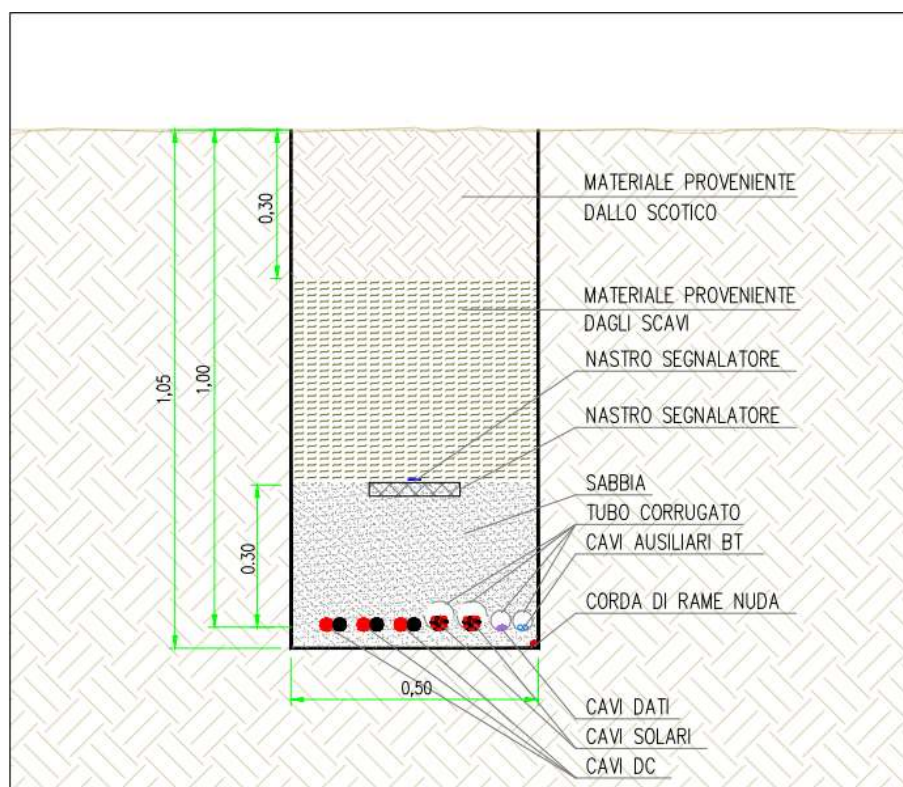


Figura 11-6 – Sezioni tipiche posa cavi DC

Oltre alla rete di distribuzione in bassa tensione verranno realizzate le dorsali in media tensione per collegare le Cabine di conversione Inverter alle cabine di raccolta 36 kV localizzate in prossimità dell'ingresso all'area di impianto.

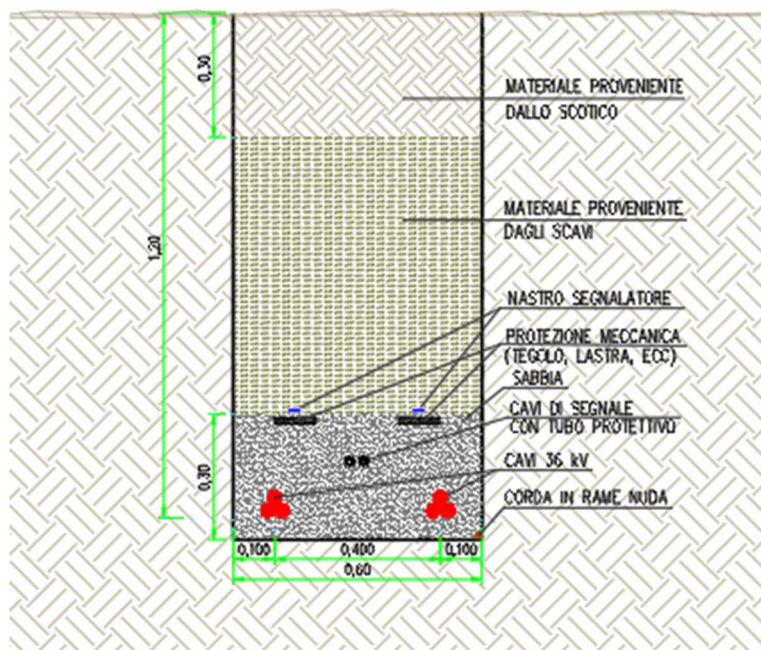


Figura 11-7 – Sezione tipica posa cavi 36 kV

## 11.5 TRATTAMENTO DEL SUOLO CONNESSIONE CON RELAZIONE AGRONOMICA

Al termine dei lavori di installazione dell'impianto seguirà una prima annata agraria in cui verranno compensate le irregolarità, i solchi e i problemi di compattazione causati dal transito di mezzi pesanti su terreno bagnato, lasciando il terreno a riposo. Si avrà cura, comunque, nell'evitare che le malerbe si sviluppino in modo eccessivo, in maniera tale da limitarne la diffusione; tramite sistematici interventi con macchine operatrici per la lavorazione del terreno si provvederà ad effettuare interventi sia negli spazi interfila che nelle aree libere.

A partire dall'inizio dell'estate verranno eseguite una serie di lavorazioni finalizzate innanzitutto all'eliminazione della vegetazione secca, e poi ad ottenere una completa preparazione del letto di semina su tutte le aree idonee alla coltivazione.

Le operazioni colturali inizieranno con il dissodamento meccanico di tutte le aree perimetrali "di colletto" di qualsiasi palo, basamento, pozzetto o comunque di tutto ciò che emerge dal terreno, e delle aree dove i pannelli sono più vicini al suolo e dovunque ci siano strutture che possano limitare il passaggio in altezza al di sotto dei due metri con macchine operatrici adeguate (es. fresatrice interceppo). Il passaggio successivo sarà di intervenire con un erpice snodato (detto comunemente tiller) trainato/portato da un trattore di medie dimensioni con arco di protezione reclinabile, per ridurre al minimo l'ingombro in altezza, in modo da poter lavorare senza problemi

su tutta la superficie sottostante i pannelli.

Solo a questo punto sarà possibile procedere alla preparazione meccanica del terreno di tutti gli ampi spazi liberi tra le file e delle aree perimetrali, da eseguire con un trattore di maggiore potenza, tramite aratura, seguita da diversi passaggi di affinamento mediante erpice snodato in periodi in cui il terreno sia in idonee condizioni di tempera, per evitare la formazione di zolle persistenti, di difficile gestione in relazione alla germinazione delle sementi di dimensioni ridotte.

Dopo che tutto il terreno sarà stato preparato, al momento del primo abbassamento di temperatura durante il mese di settembre, si procederà ad una “finta semina”, cioè alla preparazione di un perfetto letto di semina senza poi effettivamente deporre alcune sementi nel terreno. Nei mesi successivi nasceranno e si svilupperanno tutti i semi presenti sullo strato superficiale del terreno, che non riusciranno a raggiungere uno stadio riproduttivo per il sopraggiungere dell’inverno. Verso la fine di gennaio o comunque entro febbraio, non appena la temperatura si comincerà ad alzare per alcuni giorni consecutivi e in condizioni di persistente tempo sereno, si procederà nuovamente all’affinatura del solo strato superficiale del terreno, compattato dalle piogge invernali, intervenendo necessariamente anche con la fresa interceppo sugli spazi sotto ai pannelli e nelle vicinanze delle infrastrutture, mentre negli spazi liberi si praticherà una erpicatura superficiale. Si potrà finalmente procedere alle semine, differenziate sulla base del piano agronomico proposto dagli elaborati di progetto.

Le sementi erbacee da utilizzare per la rinaturalizzazione dei siti saranno prevalentemente specie tappezzanti e avranno l’obiettivo di “ri-fertilizzare” i terreni mettendoli a riposo; inoltre attraverso il loro costante sfalcio verrà restituita sul terreno nuova sostanza organica che risanerà la biodiversità ripristinando la vegetazione naturale potenziale dell’area tramite la ricostruzione di biocenosi relitte e di ecosistemi paranaturali riferiti ad una presunta vegetazione climax.

Quanto descritto riguarda per il primo periodo tutta la superficie dell’impianto. Una volta concluso il ripristino delle qualità meccaniche del suolo, si procederà al re-impianto delle superfici a vigneto che erano state precedentemente estirpate, mentre sulle restanti aree si continuerà con una normale gestione delle attività agrarie previste nel piano agronomico.

## 11.6 TRASPORTO DI MATERIALI

Per quanto possibile si farà ricorso a strutture preassemblate e preverniciate, al fine di ridurre al minimo i trasporti e le attività di cantiere.

Per quanto riguarda la posa in opera dei cavidotti interrati è stimabile che siano necessari 6 escavatore per realizzare i cunicoli su cui posare i cavi e circa 8 autocarri per il trasporto della terra e per il trasporto delle cabine skid che giungeranno già assemblate e predisposte per il collegamento elettrico.

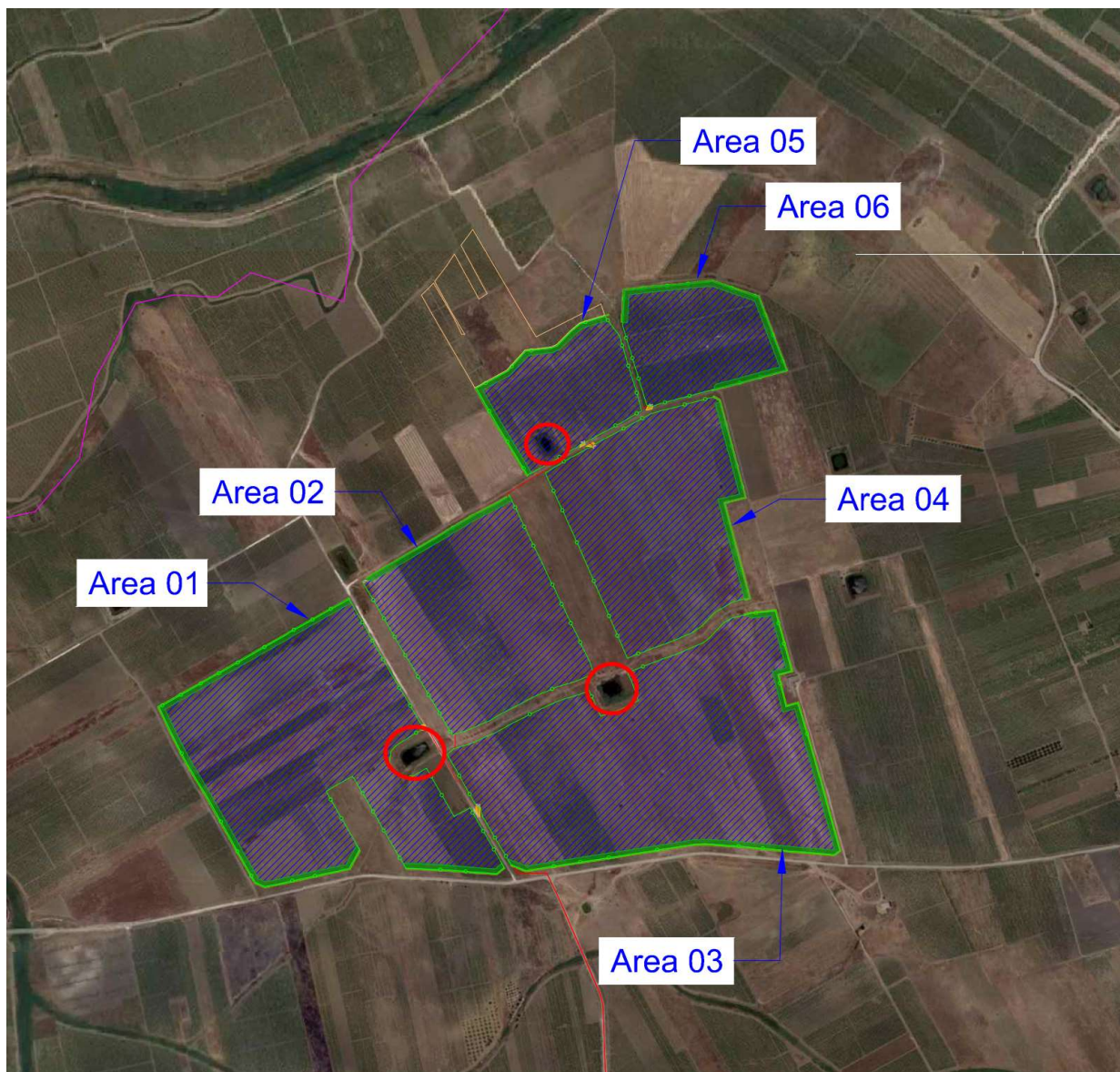
## 11.7 USO DI RISORSE

Durante le attività di cantiere l’approvvigionamento elettrico sarà garantito da gruppi elettrogeni. L’approvvigionamento idrico avverrà a mezzo stoccaggio in appositi serbatoi serviti da autobotte.



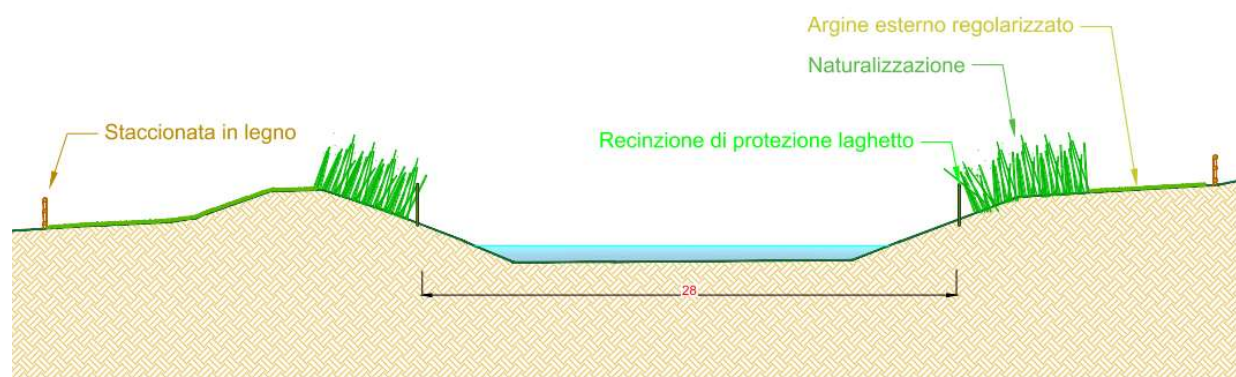
## 11.8 RECUPERO LAGHETTI ESISTENTI

I tre laghetti esistenti all'interno dell'area dell'impianto agrivoltaico, come evidenziato nella seguente figura, saranno riqualificati per riutilizzo nell'ambito delle attività agricole associate con la realizzazione del nuovo impianto.



*Figura 11-8 – Laghetti da riqualificare*

La riqualificazione dei laghetti prevede la realizzazione di staccionate in legno e recinzioni di protezione degli stessi, nonché la regolarizzazione degli argini e la naturalizzazione degli stessi, mediante piantumazione di vegetazione idonea allo scopo.



*Figura 11-9 – Riqualificazione laghetto*

Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole 34a, 34b e 34 e alla relazione dedicata, facente parte del presente progetto.

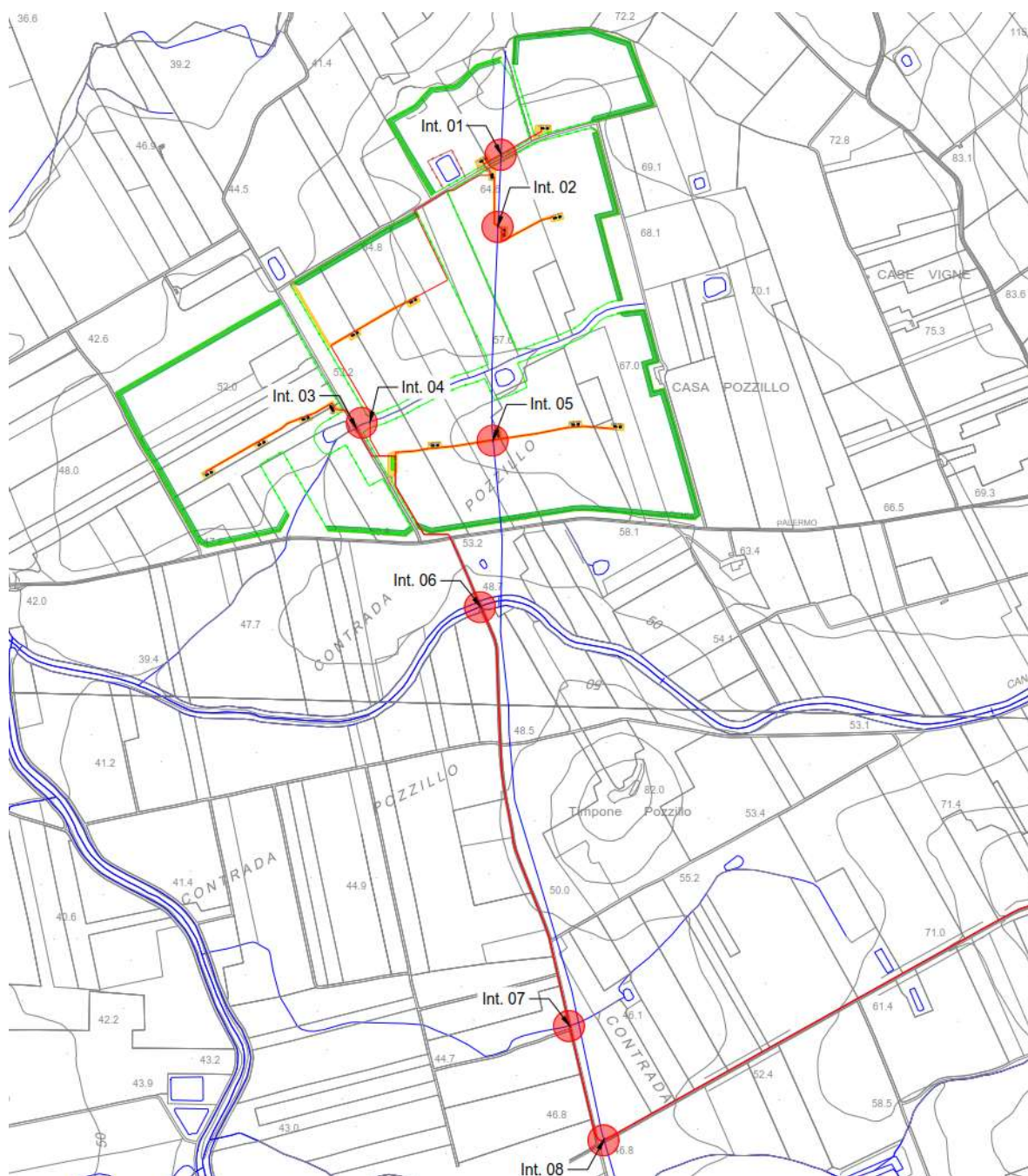


## 12 INTERFERENZE INTERNE ALL'AREA DI IMPIANTO

### 12.1 INTERFERENZE CON CAVI 36 kV

Come dettagliato nelle tavole allegate al presente progetto (si vedano le tavole 28a e 29), il percorso dei cavi 36 kV si svolge prevalentemente lungo le strade comunali. Lungo queste strade la sezione di posa principale prevede i cavi direttamente interrati con ripristino della pavimentazione stradale esistente.

Sezioni specifiche di posa saranno invece adottate per la risoluzione delle interferenze, che sono individuate puntualmente nella tavola 28a. Le sezioni proposte per la risoluzione delle stesse sono riportate nelle tavole 29.



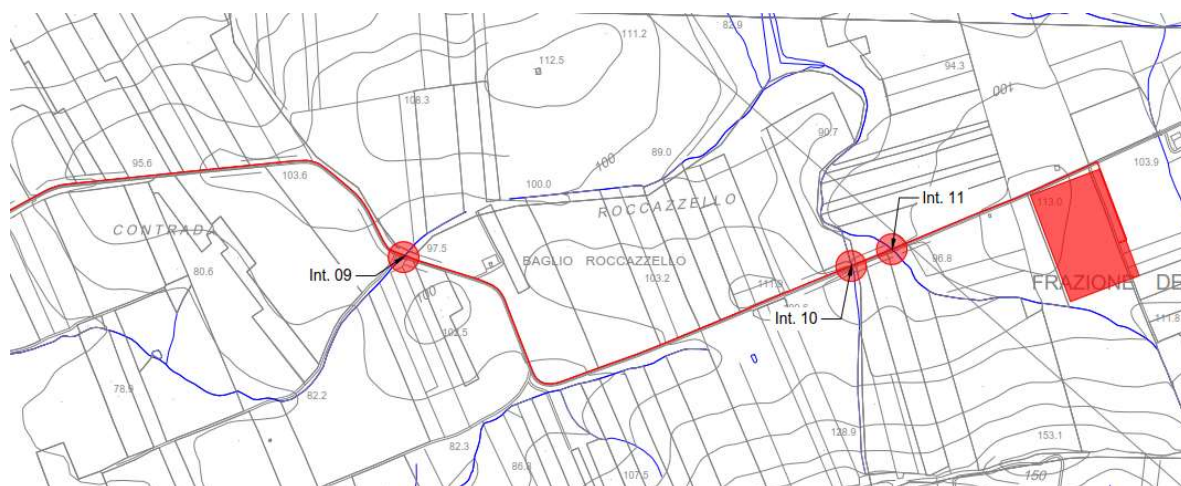


Figura 12-1 – Interferenze con cavi 36 kV impianto

Le interferenze individuate e relative risoluzioni sono riportate nella seguente tabella:

ID Int.	Descrizione	Cavi Interrati	Indicazioni per la posa
Int. 01	Attraversamento acquedotto interrato	NR 1 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa tramite cassonetto in cemento ad una profondità minima di 1 m sotto alla condotta esistente.
Int. 02	Attraversamento acquedotto interrato	NR 1 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa tramite cassonetto in cemento ad una profondità minima di 1 m sotto alla condotta esistente.
Int. 03	Attraversamento corso d'acqua	NR 1 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa con tecnologia TOC ad una profondità minima di 2 m rispetto all'alveo.
Int. 04	Attraversamento corso d'acqua	NR 1 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa con tecnologia TOC ad una profondità minima di 2 m rispetto al manufatto esistente.
Int. 05	Attraversamento acquedotto interrato	NR 1 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa tramite cassonetto in cemento ad una profondità minima di 1 m sotto alla condotta esistente.
Int. 06	Attraversamento canale "Zaffarana"	NR 2 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa con tecnologia TOC ad una profondità minima di 2 m rispetto all'alveo.
Int. 07	Attraversamento manufatto esistente (tombino)	NR 2 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa con tecnologia TOC ad una profondità minima di 2 m rispetto al manufatto esistente.
Int. 08	Attraversamento acquedotto interrato	NR 2 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa tramite cassonetto in cemento ad una profondità minima di 1 m sotto alla condotta esistente.
Int. 09	Attraversamento manufatto esistente (tombino)	NR 2 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa con tecnologia TOC ad una profondità minima di 2 m rispetto al manufatto esistente.
Int. 10	Attraversamento manufatto esistente (tombino)	NR 2 terne Cavi 36 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa con tecnologia TOC ad una profondità minima di 2 m rispetto al manufatto esistente.
Int. 11	Attraversamento manufatto	NR 2 terne Cavi 36 kV	Posa con tecnologia TOC ad una



ID Int.	Descrizione	Cavi Interrati	Indicazioni per la posa
	esistente (tombino)	Fibre ottiche e corda di terra	profondità minima di 2 m rispetto al manufatto esistente.

Tabella 12-1 – Risoluzione interferenze

Si rimanda alla tavola 29 per i dettagli realizzativi della risoluzione individuata.

## 12.2 INTERFERENZE CON OPERE PROGETTUALI

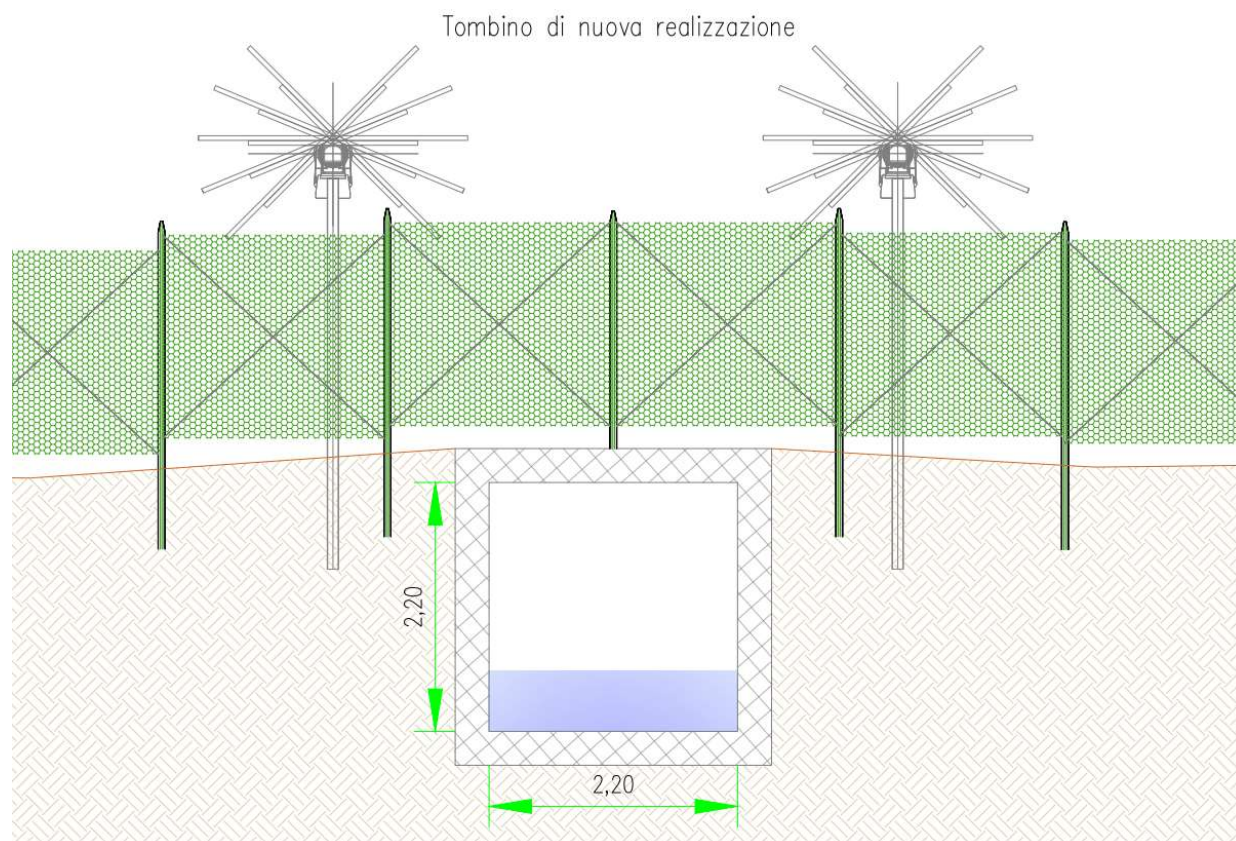
Come dettagliato nelle tavole allegate al presente progetto (si vedano le tavole 28b), la recinzione di impianto incrocia in due punti un corso d'acqua esistente.



Figura 12-2 – Interferenze recinzione impianto

La risoluzione proposta per queste interferenze comporta la realizzazione di un condotto interrato di dimensioni 2,20x2,20 m in cemento armato prefabbricato per incanalare il corso d'acqua nel

passaggio sotto la recinzione dell'impianto, come da seguente figura:



*Figura 12-3 – Risoluzione interferenze recinzione impianto*

Si rimanda alla tavola 28b per i dettagli realizzativi della risoluzione individuata.



Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 50,561 MW e opere connesse, denominato "DELIA" da realizzarsi nei comuni di Marsala (TP) e Trapani (TP)



### 13 FASI E TEMPI DI ESECUZIONE

Per il cronoprogramma di esecuzione del progetto si rimanda alla relazione tecnica dedicata, inclusa nel presente progetto.

## 14 MANUTENZIONE

Gli impianti fotovoltaici connessi in rete devono essere sottoposti a manutenzione periodica, in modo da non determinare perdite di produzione che altrimenti potrebbero compromettere il piano economico e quindi il ritorno dell'investimento.

La manutenzione deve essere svolta da personale qualificato. L'intervento di manutenzione dell'impianto fotovoltaico è da programmare, insieme con le verifiche periodiche, almeno una volta all'anno, meglio all'inizio della primavera, in modo che eventuali difetti non compromettano la produzione del periodo estivo.

La manutenzione consiste nel porre rimedio agli inconvenienti emergenti dall'esame a vista e dalle misure e prove, nell'eseguire le operazioni richieste dal costruttore dell'inverter e nella pulizia dei moduli con acqua (evitare spazzole dure e solventi).

Il progetto deve considerare la disposizione ottimale dei componenti dell'impianto affinché siano facilmente raggiungibili e prevedere gli spazi necessari al personale per la manutenzione. Va quindi garantita l'accessibilità ai moduli, ai quadri e agli inverter, sia per le prove e misure che per eventuali sostituzioni di componenti.

Gli inverter sono dotati di display che indica i principali parametri dell'impianto e quindi consente di avere un'indicazione di massima sulle condizioni complessive dell'impianto stesso ed è accessoriabile con sistemi di monitoraggio.

Infine è opportuno predisporre un registro su cui riportare i risultati delle verifiche, gli interventi di manutenzione, i guasti e le anomalie che hanno interessato l'impianto.

## 15 ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

### 15.1 RICADUTE SOCIALI

I principali benefici attesi, in termini di ricadute sociali, connessi con la realizzazione dell'Impianto agrivoltaico, possono essere così sintetizzati:

- misure compensative a favore dell'amministrazione locale, che contando su una maggiore disponibilità economica, può perseguire lo sviluppo di attività socialmente utili, anche legate alla sensibilizzazione nei riguardi dell'utilizzo delle energie alternative;
- proseguimento dell'attività agricola e miglioramento della produttività agronomica delle aree interessata dall'impianto e parziale riasfaltatura delle strade lungo le quali saranno posate le dorsali di collegamento a 30 kV.

Per quanto concerne gli aspetti legati ai possibili risvolti socioculturali derivanti dagli interventi in progetto, nell'ottica di aumentare la consapevolezza sulla necessità delle energie alternative, la Società organizzerà iniziative dedicate alla diffusione ed informazione circa la produzione di energia da fonte rinnovabile quali ad esempio:

- visite didattiche nell'Impianto agrivoltaico aperte alle scuole ed università;
- campagne di informazione e sensibilizzazione in materie di energie rinnovabili,
- attività di formazione dedicate al tema delle energie rinnovabili aperte alla popolazione.

### 15.2 RICADUTE OCCUPAZIONALI

La realizzazione dell'impianto agrivoltaico e delle relative opere di connessione coinvolge un numero rilevante di persone: occorrono infatti tecnici qualificati (agronomi, geologi, consulenti locali) per la preparazione della documentazione da presentare per la valutazione di impatto ambientale e per la progettazione dell'impianto, nonché personale per l'installazione delle strutture e dei moduli, per la posa dei cavi, per l'installazione delle apparecchiature elettromeccaniche, per il trasporto dei materiali, per la realizzazione delle opere civili, per l'avvio dell'impianto, per la preparazione delle aree per l'attività agricola, ecc.

Le esigenze di funzionamento e manutenzione dell'Impianto agrivoltaico contribuiscono alla creazione di posti di lavoro locali ad elevata specializzazione, quali tecnici specializzati nel monitoraggio e controllo delle performance d'impianto ed i responsabili delle manutenzioni periodiche su strutture metalliche ed apparecchiature elettromeccaniche.

A queste figure si deve poi assommare il personale tecnico che sarà impiegato per il lavaggio dei moduli fotovoltaici ed i lavoratori agricoli impiegati nelle attività di coltivazione e raccolta delle colture dell'impianto agrivoltaico. Il personale sarà impiegato regolarmente per tutta la vita utile dell'impianto, stimata in circa 30 anni.

Gli interventi in progetto comporteranno significativi benefici in termini occupazionali, di seguito riportati:

- vantaggi occupazionali per la fase di cantiere;
- vantaggi occupazionali per la fase di esercizio dell'impianto agro-fotovoltaico, quantificabili in:

- tecnici impiegati periodicamente per le attività di manutenzione e controllo delle strutture, dei moduli, delle opere civili;
- vantaggi occupazionali indiretti, quali impieghi occupazionali indotti dall'iniziativa per aziende che graviteranno attorno all'esercizio dell'impianto agrivoltaico, quali ditte di carpenteria, edili, società di consulenza, società di vigilanza, imprese agricole, ecc.

Le attività di lavoro indirette saranno svolte prevalentemente ricorrendo ad aziende e a manodopera locale, per quanto compatibile con i necessari requisiti.

### 15.3 RICADUTE ECONOMICHE

Gli effetti positivi socioeconomici relativi alla presenza di un impianto agrivoltaico che riguardano specificatamente le comunità che vivono nella zona di realizzazione del progetto possono essere di diversa tipologia.

In primis, ai sensi dell'Allegato 2 (Criteri per l'eventuale fissazione di misure compensative) al D.M. 10/09/2010 "*Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili*", "*..l'autorizzazione unica può prevedere l'individuazione di misure compensative a carattere non meramente patrimoniale a favore degli stessi comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientali correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi*".

Oltre ai benefici connessi con le misure compensative che saranno concordate con i comuni interessati, un ulteriore vantaggio per le amministrazioni locali e centrali è connesso con gli ulteriori introiti legati alle imposte.

Inoltre, nella valutazione dei benefici attesi per la comunità occorre necessariamente considerare il meccanismo di incentivazione dell'economia locale derivante dall'acquisto di beni e servizi che sono prodotti, erogati e disponibili nel territorio di riferimento. In altre parole, nell'analisi delle ricadute economiche locali è necessario considerare le spese che la Società sosterrà durante l'esercizio, in quanto i costi operativi previsti saranno direttamente spesi sul territorio, attraverso l'impiego di manodopera qualificata, professionisti ed aziende reperiti sul territorio locale.

## 16 TERMINOLOGIA

Si riportano di seguito le definizioni di alcuni termini ricorrenti nel campo dell'installazione di generatori fotovoltaici a costituire sistemi elettrici di generazione di potenza destinati ad essere connessi alla rete elettrica.

- **Angolo di azimut:** angolo esistente tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) e il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale. L'angolo è positivo per orientamenti verso Est, negativo per orientamenti verso Ovest.
- **Angolo di inclinazione:** angolo formato dal modulo fotovoltaico con l'orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre in quel punto). L'angolo è positivo per inclinazioni rivolte verso l'equatore, negativo per inclinazioni rivolte verso il polo.
- **Blocco o sottocampo o subcampo fotovoltaico:** una o più stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, così come può essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale al sistema di condizionamento della potenza (PCS).
- **Campo fotovoltaico:** l'insieme di tutti i blocchi o sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico.
- **Cella fotovoltaica:** dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare direttamente in elettricità a corrente continua.
- **Condizioni Standard:** condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare è pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C.
- **Convertitore statico c.c./c.a.:** apparecchiatura che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata. E' denominato pure invertitore statico (inverter).
- **Impianto fotovoltaico connesso alla rete:** sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase. I componenti fondamentali dell'impianto sono:
  - il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico;
  - il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS).
- **Modulo fotovoltaico:** insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura (tipo piatto piano), o ricevitore ed ottica (tipo a concentrazione). Costituisce l'unità minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile.
- **Potenza di picco:** è la potenza espressa in Wp (watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico.
- **Quadro di campo:** o anche di parallelo stringhe, è un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni di più stringhe per il loro collegamento in parallelo. In esso vengono installati anche dispositivi di sezionamento e protezione.
- **Quadro di consegna:** o anche d'interfaccia è un quadro elettrico in cui viene effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in

bassa tensione. Esso contiene apparecchiature per sezionamento, interruzione, protezione e misura.

- **Rete pubblica in bassa tensione (BT):** rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V.
- **Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS):** è costituito da un componente principale, il convertitore statico c.c./c.a. (inverter), e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinché l'energia venga trasferita alla rete con i necessari requisiti di qualità ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.
- **Società Elettrica:** soggetto titolare della gestione ed esercizio della rete BT di distribuzione dell'energia elettrica agli utenti.



## 17 NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

### Normativa di carattere generale e leggi di riferimento

- Decreto Ministeriale 06/08/2010
- Delibera n°260/06
- Delibere 88/07, 89/07, 90/07
- Delibera n. 188/05 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas
- Decreto Ministeriale 28/07/2005 e successive modifiche ed integrazioni
- Decreto legislativo 29/12/2003 n.387
- Decreto del Ministero Ambiente 16/03/2001
- Delibera n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (G.U. n. 19 del 24 gennaio 2001)
- Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 200 kW
- Legge 5 Marzo 1990 n. 46 (G.U. n. 59 Serie generale del 12 marzo 1990)

### Norme per la sicurezza degli impianti

- Legge 9 gennaio 1991 n. 9 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)
- Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)
- Decreto 19 luglio 1996 (G.U. n. 172 Serie generale del 24 luglio 1996)

### Norme per la disciplina delle opere in 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
- Circolare Ministero LL.PP. 14 febbraio 1974 n. 11951 - Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5111171 n. 1086
- Decreto 14 febbraio 1992

### Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- Decreto 16 gennaio 1996

### Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

- Decreto 16 gennaio 1996

### Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Circolare Ministero LL.PP. 4 luglio 1996 n. 156AA.GG./STC
- Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica

di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996

- Decreto 14 agosto 1996 n. 493 (G.U. n. 223 del 14 agosto 1996)
- Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dell'impianto fotovoltaico

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 150 V in corrente continua;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili.
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- 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 450/750V;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 461/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici;
- ENEL DV 606 - Marzo 1997 - Pannello semplificato per la protezione di interfaccia monofase per autoproduttori;
- ENEL DK 5940 - Criteri di allacciamento di impianti di autoproduzione alla rete BT di

distribuzione;

- ENEL DK 5740 - Criteri di allacciamento di tetti fotovoltaici alla rete MT di distribuzione - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- IEC 1646: Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules n Design qualification and type approved;
- CEI 82-4 (EN 61173) - Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia;
- Guida CEI 82-8 (EN 61215) Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI 82-9 (EN 61727) - Sistemi fotovoltaici (FV). Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;
- CEI 22-7 (EN 60146-1-1) - Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;
- CEI 22-8 (EN 60146-1-3) Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea Parte 1-3: Trasformatori e reattori;
- CEI 22-9 (EN 50091-2) UPS - Parte 2: Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC);
- CEI 74-4 (EN 50091-1) UPS - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza, che stabiliscono i requisiti nei confronti della sicurezza dei prodotti in bassa tensione in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE n. 73/23;
- CEI 110-31 (EN 61000-3-2) del 411995, per i limiti delle armoniche in rete;
- CEI 110-28 (EN 61000-3-3) del 1011995, per le fluttuazioni di tensione;
- CEI 110-1; CEI 110-6; CEI 110-8, per la compatibilità elettromagnetica e la limitazione delle emissioni in RF.
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;
- CEI EN 50443, "Effetti delle interferenze elettromagnetiche sulle tubazioni causate da sistemi di trazione elettrica ad alta tensione in corrente alternata e/o da sistemi di alimentazione ad alta tensione in corrente alternata"
- CEI 106-11, "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", prima edizione, 2006:02;
- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 50,561 MW e opere connesse, denominato "DELIA" da realizzarsi nei comuni di Marsala (TP) e Trapani (TP)



- CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a";
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo".

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