

Provincia di ENNA - Comune di ENNA



DATA	REV	OGGETTO REVISIONE:
Committente: 		Sviluppo e Progettazione:  <small>GEOSTUDIOGROUP S.T.P. - S.R.L.</small>
X-ELIO ENNA 2 S.R.L. Corso Vittorio Emanuele II,349 00186 Roma P.IVA:17129771006 www.x-elio.com		Via Dott. Lino Blundo n.3 97100 Ragusa (RG) P.IVA:01635940883 www.geostudiogroup.net
OPERA:		TITOLO: Relazione descrittiva
Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "ENNA 2" della potenza di 42 MW in A.C. e 50 MWp in D.C. con sistema di accumulo integrato da 21 MW e di tutte le opere connesse ed infrastrutture da realizzarsi nel Comune di Enna (EN).		Progettista: Ing. Salvatore Camillieri
<u>UBICAZIONE IMPIANTO</u>		
Contrada Salsello Enna (EN)		
<u>DATA:</u>	<u>SCALA</u>	
08/08/2023	-	

Sommario

1.	INTRODUZIONE.....	4
2.	NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO	6
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
	Normativa in materia di energia da fonti rinnovabili:	6
	Normativa in materia di impianti agrivoltaici.....	7
	Normativa in materia ambientale e paesaggistica:.....	7
	Normativa generale in tema di regime di tutela:	7
	Normativa generale in tema Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione:.....	8
	Normativa generale opere civili:	8
	Normativa Sicurezza:	9
2.2	AUTORIZZAZIONE UNICA (ART. 12 DEL D.LGS 387/2012)	9
3.	DESCRIZIONE STATO DI FATTO DEL CONTESTO.....	10
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	10
3.2	DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERVENTO	11
3.3	OBIETTIVI DELL'INTERVENTO E SCELTA DEL SITO IDONEO.....	14
4.	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	15
5.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	19
6.	SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI.....	22
6.1	MODULI FOTOVOLTAICI	22
6.2	GRUPPO DI CONVERSIONE E TRASFORMAZIONE.....	23
6.3	STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI PANNELLI.....	26
6.4	OPERE CIVILI	28
6.5	RECINZIONE, IMPIANTO DI ALLARME E DI VIDEOSORVEGLIANZA	28
6.6	OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN	29
6.7	SOTTOSTAZIONE ELETTRICA MT/AT	30
6.8	SISTEMA DI ACCUMULO (BESS - BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM).....	30
6.9	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI STORAGE	31
6.10	CONTAINER.....	33
6.11	TEMPISTICHE DI REALIZZAZIONE	34

6.12	MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE AMBIENTALE	34
6.13	IL SISTEMA 'AGRIVOLTAICO': OTTIMIZZAZIONE DELL'USO DEL SUOLO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA.....	36
6.14	DESCRIZIONE DEL SISTEMA AGRO-SILVO-PASTORALE "ENNA 2".....	38
6.15	CRITERI ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DEL SISTEMA COLTURALE.....	38
6.16	GLI INDIRIZZI PRODUTTIVI DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO "ENNA 2"	39
6.17	REQUISITI SISTEMA AGRIVOLTAICO	41
7.	PIANO DI DISMISSIONE E SMALTIMENTO	46
7.1	CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI	47
7.2	RIMOZIONE DELLE VARIE PARTI DELL'IMPIANTO.....	48
7.3	SMALTIMENTO DEI MATERIALI UTILIZZATI	49
7.4	RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI.....	50
8.	CONCLUSIONI	51

1. INTRODUZIONE

La società X-ELIO ENNA 2 S.R.L., con sede in Corso Vittorio Emanuele II n. 349, 00186 Roma, intende realizzare un impianto agrivoltaico della potenza totale di 50.076 MWp con sistema di accumulo integrato da 21 MW e delle relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi nel Comune di Enna (EN), Regione Sicilia.

Il presente progetto ha la finalità di realizzare un parco agrivoltaico per la produzione di energia elettrica combinata ed integrata con l'attività agricola ecocompatibile e sostenibile. La produzione di energia elettrica è garantita attraverso l'installazione di moduli fotovoltaici in grado di convertire in energia elettrica la radiazione solare incidente sulla loro superficie ed immetterla nella rete elettrica nazionale.

Il progetto denominato "Enna 2" si propone dunque di realizzare un sistema agro-silvo-pastorale, dove l'area interessata dall'installazione dei moduli fotovoltaici sarà destinata a prato polifita e allevamento di ovini vista la buona compatibilità e assenza di interferenze con l'impianto fotovoltaico.

Al prato polifita poliennale è attribuito un importante ruolo non solo come nutrimento per le specie animali, ma anche come fondamentale fattore di equilibrio ambientale.

Uzair Jamil e Joshua M. Pearce in studi recenti conclusi nel 2023, hanno dimostrato che una ombreggiatura parziale può essere tollerata dalle colture e potrebbe ridurre il consumo di acqua per evapotraspirazione durante il periodo estivo e in condizioni di siccità.

Nei sistemi agrivoltaici i pannelli fotovoltaici potrebbero quindi contribuire alla protezione delle colture dal calore eccessivo e mitigare la temperatura del suolo rendendolo di fatto più resistente ai cambiamenti climatici. La produzione integrata di energia rinnovabile e sostenibile con le coltivazioni o gli allevamenti zootecnici permette di ottenere:

- ottimizzazione della produzione, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo;
- alta redditività e incremento dell'occupazione;
- produzione altamente efficiente di energia rinnovabile (nuove tecnologie e soluzioni);
- integrazione con l'ambiente;
- bassi costi energetici per gli utenti finali privati e industriali.

L'iniziativa inoltre prevede l'utilizzo agricolo delle porzioni di terreno non interessate dalle strutture costituenti l'impianto solare fotovoltaico e pertanto si descrivono i processi agricoli previsti per queste aree, la loro compatibilità e l'analisi economica dell'iniziativa agricola.

Per un maggior dettaglio sulle colture si rimanda alla relazione agrivoltaica.

La categoria degli impianti agrivoltaici ha trovato una recente definizione normativa con le "Linee Guida in

materia di impianti agrivoltaici” 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.

Il presente progetto è redatto secondo la norma CEI 0-16, al fine di conseguire tutte le autorizzazioni necessarie alla realizzazione dell’opera, così come previsto dal Decreto 17 maggio 2006 dell’Assessorato del Territorio e dell’Ambiente della Regione Sicilia, dal Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. e dalla normativa vigente in materia di centrali fotovoltaiche.

Nell’ambito della gestione razionale dell’energia e della riduzione delle emissioni di CO₂ nell’atmosfera conseguenti agli impegni presi in ambito internazionale dall’Italia, con il presente progetto si intende contribuire alla generazione di energia elettrica mediante l’uso delle tecnologie solari. L’impianto dovrà perseguire una serie di obiettivi tra cui l’efficienza, il risparmio energetico e la promozione di questa tecnologia presso la cittadinanza in generale, nell’ottica delle tematiche ambientali e dello sviluppo sostenibile del territorio.

La soluzione tecnica proposta prevede l’utilizzo sia di strutture fisse sia di inseguitori solari monoassiali con asse di rotazione Nord-Sud, in grado di ruotare il piano dei moduli solari durante il giorno in maniera tale da aumentare la captazione dei raggi solari ed in grado di seguire l’orografia dei suoli.

Entrambe le tipologie di strutture di sostegno saranno realizzate mediante strutture in acciaio zincato direttamente infisse nel terreno mediante apposita macchina “battipalo” senza l’impiego di calcestruzzo.

La soluzione tecnica prevede l’utilizzo di moduli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza unitaria indicativa di 650 Wp.

Intorno all’area in oggetto sarà realizzata una recinzione a rete metallica con $h_{min}=2.0$ m, in modo tale da rendere l’impianto fotovoltaico non accessibile agli utenti.

E’ previsto il mascheramento dell’impianto mediante l’utilizzo di essenze vegetali caratteristiche dei luoghi mediante una fascia arborea di larghezza di almeno 10 m lungo tutto il perimetro.

In particolare il progetto prevede l’utilizzo di 3420 strutture di sostegno fisse nell’area Nord, mentre nell’area Sud si prevedono 108 strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale da 30 moduli e 546 strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale da 60 moduli per un totale di 77.040 moduli fotovoltaici bifacciali della potenza unitaria di 650 Wp. La potenza complessiva in corrente continua risulta di 50.076 MWp di picco, in modo tale da avere una potenza totale, in corrente alternata, di 42 MWac.

Il posizionamento del lato lungo delle strutture di sostegno fisse avverrà lungo la direttrice E-O in modo tale da

garantire che i moduli siano esposti a Sud; invece il posizionamento del lato lungo delle strutture ad inseguimento avverrà lungo la direttrice N-S, ciò al fine di garantire un corretto inseguimento dei raggi solari lungo la superficie piana dei moduli fotovoltaici.

L'impianto sarà collegato alla RTN nazionale tramite collegamento in antenna a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV “Nicoletti - Valguarnera”, che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo TERNA.

2. NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, principalmente, alla seguente Normativa.

Normativa in materia di energia da fonti rinnovabili:

- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387: Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- D.M. 10-9-2010: Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.
- Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- D. Pres. R. Sicilia 18/07/2012, n. 48: Regolamento recante norme di attuazione dell'art. 105, comma 5, della legge regionale 12 maggio 2010, n. 11.
- D. Pres. R. Sicilia 10/10/2017: “Definizione criteri ed individuazione aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica ai sensi dell'art. 1 della legge regionale 20 novembre 2015, n. 29, nonché dell'art. 2 del regolamento recante le norme di attuazione dell'art. 105, comma 5, legge regionale 10 maggio 2010, n. 11, approvato con decreto presidenziale 18 luglio 2012, n. 48”.
- Legge 22 aprile 2021 n.53: “Delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti dell'Unione Europea – Legge di delegazione europea 2019-2020”
- Decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199: "Disciplina per l'individuazione di superfici e aree

idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili"

- Decreto legge 1 marzo 2022 n.17 (Convertito con Legge 27 aprile 2022 n.34): “Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali.”
- Decreto legge 21 marzo 2022 n.21 (Convertito con Legge 20 maggio 2022 n.51): “Misure urgenti per contrastare gli effetti economici e umanitari della crisi ucraina.”
- Decreto legge 17 maggio 2022 n.50 (Convertito con Legge 15 luglio 2022 n.91): “Misure urgenti in materia di politiche energetiche nazionali, produttività delle imprese e attrazione degli investimenti, nonché in materia di politiche sociali e di crisi ucraina.”

Normativa in materia di impianti agrivoltaici

- D.lgs n.119/2021: “Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (direttiva “RED II”);
- Linee guida in materia di impianti Agrivoltaici pubblicate in data 27/06/2022 dal MITE in collaborazione con CREA, ENEA, GSE ed RSE;

Normativa in materia ambientale e paesaggistica:

- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152: Norme in materia ambientale.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.
- Decreto legislativo 16 giugno 2017, n. 104: Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114.

Normativa generale in tema di regime di tutela:

- Legge Regionale n. 16 del 6 aprile 1996 e ss. mm. e ii.: “Riordino della legislazione in materia forestale e di tutela della vegetazione”
- Regio Decreto n. 3267/1923: “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”.
- Piano Territoriale Paesaggistico Regionale della Sicilia, P.T.P.R., approvato con D.A.del 21 maggio 1999 su parere favorevole reso dal Comitato Tecnico Scientifico nella seduta del 30 aprile 1996.
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia e ss. mm. e ii., P.A.I., approvato secondo le procedure di cui all'art. 130 della Legge Regionale n. 6 del 3 maggio 2001 “Disposizioni programmatiche e finanziarie per l'anno 2001”.

- Piano di Tutela delle Acque, P.T.A., corredato delle variazioni apportate dal Tavolo tecnico delle Acque, approvato definitivamente (art.121 del D. Lgs. 152/06) dal Commissario Delegato per l’Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque - Presidente della Regione Siciliana - con ordinanza n. 333 del 24/12/08.

Normativa generale in tema Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione:

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Norma CEI 211-4/1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6/2001 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”
- Norma CEI 11-17/2006 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- Norma CEI 0-16/2019 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- Norma CEI 0-2/2019 “Guida per la definizione della documentazione degli impianti elettrici”
- DM 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.

Normativa generale opere civili:

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. LL.PP. 14.01.2008 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in

cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;

- Circolare Consiglio Superiore Lavori Pubblici del 02/02/2009 contenente istruzioni per l’applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008;
- Decreto 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 "Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

Normativa Sicurezza:

- D.LGS 9 Aprile 2008 "Testo unico sulla sicurezza”

Di seguito una descrizione delle norme più rappresentative ai fini del presente progetto.

2.2 AUTORIZZAZIONE UNICA (ART. 12 DEL D.LGS 387/2012)

Tale decreto di attuazione della Direttiva 2001/77/CE, relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’energia, individua all’art. 2 come fonti energetiche rinnovabili o fonti rinnovabili: “le fonti energetiche non fossili (eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas)”.

Come già evidenziato la norma di recepimento è il D.Lgs. n.387/03 che, in attuazione dei principi delineati dalla sopra richiamata Direttiva Europea, disciplina il procedimento per l’autorizzazione alla costruzione e all’esercizio degli impianti alimentati da fonti rinnovabili ed, in particolare, all’art. 12 comma 3 dispone quanto segue: “La costruzione e l’esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all’esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad un’autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o altro soggetto istituzionale delegato dalla Regione, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell’ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico”.

Tale autorizzazione è rilasciata, ai sensi del comma 4 del citato decreto Legislativo, “**a seguito di un procedimento unico**, al quale partecipano **tutte le amministrazioni interessate**, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione e con le modalità stabilite dalla legge 7 agosto 1990, n. 241 e dal Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 10/09/2010 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, e successive modifiche ed integrazioni” e “costituisce **titolo a costruire ed esercire l’impianto in conformità al progetto approvato**”.

Il procedimento autorizzativo così disciplinato deve coordinarsi quindi ad eventuali sub-procedimenti intesi alla verifica della conformità dell’impianto ai vari interessi pubblici incisi dalla sua realizzazione.

Infine occorre sottolineare come **le opere autorizzate per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili**, come pure **quelle connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti**, “**sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti**” (art. 12, comma 1, D.Lgs. 387/03).

Tale configurazione risulta pienamente conforme a quanto già prescritto dall'art.1, comma 4 della legge n. 10/1991, laddove si precisava che l'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile “è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche”.

3. DESCRIZIONE STATO DI FATTO DEL CONTESTO

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto fotovoltaico denominato “Enna 2” verrà realizzato in c/da Salsello nel Comune di Enna (EN), sulle aree censite al Catasto Terreni del Comune di Enna Foglio n°194 p.lle n. 4, 5, 8, 9, 12, 92 e Foglio n°195 p.lle 19, 193 con estensione complessiva di circa 1185400 m².

L'impianto sarà collegato alla RTN nazionale tramite collegamento in antenna a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV “Nicoletti - Valguarnera”, che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo TERNA.

Per maggiori dettagli sullo sviluppo delle opere di connessione si rimanda ai relativi elaborati tecnici.

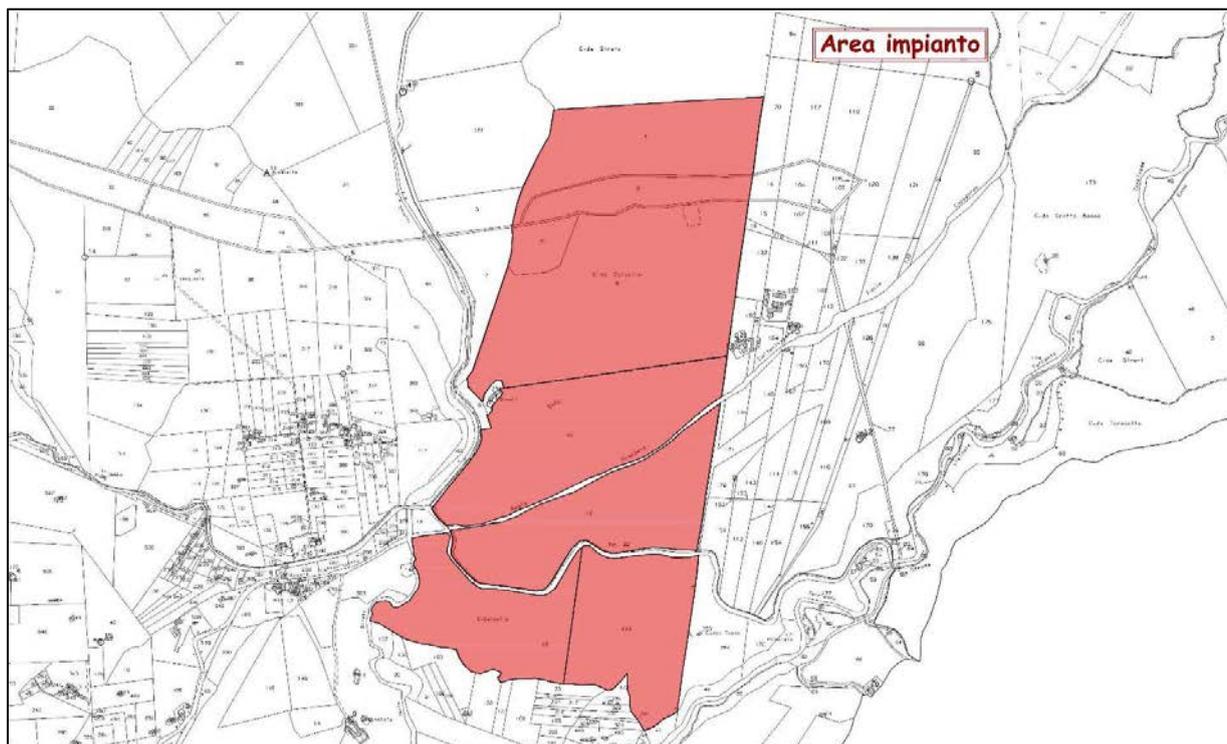


Figura 1-Inquadramento impianto su planimetria catastale

Il terreno direttamente interessato dall'installazione dell'impianto FV, presenta quote assolute s.l.m. comprese tra 455 m e 666 m.

L'area d'intervento ricade topograficamente nella tavoletta I quadrante SO del Foglio 268 della carta d'Italia dell'I.G.M. alla scala 1:25000 e denominata "Caltanissetta".

3.2 DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERVENTO

Il sito d'installazione ricade nel territorio amministrativo del Comune di Enna.

L'impianto risulta facilmente raggiungibile percorrendo da nord e da sud est dell'impianto la SS 117bis (Strada Statale Centrale Sicula) e da ovest la SS 122 (Strada statale Agrigentina), quest'ultima si ricongiunge con la SS117bis al Bivio Benesiti. Vi sono tre punti di accesso principali all'area di progetto, la SS 117 bis ad ovest dell'impianto che si ricongiunge con una stradella interpodereale con il Bivio Benesiti, la stessa SS117 bis dal lato Sud-Est dell'impianto e una seconda stradella interpodereale denominata Trazzera Regia Caltanissetta-Ponte di Capodarso a Nord-Est dell'impianto.

L'area ha una estensione complessiva pari a circa 118,54 Ha ed è composta da un'unica area recintata avente le seguenti coordinate geografiche:

Latitudine	Longitudine
37,509110°	14,20759°

La zona interessata all'installazione del futuro impianto ricade per una piccola porzione ad est di circa 1 Ha e ad sud-ovest di circa 13 Ha, all'interno della Legge Galasso, integrata nel codice dei beni culturali e del paesaggio con Aree tutelate dal D.lgs 42/04 - art 142 comma 1 lett. c - corsi d'acqua pubblici e relative fasce di rispetto profonde 150 metri. Mentre la particella 92 al foglio 194 ricade all'interno del vincolo "area percorsa dal fuoco del 2008" ("Art. 10 della legge quadro in materia di incendi boschivi n.353 del 21 novembre 2000). Le particelle 19 e 193 del foglio 195 e particelle 12 e 92 al foglio 194, rientrano nelle aree di interesse archeologico ai sensi dell'art 142, lett. m del D.Lgs 42/2004 e ss.mm.ii., (Vedasi estratto Carta dei vincoli paesaggistici).All'interno dell'area interessata non si rilevano vincoli ambientali riguardanti le Aree Naturali protette o zone afferenti alla Rete "Natura 2000" come SIC (Siti di Importanza Comunitaria), ZSC (Zona Speciale di Conservazione) e ZPS (Zone di Protezione Speciale), oltre l'assenza di zone IBA (Important Bird Areas) ai sensi delle Direttive comunitarie 2009/147/CE (già Direttiva "Uccelli" 79/409/CEE) e 92/43/CEE (detta "Habitat"). Il foglio 194, ovvero la Zona Nord dell'impianto dista circa 1 Km dalla ZSC ITA060013 "Serre di Monte Cannarella", (Zone Speciali di Conservazione).

Il "Piano Paesaggistico della Provincia di Enna" ad oggi non risulta ancora redatto, ma vi è una istruttoria in corso in regime di adozione e salvaguardia, quindi non ancora approvato.

Provincia	Ambiti paesaggistici regionali (PTPR)	Stato attuazione	In regime di adozione e salvaguardia	Approvato
Agrigento	2, 3, 10, 11, 15	vigente	2013	
Caltanissetta	6, 7, 10, 11, 15	vigente	2009	2015
Catania	8, 11, 12, 13, 14, 16, 17	vigente	2018	
Enna	8, 11, 12, 14	istruttoria in corso		
Messina	8	fase concertazione		
	9	vigente	2019	
Palermo	3, 4, 5, 6, 7, 11	fase concertazione		
Ragusa	15, 16, 17	vigente	2010	2016
Siracusa	14, 17	vigente	2012	2018
Trapani	1	vigente	2004	2010
	2, 3	vigente	2016	



Figura 2 Inquadramento impianto su Ortofoto

La potenza nominale di picco dell’Impianto agrivoltaico previsto è di 50,076 MWp e sarà allacciato alla RTN nazionale tramite collegamento in antenna a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV “ Nicoletti - Valguarnera”, che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo TERNA.

La destinazione urbanistica del terreno interessato alla realizzazione dell’intervento è stata desunta dai vigenti strumenti di gestione territoriale del Comune di Enna e risulta essere classificata Zona di tipo **E - Agricola** (ai sensi dell’ Art.35 da P.R.G. adottato) e pertanto compatibile con l’installazione di impianti fotovoltaici ai sensi del D. Lgs. 387/03.

Le aree delle particelle interessate dal progetto sono libere da vegetazione d’alto fusto, in grado, quindi, di accogliere il tipo di intervento descritto. Non verranno realizzati volumi tecnici sotto la quota del piano di campagna.

La società X-ELIO ENNA 2 S.R.L. ha stipulato con i relativi proprietari un contratto preliminare per l’acquisizione del Diritto di Superficie sui terreni identificati nel Catasto Terreni del Comune di Enna (EN) al Foglio n°194 p.lle n. 4, 5, 8, 9, 12, 92 e Foglio n°195 p.lle 19, 193, con estensione complessiva di circa 1185400 m².

3.3 OBIETTIVI DELL'INTERVENTO E SCELTA DEL SITO IDONEO

Le scelte sulle quali è stata basata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- Soddisfazione dei requisiti di base imposti dalla committenza;
- Rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- Conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- Ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- Riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente, è stato progettato con riferimento a materiali e/o componenti di fornitori primari, dotati di marchio di qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore, attestanti la loro costruzione a regola d'arte secondo la normativa tecnica e la legislazione vigente.

La scelta di impiegare l'area descritta per realizzare un impianto fotovoltaico, è stata effettuata considerando una molteplicità di fattore tra i quali:

- elevato valore dell'irraggiamento;
- assenza di ombreggiamenti che compromettano, seppure in parte, la produttività dell'impianto;
- facilità di accesso, anche con mezzi pesanti necessari al trasporto degli apparati costituenti l'impianto;
- sufficiente distanza da centri abitati e dalle aree legate ai servizi primari e all'espansione degli stessi;
- assenza di vincoli di natura urbanistica, ambientale, archeologica o idrogeologica nelle particelle realmente occupate dall'impianto in progetto;
- minimizzazione dei fattori di disturbo ambientale indotti dal progetto.

4. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

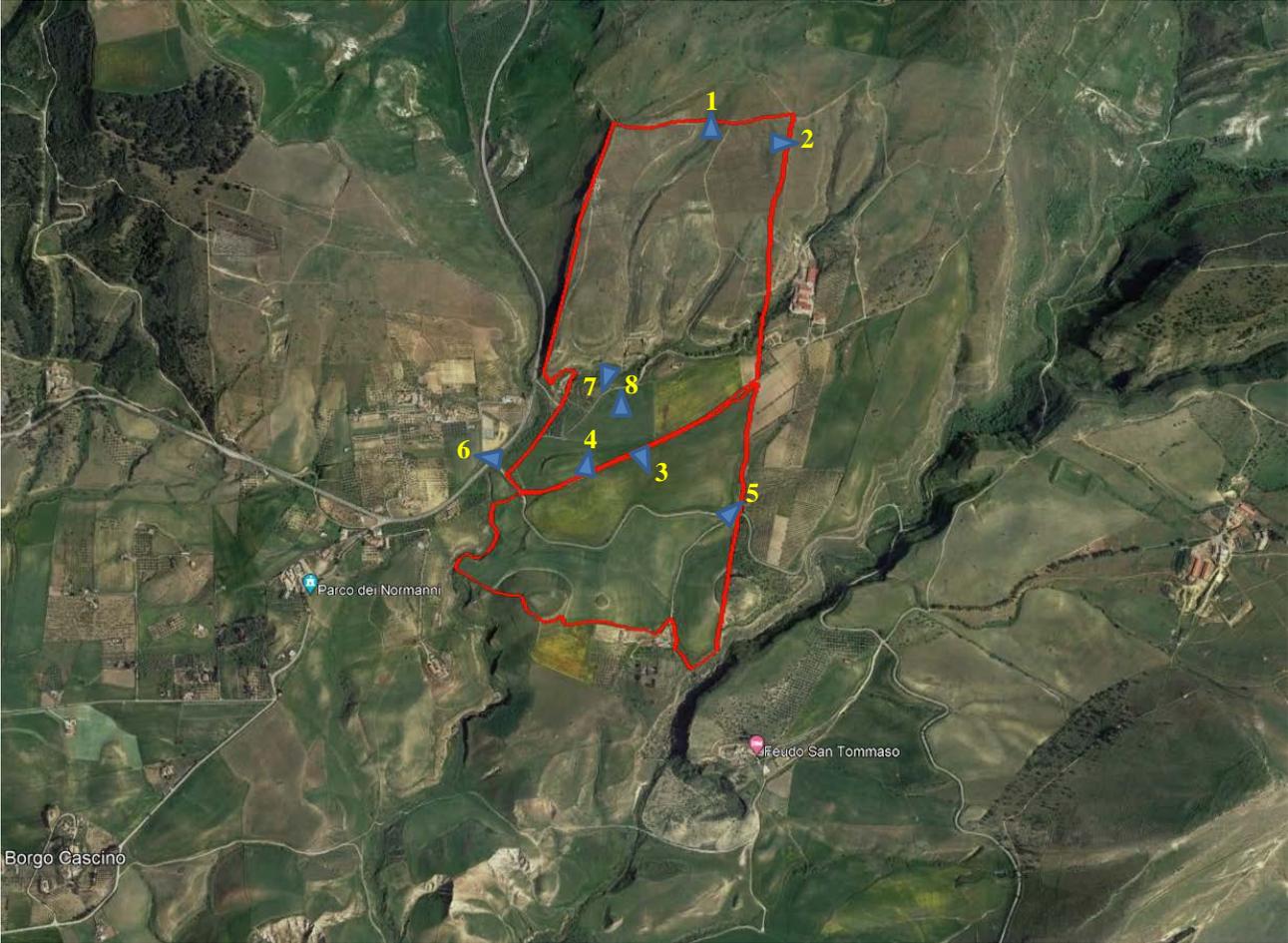


Figura 3 – Tavola dei punti di scatto



Figura 4 - Foto 1



Figura 5 - Foto 2

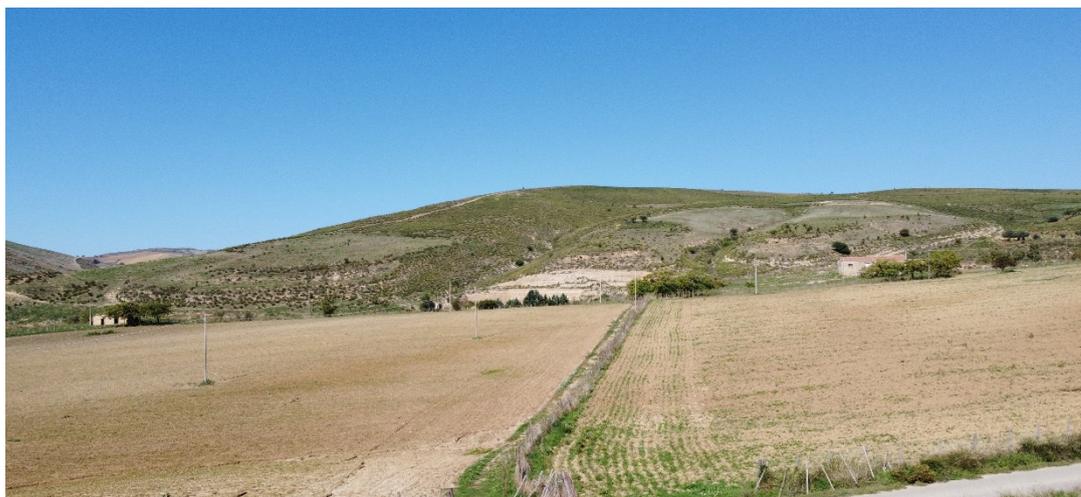


Figura 6 - Foto 3



Figura 7 - Foto 4



Figura 8 - Foto 5



Figura 9 - Foto 6



Figura 10 - Foto 7



Figura 11- Foto 8

5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La componente energetica dell'impianto è dimensionata in modo tale da costituire un campo fotovoltaico capace di generare una potenza complessiva di 42.000 kWac.

La consistenza dell'impianto in oggetto si può sintetizzare nei seguenti sistemi:

- sistema di generazione o campo fotovoltaico (moduli e strutture di sostegno)

- sistema di conversione e trasformazione (inverter);
- sottostazione di consegna dell'energia nella RTN ad AT (SSE area gestore) completa di opere ed impianti accessori;
- opere di connessione alla RTN

Il generatore fotovoltaico sarà complessivamente composto da 77.040 moduli fotovoltaici in silicio cristallino bifacciali da 650 Wp cadauno distribuiti su una superficie di circa 118.54 Ha per una potenza nominale di circa 50.076,00 kWp, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3. La potenza in immissione sarà pari a 42.000,00 kW.

L'impianto sarà alimentato da 16 "Sottocampi", di cui 4 con potenza nominale pari a circa 3,159 MWp, 4 con potenza nominale pari a circa 3,51 MWp, 5 con potenza nominale pari a circa 2,808 MWp e 3 con potenza nominale pari a circa 3,12 MWp afferenti ciascuno a un gruppo di conversione cc/ac; ogni sottocampo a sua volta sarà costituito da sottosettori.

La stringa sarà formata da 30 moduli collegati in serie e confluirà al quadro di parallelo stringa (QPS). I QPS convergono nei quadri di sottocampo DCHV, e da questi avviene il collegamento agli inverter, ed in particolare ogni quadro di sottocampo DCHV converge, con cavi separati, ad un inverter centralizzato.

Verranno impiegati n° 16 DHCV.

I quadri QPS saranno collegati con cavi FG16(O)R16 con sezione da 35 a 185 mm² dimensionato in base alla distanza al pertinente Quadro di sottocampo (DHCV) che sarà posto in prossimità dell'inverter.

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 2568 stringhe da 30 moduli ciascuna, per un numero complessivo di 77.040 moduli fotovoltaici del tipo "RSM132-8-650BMDG" con una potenza nominale di picco pari a 650 Wp e pertanto si avrà una potenza nominale di picco pari a 50,076 MWP.

ID Stringa	N° moduli per stringa	P _{str} (W)	V _{mpp} (V)	I _{mpp} (A)	V _{oc} (V)	I _{sc} (A)
N°1-2568	30	19.500	1.136,1	17,17	1.364,7	18,18

Tabella 1 – Configurazione della stringa

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter. Le predette stringhe, saranno posizionate in parte in strutture inamovibili ed in parte su strutture ad inseguimento monoassiale.

Le strutture fisse saranno distanziate le une dalle altre, in direzione Nord-Sud, di circa 5 m; le strutture ad inseguimento

monoassiale invece saranno distanziate le une dalle altre, in direzione Est-Ovest, di circa 10 m (interasse strutture). I calcoli strutturali, o per meglio dire le verifiche delle strutture ai carichi agenti (pannelli + vento) saranno forniti dalla ditta costruttrice di dette strutture, tenendo conto della posizione geografica del sito. Le sopradette strutture saranno prefabbricate, portanti ed indipendenti l'una con l'altra.

CAMPO FOTOVOLTAICO "ENNA 2"	
POTENZA NOMINALE DI PICCO	50,076 MW _p
NUMERO STRUTTURE FISSE	3420
NUMERO DI MODULI FOTOVOLTAICI PER STRUTTURA	12
NUMERO STRUTTURE AD INSEGUIMENTO AUTOMATICO SU UN ASSE	654
NUMERO DI MODULI FOTOVOLTAICI PER STRUTTURA	30/60
NUMERO TOTALE DEI MODULI FOTOVOLTAICI	77.040
POTENZA NOMINALE MODULO FOTOVOLTAICO	650 W _p
NUMERO DI INVERTER	16

Tabella 2 - Configurazione del campo

La conversione della forma d'onda elettrica, da continua in alternata, verrà effettuata per mezzo di n.16 inverter di tipo INGECON SUN 3825TL – C600, che saranno disposti in modo idoneo all'interno del parco al fine di assicurare il miglior funzionamento relativo all'accoppiamento inverter-stringa.

In fase esecutiva la marca e la tipologia dei moduli e dell'inverter potranno variare in relazione alla disponibilità nel mercato, fermo restando che non verrà apportata alcuna variazione alla potenza nominale di picco del generatore fotovoltaico.

La potenza totale di picco dell'impianto fotovoltaico (P_{ptot}) in corrente continua, in condizioni standard, è uguale alla potenza di un modulo per il numero totale di moduli che lo compone:

$$P_{ptot} = P_{mod} \times N_{mod} = 0,650 \times 77.040 = 50.076,00 \text{ kWp}$$

La consegna dell'energia in rete avverrà come indicato dalla soluzione tecnica minima generale di cui al preventivo di connessione. La soluzione di connessione STMG è stata comunicata da TERNA spa con Codice di rintracciabilità: **202101507**.

L'impianto è collegato mediante cavidotto in MT verso una sotto-stazione elettrica (SSE). La SSE è connessa alla rete di distribuzione AT con tensione nominale di 150 kV tramite inserimento in antenna con la sezione a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV "Nicoletti - Valguarnera", che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV "Chiaromonte Gulfi – Ciminna". Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale alla

SSE citata costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta sezione costituisce impianto di rete per la connessione.

Per maggiori dettagli sullo sviluppo delle opere di connessione si rimanda ai relativi elaborati tecnici.

Nell'area impianto sarà previsto una stazione di accumulo elettrico BESS (Battery Energy Storage System) di potenza nominale di 21 MW e 84 MWh di capacità di accumulo, composta da n. 48 container contenenti rack di batterie agli ioni di litio e Inverter Station bidirezionali DC/AC, in grado di garantire una immissione in rete di 21 MW di potenza per 4 ore continuative al fine di ottimizzare la curva di generazione dell'energia in base alle necessità della rete elettrica e di fornire servizi accessori di rete. Infatti l'impianto di accumulo potrà operare come sistema integrato all'impianto FV al fine di accumulare una parte della produzione del medesimo, non dispacciata in rete e rilasciarla in orari in cui l'impianto FV non è in produzione o ha una produzione limitata. L'impianto di accumulo, inoltre potrà operare in maniera indipendente al fine di fornire servizi ancillari alla rete operando sui mercati dell'energia elettrica e dei servizi, in particolare come arbitraggio sul MGP (Mercato del Giorno Prima) e sul MI (Mercato Infra-giornaliero) e come Riserva Primaria, Riserva Secondaria, Riserva Terziaria sul MSD (Mercato dei Servizi di Dispacciamento) e partecipare ai progetti speciali che verranno banditi dal gestore della rete di trasmissione o dagli operatori della rete di distribuzione negli anni a venire per l'approvvigionamento di nuovi servizi di rete. Infine, l'Impianto di accumulo, con l'impianto di produzione FV, potrà partecipare al mercato della capacità. In ogni situazione di esercizio, comunque, il sistema di accumulo sarà gestito al fine di immettere in rete una potenza massima complessiva (inclusa la potenza dell'impianto fotovoltaico) pari alla potenza dell'impianto fotovoltaico. Per maggiori dettagli sul sistema di accumulo si rimanda ai relativi elaborati tecnici.

6. SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

6.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Moduli fotovoltaici scelti per la progettazione del presente impianto, saranno costituiti da celle di silicio cristallino bifacciali di potenza pari a 650 Wp, connesse in serie/parallelo tra loro ed incapsulate con vetro studiato appositamente per aver un effetto "non riflettente" e non produrre riflessione o bagliore significativo. Le caratteristiche elettriche tipiche dei moduli, misurate in condizioni standard (AM=1,5 ; E=1000 W/m² ; T=25 °C) = STC sono:

Modulo Monocristallino Bifacciale 650Wp	
Potenza massima	650 Wp
Tolleranza di potenza	+ 5 W
Tensione MPP (Vmpp)	37,87 V
Corrente di picco (Impp)	17,17 A

Tensione di circuito aperto (Voc)	45,49 V
Corrente di corto circuito (Isc)	18,18 A
Coefficiente termico (Pmpp)	-0,34%/°C
Coefficiente termico (Voc)	-0,25%/°C
Coefficiente termico (Isc)	0,04%/°C
Tensione massima di sistema	1500 V
Celle	crystalino
Dimensione modulo	2384 x 1303 x 40 mm
Peso	40 kg

Tabella 2 – Scheda tecnica Moduli Fotovoltaici

Il modulo scelto in fase progettuale potrà essere cambiato in fase esecutiva per quanto disponibili nel panorama commerciale del momento, preferendo moduli di simili caratteristiche elettriche e performance migliori non incorrendo in una variante sostanziale del progetto approvato, con la possibilità di scegliere tra la soluzione bifacciale e monofacciale.

6.2 GRUPPO DI CONVERSIONE E TRASFORMAZIONE

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica del campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata effettua la conversione della forma d'onda elettrica, da continua in alternata, trasferendo la potenza del generatore fotovoltaico alla rete del distributore. Il gruppo di conversione è basato su n.16 inverter. Essi, pertanto, saranno del tipo centralizzato con efficienza del 98,9%. Per la protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica sono previsti degli scaricatori DC e AC di tipo II con grado di protezione IP 54.

L'energia prodotta dai sistemi di conversione CC/CA (inverter) sarà immessa nel lato BT di un trasformatore 30/0,60 kV i cui valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con la rete MT.

L'insieme dell'inverter, del trasformatore e delle apparecchiature di sezionamento e protezione fanno parte di un'unica soluzione integrata costituita da elementi prefabbricati fornita dal produttore INGETEAM che prende il nome di POWER STATION FSK c Series.

Si riporta di seguito la scheda tecnica del prodotto:

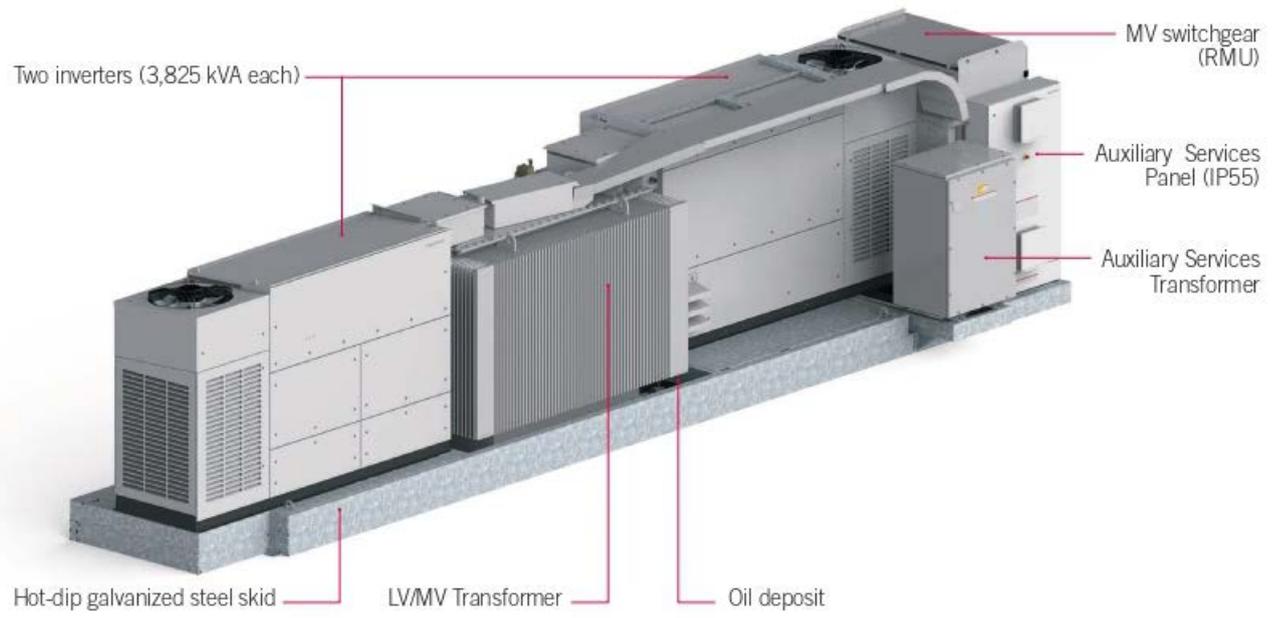


Figura 12 – POWER STATION FSK c Series

INGECON® SUN 3825TL							
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	630 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pair of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
Output (AC)							
Power @35 °C / @50 °C	3,326 kVA / 2,858 kVA	3,409 kVA / 2,929 kVA	3,492 kVA / 3,001 kVA	3,575 kVA / 3,072 kVA	3,658 kVA / 3,144 kVA	3,741 kVA / 3,215 kVA	3,824 kVA / 3,287 kVA
Current @35 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage ⁽⁴⁾	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System	675 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁽⁵⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	9,000 W						
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	< 180 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m³/h						
Average air flow	12,000 m³/h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	57 dB(A) at 10m / 49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 ...), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16143, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mpp,min} is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating systems ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the "V_{oc}" at low temperatures ⁽⁴⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽⁵⁾ For P_{ac}>25% of the rated power ⁽⁶⁾ For P_{ac}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

Figura 13 – Scheda Tecnica Inverter

La tipologia di inverter utilizzata è in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva caratteristica corrente-tensione (funzione MPPT) e costruiscono l'onda sinusoidale in uscita con la

tecnica PWM, così da ottenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme.

Tale inverter è idoneo a trasformare la corrente continua prodotta dalle celle solari in corrente alternata utilizzabile e compatibile con la rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli dei rispettivi campi fotovoltaici.

I convertitori per impianti fotovoltaici sono costruiti con dispositivi a semiconduttore che commutano (si accendono e si spengono) ad alta frequenza (fino a 20kHz). Durante queste commutazioni si generano dei transitori veloci di tensione che possono propagarsi ai circuiti elettrici ed alle apparecchiature vicine dando luogo ad interferenze. Le interferenze possono essere condotte (trasmesse dai collegamenti elettrici) o irradiate (trasmesse come onde elettromagnetiche).

Gli inverter devono essere dotati di marcatura CE, ciò vuol dire che si presume che rispettino le norme che limitano queste interferenze ai valori prescritti, senza necessariamente annullarle. Inoltre le verifiche di laboratorio sono eseguite in condizioni standard che non sono necessariamente ripetute sui luoghi di installazione, dove peraltro possono essere presenti dispositivi particolarmente sensibili. Quindi, per ridurre al minimo le interferenze il convertitore non verrà installato vicino ad apparecchi sensibili, ponendo attenzione alla messa a terra dell'inverter e collegandolo il più a monte possibile nell'impianto dell'utente utilizzando cavidotti separati (sia per l'ingresso dal campo fotovoltaico che per l'uscita in ca).

L'inverter scelto in fase progettuale potrà essere cambiato in fase esecutiva per quanto disponibile nel panorama commerciale del momento, preferendo inverter di simili caratteristiche elettriche e performance migliori non incorrendo in una variante sostanziale del progetto approvato.

6.3 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI PANNELLI

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici di cui è composto il campo saranno costituite da profilati assemblati, in acciaio zincato e saranno ancorate su pali metallici infissi al terreno senza utilizzo di materiali cementizi. Ci si riserva la possibilità, a seguito delle risultanze di pull out test, di utilizzare in fase esecutiva delle fondazioni su pali cementati ove necessario. In particolare, a causa della morfologia del terreno, nell'Area Nord caratterizzata da un'accentuata acclività si è optato per pannelli posizionati su strutture fisse, mentre nell'Area Sud per la morfologia sub pianeggiante verranno installate strutture ad inseguimento monoassiale (trackers).

Le sopradette strutture saranno pertanto, prefabbricate, portanti ed indipendenti l'una con l'altra.

Strutture fisse: "Solarfix".

I trackers previsti in progetto sono: "Soltec-SF7 Bi facial".

La soluzione prevede l'utilizzo, nella porzione pianeggiante, di inseguitori motorizzati che consentiranno di variare l'inclinazione dei pannelli sulla direttrice E-O al fine di inseguire l'inclinazione del sole sull'orizzonte e massimizzare

la produzione di energia in particolare nelle prime ed ultime ore di sole della giornata.

Ogni tracker si muove indipendentemente dagli altri, guidati dal proprio sistema di guida.

Le figure sottostanti mostrano le posizioni estreme, la posizione assunta al mezzogiorno solare e gli intervalli di rotazione dei trackers.

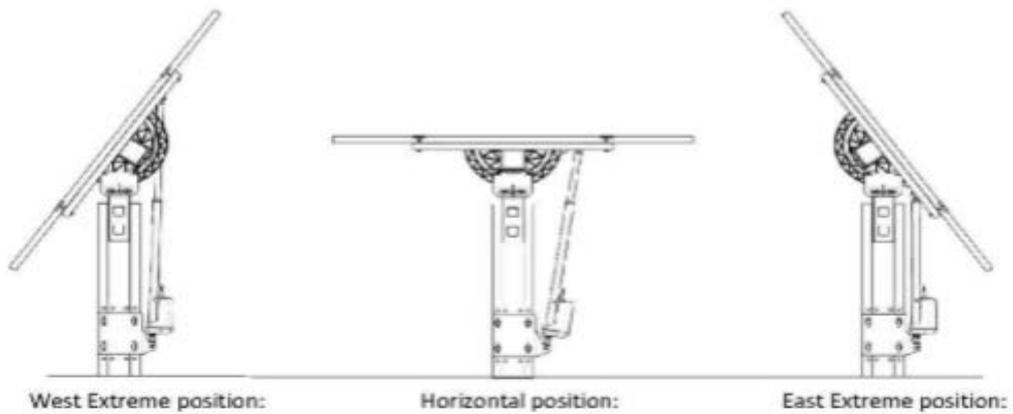


Figura 14 – Trackers monoassiali



Figura 15 – strutture di sostegno fisse

Le strutture di sostegno dei moduli saranno ancorate su dei pali metallici infissi nel terreno. Gli impianti

fotovoltaici, data la loro estesa superficie e la struttura leggera, sono fortemente soggetti all'azione del vento. Le fondazioni dovranno perciò sopportare carichi verticali relativamente bassi a fronte di ingenti momenti ribaltanti, tali da poter generare addirittura sforzi di trazione in fondazione.

Per la realizzazione della fondazione in cantiere si utilizzeranno strutture in acciaio zincato direttamente infisse nel terreno mediante apposita macchina "battipalo" senza l'impiego di calcestruzzo.

Tale tipologia di palo è adeguata a resistere sia a sforzi di compressione che di trazione, e perciò consente alla fondazione di sopportare anche i momenti ribaltanti.

I calcoli strutturali, o per meglio dire le verifiche delle strutture ai carichi agenti sui pannelli dovuti alle azioni del vento, saranno forniti dalla ditta costruttrice di dette strutture, tenendo conto della posizione geografica del sito.

6.4 OPERE CIVILI

Gli interventi possono essere così suddivisi:

- pulizia terreno;
- opere di movimento terra non significative, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato;
- integrazione alla viabilità già presente, realizzata mediante percorsi carrabili di collegamento delle direttrici viarie principali, da realizzare interamente in misto di cava. A corredo delle succitate operazioni è previsto l'utilizzo di mezzi meccanici tipo escavatore, a sua volta servito da camion per il carico e scarico del materiale utilizzato e/o rimosso.
- realizzazione delle platee in calcestruzzo per la successiva posa dei box prefabbricati per alloggiamento, inverter, cabina di raccolta e servizi.

È prevista la realizzazione di:

- installazione della cabina prefabbricata di conversione e trasformazione;
- montaggio della cabina prefabbricata di raccolta e dei servizi;
- installazione cavidotti di collegamento dei quadri elettrici di parallelo alle cabine di conversione e trasformazione;
- installazione cavidotti 30 kV di collegamento dalla cabina di trasformazione alla cabina di consegna;

6.5 RECINZIONE, IMPIANTO DI ALLARME E DI VIDEOSORVEGLIANZA

Per garantire la sicurezza dell'impianto, l'area di pertinenza sarà delimitata da una recinzione metallica integrata

da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

Non sarà previsto alcuno sistema di illuminazione perimetrale.

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da una rete metallica a maglia quadra. Essa offre una notevole protezione da eventuali atti vandalici, lasciando inalterato un piacevole effetto estetico e costituisce un ostacolo alle intrusioni nel rispetto delle norme di sicurezza.

La recinzione avrà le caratteristiche di seguito descritte, atteso che in fase esecutiva potranno essere apportate delle modifiche in dipendenza della disponibilità di mercato e condizioni contingenti: hmin 200 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 2,5 m con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati alla base su un palo tozzo in e. a. trivellato nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

RETE METALLICA:

- Elettrosaldati con rivestimento protettivo in Poliestere.
- Larghezza mm 2500.
- Maglie mm 150 x 50.
- Diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.

PALI:

- Lamiera d'acciaio a sezione quadrata,
- Sezione mm 60 x 60 x 1,5.
- Giunti speciali per il fissaggio dei pannelli.

COLORI:

- Verde Ral 6005 e Grigio Ral 7030

L'impianto di allarme sarà costituito da sistema antintrusione perimetrale con sistema tipo ad infrarossi o barriera a microonda e sistema di videosorveglianza a circuito chiuso realizzato con telecamere perimetrali. Le zone maggiormente sensibili che devono essere costantemente monitorate possono essere individuate in:

- recinzione perimetrale (per intero);
- cancelli di ingresso all'impianto;
- viabilità di accesso.

6.6 OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

La società TERNA spa, relativamente all'impianto in oggetto con Codice di Rintracciabilità: 202101507, ha

comunicato alla Società X-ELIO ENNA 2 S.r.l. la soluzione di allaccio (STMG) del suddetto impianto e prevede che la centrale venga collegata alla rete di distribuzione AT con tensione nominale di 150 kV tramite inserimento in antenna a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 150 kV “Nicoletti – Valguarnera”, che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura SE RTN 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV “Chiaromonte Gulfi -Ciminna” previsto nel Piano di Sviluppo Terna. Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale alla SE RTN 150 kV citata costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta sezione costituisce impianto di rete per la connessione.

6.7 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA MT/AT

La realizzazione dell’impianto fotovoltaico prevede la connessione alla rete di AT, per la totale cessione dell’energia prodotta. Tale connessione avverrà tramite una sottostazione che raccoglierà l’energia proveniente dalla cabina di raccolta dell’impianto FV, elevando la tensione a quella della linea a 150 kV. L’energia prodotta dall’ impianto sarà trasportata alla stazione suddetta mediante cavo interrato a 30 kV. L’energia suddetta, ai fini della contabilizzazione, sarà misurata sul lato AT del trasformatore. La soluzione di connessione è stata predisposta da TERNA e prevede che la centrale venga collegata in antenna con la sezione a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV “Nicoletti - Valguarnera”, che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV “Chiaromonte Gulfi – Ciminna” già autorizzati, di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Relativamente alla nuova stazione elettrica RTN 150 kV denominata “Assoro 150”, da connettere in entra-esce alla linea RTN a 150 kV “Nicoletti – Valguarnera” e alla quale verrà collegato l’impianto fotovoltaico in oggetto, sono state presentate a Terna due possibili alternative progettuali. Da una comparazione delle alternative progettuali si evidenzia che la soluzione migliore in termini di fattibilità tecnico-economica risulta quella indicata come ipotesi “A” e identificata catastalmente al Foglio 49 - Mappale n. 4 (PARTE), 6 (PARTE), 16 (PARTE), 23 (PARTE) del comune di Enna.

Infatti, il lotto sopraindicato, ricade in un’area pianeggiante ad uso agricolo facilmente raggiungibile provenendo dalla A19 uscendo sulla SP7a fino all’intersezione con la SS192 ed è accessibile attraverso ingresso privato su strada, inoltre la conformazione del terreno e la distanza dalla rete RTN lo rendono adatto alla realizzazione dell’opera prevista.

Questa soluzione non è da ritenere definitiva in quanto è ancora in corso il tavolo tecnico con TERNA.

6.8 SISTEMA DI ACCUMULO (BESS - BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM)

Uno sviluppo sostenuto dei sistemi di accumulo, grazie appunto ai servizi che sono in grado di erogare verso la rete, è il fattore abilitante per una penetrazione delle Fonti Rinnovabili Non Programmabili (FRNP) molto spinta, che altrimenti il sistema elettrico nazionale non sarebbe in grado di accogliere in maniera sostenibile per la rete.

Vengono di seguito elencate tutte le applicazioni e i servizi di rete che possono essere erogati dalle batterie:

- Arbitraggio: differimento temporale tra produzione di energia (ad esempio da fonte rinnovabile non programmabile, FRNP) ed immissione in rete della stessa, per sfruttare in maniera conveniente la variazione del prezzo di vendita dell'energia elettrica.
- Regolazione primaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata in funzione del valore di frequenza misurabile sulla rete e avente l'obiettivo di mantenere in un sistema elettrico l'equilibrio tra generazione e fabbisogno.
- Regolazione secondaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata sulla base di un segnale di livello inviato da Terna e avente l'obiettivo di ripristinare gli scambi di potenza alla frontiera ai valori di programma e di riportare la frequenza di rete al suo valore nominale.
- Regolazione terziaria e Bilanciamento: regolazione manuale dell'erogazione di potenza attiva effettuata a seguito di un ordine di dispacciamento impartito da Terna e avente l'obiettivo di: ristabilire la disponibilità della riserva di potenza associata alla regolazione secondaria, risolvere eventuali congestioni, mantenere l'equilibrio tra carico e generazione.
- Regolazione di tensione: regolazione dell'erogazione di potenza reattiva in funzione del valore di tensione misurato al punto di connessione con la rete e/o in funzione di un setpoint di potenza inviato da Terna.

6.9 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI STORAGE

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo.

Un sistema di accumulo, o BESS, è costituito dai seguenti elementi principali:

- BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;
- BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);
- BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- PCS: il convertitore bidirezionale caricabatterie-inverter (Power Conversion System);
- EMS: il sistema di controllo EMS (Energy management system);
- AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio, ecc.).

Il collegamento del BESS alla rete avviene normalmente mediante un trasformatore innalzatore BT/MT, e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti dalla ventilazione e raffreddamento degli

apparati. L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. Le batterie vengono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti, e sono installate all'interno di container.

La capacità del BESS è scelta in funzione al requisito minimo per la partecipazione ai mercati del servizio di dispacciamento, che richiede il sostenimento della potenza offerta per almeno 2 ore opportunamente sovradimensionata per tener conto delle dinamiche intrinseche della tecnologia agli ioni di litio (efficienza, energia effettivamente estraibili), mentre la potenza de sistema viene dimensionata rispetto alla potenza dell'impianto fotovoltaico:

Secondo la letteratura la potenza nominale del BESS, in funzione della potenza del parco fotovoltaico di circa 50 MWp, risulta essere ottimale a circa 21 MW;

La capacità minima della batteria per garantire il funzionamento pari a 2 h risulta: 42 MWh;

considerate le perdite di potenza, di conversione e di efficienza nel tempo si è ritenuto opportuno dimensionare la capacità di accumulo in 84,00 MWh.

In ogni situazione di esercizio, comunque, il sistema di accumulo sarà gestito al fine di immettere in rete una potenza massima complessiva (inclusa la potenza dell'impianto fotovoltaico) non superiore alla potenza dell'impianto fotovoltaico.

Schema for grid-connected mode

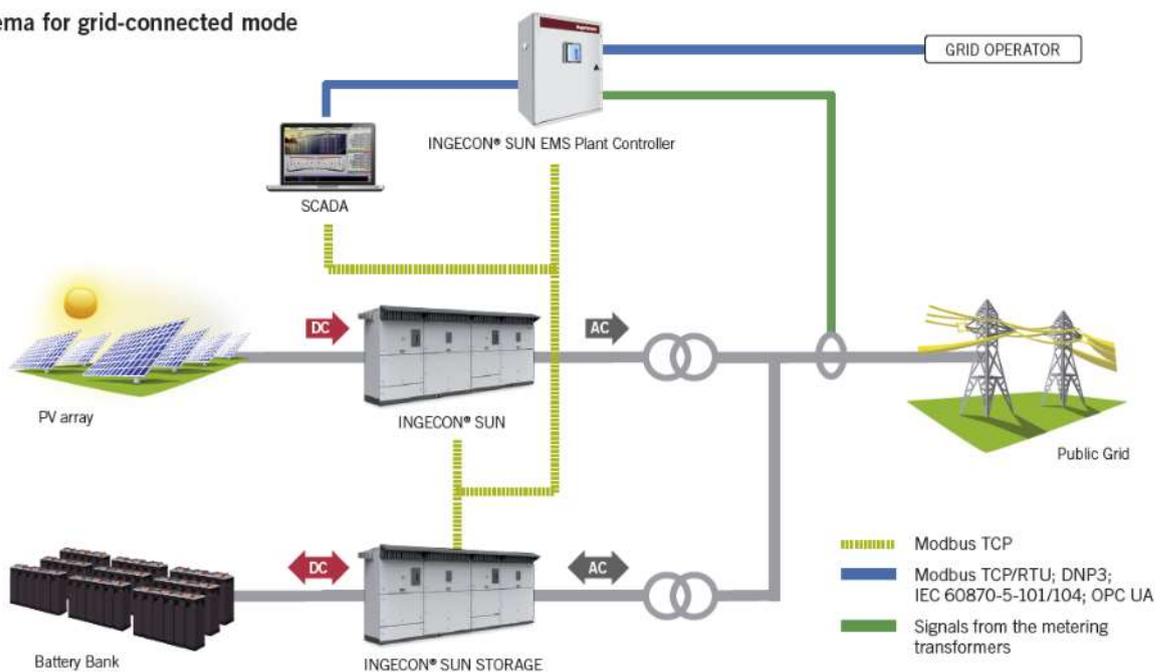


Figura 16 – Esempio architettura sistema di storage per applicazioni fotovoltaiche grid-connected

6.10 CONTAINER

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

Nel caso specifico del nostro impianto sono previsti n. 48 container removibili ciascuno avente capacità di accumulo di circa 2,3 MWh e di dimensioni 6,7 m x 2,9 m x 2,4 m, dotati di condizionamento interno "HVAC" come l'esempio sotto riportato.



Figura 17 – Esempio container di accumulo del tipo 20ft e capacità 2,3 MWh

Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale.

I container batterie e inverter saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa. La quota di appoggio dei container sarà posta a circa 25 cm dal piano di campagna, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia.

Per maggiori dettagli sullo sviluppo del sistema di accumulo si rimanda ai relativi elaborati tecnici.

6.11 TEMPISTICHE DI REALIZZAZIONE

Prima dell'inizio sarà predisposto un dettagliato programma cronologico dello svolgimento dei medesimi, ovviamente compreso entro i termini contrattuali e coerente con le priorità indicate dalla D.L.

Prima di iniziare qualsiasi fase di lavoro, l'Appaltatore deve chiedere ed ottenere esplicito benestare dalla D.L., e si deve impegnare inoltre ad eseguire i lavori entro le aree autorizzate e diviene economicamente e penalmente responsabile dei danni eventualmente arrecati a colture e cose nei terreni limitrofi. Il tempo stimato è comunque di circa 12 mesi.

6.12 MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE AMBIENTALE

Le opere di mitigazione e compensazione si fondano sul principio che ogni intervento deve essere finalizzato ad un miglioramento della qualità ambientale complessiva dei luoghi o, quanto meno, deve garantire che non vi sia una diminuzione delle sue qualità, pur nelle trasformazioni. Le misure di mitigazione, in particolare, sono delle misure volte a ridurre o contenere gli impatti ambientali previsti, affinché l'entità di tali impatti si mantenga sempre al di sotto di determinate soglie di accettabilità e affinché sia sempre garantito il rispetto delle condizioni che hanno reso il progetto accettabile dal punto di vista del suo impatto sull'ambiente. In genere la valutazione delle misure di mitigazione più appropriate discende dalla contestuale valutazione dei risultati ottenuti nella valutazione dell'impatto complessivo, con le considerazioni economiche, corrispondenti alle possibili opzioni delle misure di mitigazione stesse, nonché sulle ragioni di opportunità indotte dalla specifica caratterizzazione del sito oggetto dell'intervento. Dall'analisi ambientale preliminare ai fini della procedura di screening (procedura preliminare per l'analisi dell'assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale) si è avuto modo di stabilire come la componente più sollecitata, se pur molto limitatamente, in termini di impatto ambientale sia quella relativa all'inserimento paesaggistico dell'opera.

Il sito in esame e il contesto paesaggistico circostante comunque risultano caratterizzati da una spiccata influenza antropica: si riporta la presenza di importanti infrastrutture, fitto reticolo stradale e terreni interessati principalmente da coltivazioni seminative.

Comunque per diminuire il più possibile l'impatto visivo si prevede la realizzazione di un intervento di sistemazione a verde che si integri con lo specifico contesto ambientale, utilizzando per la realizzazione di una fascia verde perimetrale alcuni esemplari che al momento risultano collocati nelle particelle destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici, in modo da creare un continuum vegetazionale perfettamente integrato

con le associazioni vegetali presenti; inoltre, è prevista la messa a dimora di alberi di nuovo impianto (olivo e pistacchio) tipiche della macchia mediterranea. Si eviteranno invece piantumazioni all'interno dell'area impianto per evitare probabili ombreggiamenti che andrebbero a ridurre la quantità di radiazione solare incidente sui pannelli. Le misure di compensazione servono a "risarcire" la perdita di un dato valore ambientale con azioni, per l'appunto compensative, che tendono a bilanciare un dato impatto negativo con un altrettanto "beneficio" per l'ambiente e la collettività. Come si è già detto, l'impatto più rilevante associato alla realizzazione di un impianto fotovoltaico è certamente il consumo temporaneo di territorio, durante la fase di vita dell'impianto, nel caso in esame si tratta di impianto agrivoltaico per cui il consumo di suolo risulta fortemente limitato rispetto ad un impianto fotovoltaico standard. A fronte di tale impatto si evidenzia che in qualche modo una prima misura di compensazione è già intrinseca con le finalità dell'impianto stesso e cioè quella di produrre energia da fonti rinnovabili riducendo la necessità di produzione di energia mediante tecnologie ad alto impatto ambientale, come ad esempio da fonti fossili. Le analisi fin qui riportate, relativamente alla ricostruzione degli elementi caratterizzanti il paesaggio nelle sue componenti, nonché la disamina relativa alle scelte e ai criteri che hanno guidato la progettazione dell'impianto proposto, ivi comprese le implicazioni in termini di impatto sull'ambiente e sul paesaggio, consentono di tracciare ed evidenziare gli elementi più rilevanti in ordine alla valutazione della congruità e coerenza progettuale rispetto agli obiettivi di qualità paesaggistica ed ambientale. L'intervento, infatti, prevede un uso consapevole e attento delle risorse disponibili, con attenzione a non pregiudicarne l'esistenza e gli utilizzi futuri e tale da non ridurre il pregio paesistico del territorio. Il terreno utilizzato per il progetto potrà ritornare alla sua attuale funzione alla fine del ciclo di vita dell'impianto (circa 30 anni). L'intervento rispetta le caratteristiche orografiche e morfologiche dei luoghi, non alterandone la morfologia e gli elementi costitutivi. Dal punto di vista ecologico e ambientale la localizzazione dell'impianto è stata scelta compatibilmente alle esigenze di tutela e salvaguardia dei luoghi. L'intervento ha una bassa incidenza visiva e prevede particolari opere di mitigazione e accorgimenti per migliorare e minimizzare l'impatto visivo nel contesto paesaggistico locale. Il progetto, in relazione alla sua finalità, ovvero la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili come valida alternativa alle fonti fossili o altre tecnologie ad alto impatto ambientale, introduce elementi di miglioramento che incidono, su larga scala, sia sulla qualità complessiva del paesaggio e dell'ambiente che sulla qualità della vita, contribuendo così al benessere e alla soddisfazione della popolazione.

Ulteriori misure di mitigazione, che saranno adottate durante la fase di costruzione dell'impianto fotovoltaico al fine di minimizzare gli impatti sul territorio, riguardano il recupero del suolo vegetale durante le operazioni di scavo e riutilizzo dello stesso per i successivi ripristini (piste e cabine); la localizzazione delle aree di servizio alla costruzione (piazzole e aree di cantiere) in punti di assenza della copertura vegetale; la ricopertura vegetale, con specie erbacee e arboree autoctone, delle piazzole fino al limite dei pannelli solari delle piste di accesso; il recupero e il riutilizzo dei materiali inerti di scavo per le successive sistemazioni degli ingressi; l'utilizzo di macchinari silenziosi e l'interramento degli elettrodotti.

Per consentire un'efficace funzione di mascheramento dei moduli verranno utilizzate esclusivamente specie arboree e arbustive della macchia mediterranea. Per minimizzare l'impatto visivo, ai fini di un'efficace riuscita dell'intervento, gli interventi di mitigazione verranno eseguiti in stretta relazione temporale con i lavori di montaggio e sistemazione dell'impianto fotovoltaico.

Particolare cura sarà posta inoltre nel costituire delle cortine arboree al fine di schermare le parti più visibili dell'impianto rispetto alle principali visuali che costituisce il principale fattore di impatto visivo.

Si rimanda alla Relazione sulle "Misure di Mitigazione" per le informazioni di dettaglio.

6.13 IL SISTEMA 'AGRIVOLTAICO': OTTIMIZZAZIONE DELL'USO DEL SUOLO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Come definito dal D.lgs 8 novembre 2021, n. 199, "Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili", pubblicato in gazzetta ufficiale n.285 del 30 novembre 2021, e in vigore dal 15 dicembre 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).

In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo.

Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti "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.

In tale quadro, è stato elaborato e condiviso un documento denominato Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici, applicando le definizioni dell'art.2 del D.lgs n. 199/2021, lo scopo di questo documento è quello di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico.

L'esigenza nasce in quanto, come già accennato, a livello mondiale cresce sempre più la domanda di energia da parte delle industrie e dalla popolazione che risulta in continuo aumento. Nel contempo, vengono anche riviste le strategie di produzioni energetiche per contrastare il surriscaldamento globale. A tal proposito l'Unione Europea ha decretato che entro il 2020 il 20% dell'energia deve provenire da fonti rinnovabili (Direttiva sulle energie

rinnovabili, 2009/28/CE), che dovrebbe diventare almeno il 27% entro il 2030 (CE COM (2016) 767 final/2). Nonostante la sua intima connessione con lo sviluppo sostenibile, la produzione di energia rinnovabile non è immune dalle critiche, soprattutto quando interferisce con l'uso effettivo del suolo, come dimostrato dal dibattito fuel vs food. Tra le energie rinnovabili, il fotovoltaico (PV) è la tecnologia di generazione di energia con maggiore espansione. Molti studi hanno affrontato gli eventuali impatti di questi impianti riguardo il conflitto che su larga scala possono generare sui terreni agricoli, mentre Calvert e Mabee hanno sviluppato una metodologia per confrontare il potenziale di produzione e l'efficienza dell'uso del suolo delle soluzioni fotovoltaiche e bioenergetiche.

Sebbene l'energia fotovoltaica abbia un basso fabbisogno di terra rispetto ad altre opzioni di energia rinnovabile, la sua integrazione nel paesaggio dovrebbe essere concepita per ridurre al minimo i cambiamenti negativi nell'uso del suolo e favorire l'accettazione da parte della comunità. Ad oggi, gli impianti fotovoltaici progettati per combinare la produzione di energia fotovoltaica con le colture alimentari nella stessa installazione sono principalmente legati alle applicazioni in serra e fabbricati agricoli, come strategia di risparmio energetico o per aumentare il reddito dell'agricoltore. Le serre fotovoltaiche sono molto diffuse in Europa meridionale e hanno visto una rapida espansione in Cina grazie alle tariffe incentivanti applicate.

Al contrario, sono pochi i sistemi fotovoltaici progettati per superare la concorrenza tra energia e cibo combinando la produzione fotovoltaica di energia con le colture in pieno campo, un concetto che è stato proposto per la prima volta da Goetzberger e Zastrow. Il sistema sperimentale, proposto dagli autori nel 1982, combinava pannelli fotovoltaici statici installati a 4 m dal suolo con le colture coltivate nel terreno sotto i pannelli, venne definito per la prima volta come "sistema agrivoltaico". Tali sistemi sono fondati sul concetto che un'ombreggiatura parziale può essere tollerata dalle colture e potrebbe ridurre il consumo di acqua per evapotraspirazione durante il periodo estivo e in condizioni di siccità. È stato inoltre dimostrato che una coltura tollerante l'ombreggiamento, come la lattuga, coltivata sotto i pannelli fotovoltaici, adatta la sua morfologia (ad esempio producendo foglie più larghe) senza riduzione della resa, e che l'energia elettrica complessiva abbinata alla produzione di lattuga in agricoltura ha generato un aumento del 30% rispetto al valore economico di una coltivazione convenzionale. I pannelli fotovoltaici potrebbero contribuire alla protezione delle colture dal calore eccessivo e mitigare la temperatura del suolo, il che potrebbe rendere i sistemi agrivoltaici più resistenti ai cambiamenti climatici rispetto alle monocolture.

L'aumento del valore della terra e la produttività della terra sono attributi molto convincenti dei sistemi agrivoltaici e, in questo contesto, società di servizi potrebbero ulteriormente stimolare lo sviluppo di questi sistemi attraverso incentivi per gli agricoltori.

La comprensione che la resa della coltivazione non è compromessa seriamente (in alcuni casi può rimanere uguale o aumentare) e che l'efficienza d'uso dell'acqua può essere maggiore, fornirebbe un'ulteriore spinta verso la diffusione dei sistemi agrivoltaici in pieno campo.

6.14 DESCRIZIONE DEL SISTEMA AGRO-SILVO-PASTORALE “ENNA 2”

Per un'efficace integrazione tra la produzione di energia elettrica e l'attività agricola, il progetto agronomico proposto fa riferimento ai sistemi colturali definiti “agro-silvo-pastorali” che caratterizzavano l'agricoltura prima del processo di industrializzazione e specializzazione avvenuto a partire dagli ultimi decenni del secolo scorso. Questi sistemi misti, agro-zootecnici e forestali, mostrano numerosi vantaggi, tra cui:

- una maggiore resilienza dal punto di vista dell'adattabilità alle condizioni di incertezza climatica che stiamo fronteggiando,
- valorizzano le risorse naturali presenti utilizzando con maggiore efficacia i diversi fattori produttivi,
- forniscono una serie di servizi ecosistemici con particolare riferimento al mantenimento di un elevato livello di biodiversità sia vegetale che animale, di fertilità del suolo e di protezione degli insetti pronubi,
- si integrano facilmente con la presenza delle strutture portanti dei moduli fotovoltaici sfruttando favorevolmente le condizioni di ombreggiamento e di riduzione della richiesta evapotraspirativa dell'atmosfera,
- forniscono diverse produzioni consentendo di mantenere un reddito anche in situazione di crisi di mercato di determinati prodotti,
- consentono di valorizzare le produzioni ottenute nelle aree di mitigazioni dalle specie arboree autoctone,
- consentono di distribuire l'impiego di manodopera durante tutto l'anno creando occupazione stabile.

6.15 CRITERI ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DEL SISTEMA COLTURALE

I criteri adottati per l'individuazione degli indirizzi produttivi da implementare all'interno del sistema agrivoltaico “ENNA 2” sono stati i seguenti:

- compatibilità degli indirizzi produttivi con le esigenze in termini di gestione e manutenzione dei moduli fotovoltaici;
- meccanizzazione delle operazioni colturali attraverso l'impiego di attrezzature leggere e di ridotte dimensioni;
- capacità di valorizzare le condizioni di riduzione della radiazione solare incidente (ombreggiamento e raffrescamento) che si creano al di sotto dei moduli fotovoltaici;
- tecniche di allevamento indirizzate alla tutela del benessere animale;
- influenza positiva sulla fertilità fisica, chimica e biologica del suolo attraverso l'incremento del contenuto di sostanza organica del terreno;

- mantenimento di una copertura vegetale sul terreno il più stabile possibile nel tempo per impedire fenomeni di erosione e desertificazione del suolo;
- influenza positiva sull'incremento della biodiversità tellurica, della fauna selvatica e della flora spontanea;
- necessità di eliminare il rischio di incendi;
- creazione di posti di lavoro e ricaduta positiva sull'economia del territorio.

6.16 GLI INDIRIZZI PRODUTTIVI DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO “ENNA 2”

Sono stati effettuati diversi sopralluoghi presso le aree dell'impianto al fine di analizzare il contesto agronomico e valutare la realizzabilità degli interventi proposti attraverso il confronto con diversi operatori e professionisti del settore agricolo-zootecnico del territorio in cui verrà realizzato l'impianto.

Nell'ambito del sistema agro-silvo-pastorale proposto, gli indirizzi produttivi che soddisfano i criteri individuati sono quelli riferibili alle seguenti tipologie:

nelle aree di installazione dei moduli fotovoltaici

- Sia nell'area Nord che nell'area Sud: coltivazione di un prato pascolo permanente polifita costituito da specie a ciclo poliennale in rotazione (graminacee e leguminose) da utilizzare come pascolo per l'allevamento estensivo semibrado di pecore;

Area sottoposta alla legge Galasso

- Piantumazione di olivo e pistacchio.

nelle aree di mitigazione

- Coltivazione di olivo, messo a dimora nella fase di impianto del sistema agrivoltaico.

Il sistema agrivoltaico progettato prevede una gestione unica centralizzata dell'intero sistema produttivo attraverso una funzionale integrazione tra le produzioni che saranno realizzate nelle aree di impianto propriamente dette e quelle che saranno realizzate nelle aree di mitigazione.

Tutte le produzioni ottenute potranno essere, auspicabilmente, certificate da agricoltura biologica posizionandosi in un settore di mercato in forte crescita e caratterizzato da prezzi più alti e stabili nel tempo rispetto a quelli dei prodotti convenzionali. La Sicilia è la prima regione in Italia per numero di aziende e superfici certificate da agricoltura biologica, i prodotti biologici siciliani sono apprezzati in Italia e all'estero per le loro qualità

organolettiche e nutrizionali frutto di un antico e sapiente rapporto tra i produttori agricoli, le varietà e razze animali della biodiversità regionale e i diversificati e peculiari ambienti di coltivazione.

In un'ottica di progettazione esecutiva verrà valutata, in collaborazione con i ricercatori del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell'Università di Catania, le opzioni migliori per ottimizzare la produzione in accordo con gli attuali proprietari, nonché i futuri gestori della superficie agricola, coniugandola alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

La sostenibilità ambientale degli indirizzi produttivi individuati sarà raggiunta tramite:

- l'adozione di un approccio agroecologico e di tecniche colturali conservative e rigenerative della fertilità del suolo;
- l'eliminazione degli input chimici di sintesi per la fertilizzazione del suolo, per la difesa delle colture dalle avversità ambientali e parassitarie e per il controllo delle piante infestanti;
- l'incremento della sostanza organica nel terreno e della fertilità del suolo;
- la protezione del terreno dagli impatti negativi dei processi erosivi;
- il mantenimento di un elevato livello di biodiversità vegetale, sia di interesse agrario che ambientale;
- il riparo e la fornitura di alimenti per gli uccelli;
- il mantenimento degli insetti pronubi attraverso la scelta di piante ad elevato potere nettario e pollinifero che saranno introdotte sia nelle aree coltivate che in quelle di mitigazione.

La sostenibilità economica degli indirizzi produttivi proposti sarà raggiunta avendo come obiettivo:

- la riduzione dei costi di produzione attraverso l'autoproduzione della maggior parte dei mezzi tecnici necessari quali le sementi, i mangimi, il fieno, il compost e alcuni dei prodotti fitosanitari da utilizzare per la difesa delle piante (macerati, estratti);
- la riduzione dei costi di manodopera attraverso l'ottimizzazione e la meccanizzazione degli interventi di tecnica colturale anche tramite l'utilizzo dei principi e delle tecniche dell'agricoltura di precisione (sensoristica, mini robot, droni, utilizzo dei satelliti);
- l'incremento del valore aggiunto delle produzioni ottenute attraverso l'integrazione all'interno delle attività aziendali anche di quelle relative alla trasformazione dei prodotti ed alla loro distribuzione.

La sostenibilità sociale dell'iniziativa imprenditoriale riguarderà:

- il mantenimento dell'attività agricole da parte dei proprietari delle aziende che hanno messo a disposizione i terreni per la realizzazione del progetto "ENNA 2" e che vorranno impegnarsi attivamente nella gestione delle attività agricole previste;

- la creazione di nuovi posti di lavoro stabili nelle diverse fasi delle filiere produttive che saranno implementate.

La superficie non coltivabile all'interno dell'area di impianto è rappresentata dalle stradelle interne in terra battuta, dagli spazi occupati dai locali prefabbricati a servizio dell'impianto fotovoltaico e da una striscia, realizzata per il passaggio di cavidotti ed altri impianti tecnici e per evitare danneggiamenti alla struttura portante i moduli a causa del passaggio di mezzi meccanici. La striscia non coltivabile, larga 1,5 m, si estende per tutta la lunghezza dei filari dei moduli in coincidenza dei pali che sostengono la struttura distanziandosi 0,75 m dal centro del palo sui due lati di esso.

La superficie dell'area non coltivabile ha un valore totale pari a 4,96 ha che rappresenta il 4,18 % della superficie delle aree dove sarà localizzato l'impianto fotovoltaico (Tabella seguente).

Le superfici coltivabili totali risultano, al netto di quelle non coltivabili, pari a 92,67 ha; esse comprendono oltre ad aree esclusivamente destinate alla produzione agricola, anche quelle coltivabili presenti all'interno delle aree di impianto (50,20 ha) e quelle delle aree di mitigazione (9,87 ha). Le aree di mitigazione sono rappresentate da una striscia di terreno larga 10 m che si estende lungo il perimetro di ogni campo fotovoltaico con la funzione di ridurre l'impatto paesaggistico e, nello stesso tempo, incrementare la biodiversità, sostenere la presenza degli insetti pronubi, inoltre la coltivazione di olivo fa in modo che la fascia di mitigazione risulti produttiva.

- *Tabella 1 Superfici catastali, non agricole e agricole nel sistema agro-silvo-pastorale ENNA 2*

area	superfici catastali (ha)	superfici aree impianto (ha)	superfici aree non agricole (ha)	superfici aree non agricole (%)	totale superfici agricole (ha)	superfici agricole aree impianto (ha)	superfici agricole aree mitigazione (ha)
Area Nord	51,99	29,68	2,49	4,79	44,62	25,73	4,66
Area Sud	66,55	32,93	2,47	3,71	48,05	24,46	5,21
totale	118,54	62,62	4,96	4,18	92,67	50,20	9,87

6.17 REQUISITI SISTEMA AGRIVOLTAICO

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione

energetica sia quella agronomica.

Le linee guida pubblicate dal MITE a Giugno 2022 si prefiggono 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.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

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. Si ritiene dunque che:

- 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 (cfr. Capitolo 4).

Il progetto agrivoltaico Enna 2 rispetta i requisiti A, B, C, D, E.1, E.2.

Requisito A:

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica. Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

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

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

Nel caso del progetto in esame considerando la superficie totale da destinare a coltivazione, quindi includendo l'area riservata alla mitigazione perimetrale, quella destinata alla produzione agricola e quella destinata a prato, si ha una superficie agricola totale (Sagricola) pari a circa 92,67 ha.

Posto che il totale dell'area di progetto (Stot) si attesta sui 118,54 ha, si ottiene che la superficie agricola occuperà il 78,2 % rispetto al totale della superficie interessata dall'intervento e, dunque, è rispettato il primo requisito utile per definire un impianto "agrivoltaico" in quanto:

$$\mathbf{Sagricola > 0,7 \cdot Stot}$$

Dove, 92,67 ha rappresenta la superficie agricola calcolata (Sagricola) e 78,2 % il parametro a cui far riferimento secondo le linee guida (0,7·Stot).

- Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.

$$\mathbf{LAOR \leq 40\%}$$

Dati i valori di 23,9 ha per la superficie complessiva coperta dai moduli e 62,62 ha che rappresenta la superficie occupata dall'impianto al netto delle opere di mitigazione, il LAOR del presente progetto si attesta intorno al 20,2%, quindi al di sotto del limite imposto dalle linee guida.

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.

L'impianto agrivoltaico "Enna 2" rispetta le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi. In particolare, vengono rispettate:

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

Per verificare il rispetto del requisito B.1, l'impianto sarà dotato di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

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

La producibilità elettrica minima viene stabilita attraverso un rapporto tra la produzione specifica di un impianto agrivoltaico e la producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard sulla stessa area d'impianto costituito da strutture fisse orientate a sud e con inclinazione di 27,5° (pari alla latitudine del sito di installazione meno 10°). La producibilità dell'impianto agrivoltaico non deve essere inferiore al 60% della producibilità dell'impianto standard.

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

Grazie ad una simulazione è stato possibile ricavare che il valore di producibilità relativa dell'impianto agrivoltaico in oggetto si attesta a 1,30 GWh/ha/y rispetto ai 1,62 GWh/ha/y di un impianto fotovoltaico standard con un rapporto tra i due valori di producibilità, corrispondente al 80,1%, tale per cui è possibile far ricadere l'impianto del presente progetto nella definizione di sistema agrivoltaico.

Requisito C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra.

L'altezza minima di moduli da terra dell'impianto fotovoltaico influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrivoltaico. Nel caso delle colture agricole, l'altezza minima dei moduli da terra condiziona la dimensione delle colture che possono essere impiegate (in termini di altezza), la scelta della tipologia di coltura in funzione del grado di compatibilità con l'ombreggiamento generato dai moduli, la possibilità di compiere tutte le attività legate alla coltivazione ed al raccolto. Le stesse considerazioni restano valide nel caso di attività zootecniche, considerato che il passaggio degli animali al di sotto dei moduli è condizionato dall'altezza dei moduli da terra (connettività).

Il presente progetto è realizzato adottando una tecnologia su strutture mobili con configurazione 2V che rispettano l'altezza media dei moduli su strutture mobili prescritte dalla Linee guida, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, rientrando nei seguenti valori di riferimento:

- 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).

In particolare, sia nell'area Sud dove i moduli saranno installati su strutture ad inseguimento monoassiale sia nell'area Nord dove i moduli saranno installati su strutture fisse, l'altezza minima dei moduli da terra sarà pari a 1,30 m come previsto per l'attività di zootecnica nel rispetto di quanto prescritto nelle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici".

Requisito D ed E: i sistemi di monitoraggio

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

D.1) Monitoraggio del risparmio idrico

Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica a fini irrigui è stata definita la situazione ante operam, è emerso, infatti, che l'indirizzo produttivo dell'azienda è prettamente cerealicolo in asciutta.

Sulla base di queste considerazioni si continuerà con un regime irriguo in asciutta, ovvero avvalendosi sempre delle piogge stagionali e prevedendo quindi delle irrigazioni di soccorso solo nel periodo estivo, stress idrico e nelle prime fasi di crescita delle specie arboree.

C'è da sottolineare che sulla base di vari studi effettuati, si dovrebbe verificare un miglioramento dell'efficienza dell'uso dell'acqua conseguente alla diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai moduli fotovoltaici.

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Al fine di soddisfare il requisito D.2 è necessario, nel corso della vita dell'impianto, monitorare i seguenti elementi:

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tale attività sarà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione saranno allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

E.1) Monitoraggio della fertilità del suolo

Verrà soddisfatto mediante razionali pratiche agronomiche, nello specifico:

- si apporterà il letame ovino prodotto in azienda;
- non verranno usati concimi e antiparassitari di sintesi.

E.2) Monitoraggio del Microclima

Una variazione del microclima locale, dovuta alla presenza dell'impianto tecnologico, può favorire l'insorgere di fitopatie in grado di alterare il normale sviluppo delle piante. Il sistema agrivoltaico proposto sarà dotato di tutti i sistemi utili a "percepire" tali cambiamenti e scongiurare lo sviluppo di condizioni climatiche avverse al normale sviluppo delle specie colturali presenti.

Tali aspetti saranno monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

Per soddisfare il requisito E.2, verranno effettuati dei rilievi da parte del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell'Università di Catania, opportunamente pianificati utilizzando strumenti di ultima generazione per lo studio degli effetti dei moduli sul suolo sottostante.

7. PIANO DI DISMISSIONE E SMALTIMENTO

Al termine dell'esercizio dell'impianto, si provvederà al ripristino di luoghi con una fase di dismissione e demolizione delle strutture, come previsto anche nel comma 4 dell'art.12 del D. Lgs. 387/2003. L'impianto sarà dismesso quando cesserà di funzionare, dopo circa 30 anni dalla data di entrata in esercizio, seguendo le prescrizioni normative in vigore al momento.

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili in:

1. sezionamento impianto;
2. scollegamento serie moduli fotovoltaici;
3. scollegamento cavi;
4. smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno;
5. confezionamento moduli in appositi contenitori;

6. smontaggio sistema di videosorveglianza;
7. rimozione filamenti elettrici dai cavidotti interrati;
8. rimozione pozzetti di ispezione;
9. rimozione parti elettriche dai prefabbricati di alloggiamento dell'inverter;
10. smontaggio struttura metallica;
11. rimozione del fissaggio al suolo (sistema a vite);
12. rimozione parti elettriche della sottostazione elettrica;
13. rimozione manufatti prefabbricati compresa fondazione;
14. rimozione container per sistema di accumulo;
15. rimozione recinzione;
16. rimozione degli inerti dalle strade e dalle massicciate di posa delle cabine;
17. consegna materiali a ditte specializzate per lo smaltimento.

La viabilità a servizio dell'impianto sarà smantellata e rinaturalizzata solo limitatamente in quanto essa in parte è costituita da strade già esistenti ed in parte da nuove strade che potranno costituire una rete di tracciati a servizio dell'attività agricola che si svolge in questa parte del territorio.

7.1 CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI

L'impianto fotovoltaico è costituito essenzialmente dai seguenti elementi:

- apparecchiature elettriche ed elettroniche: inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici, batterie;
- cabine elettriche prefabbricate in cemento armato precompresso
- strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici: pali infissi sul terreno, profili di alluminio, tubi in ferro
- cavi elettrici
- tubazioni in PVC per il passaggio dei cavi elettrici
- pietrisco per la realizzazione della viabilità interna semplicemente posato sul terreno.

Tali materiali costituenti l'impianto, nel momento in cui "il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi" (art.1 direttiva 75/442/CEE) sono definiti "rifiuti" e catalogati grazie ad un codice a 6 cifre.

Di seguito si riporta il codice CER relativo ai materiali suddetti provenienti dalla dismissione/smantellamento dell'impianto fotovoltaico "Enna 2".

codice CER	descrizione
160214	apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici)
160605	Sistema di accumulo
170101	Cemento (derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiavano le apparecchiature elettriche)
170203	Plastica (derivante dalla demolizione delle tubazioni per il passaggio dei cavi elettrici)
170405	Ferro, Acciaio (derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici)
170411	Cavi
170508	Pietrisco (derivante dalla rimozione della ghiaia gettata per realizzare la viabilità).

Tabella 3 – Codici CER per smaltimento rifiuti

Tali codici sono elencati nel Catalogo Europeo dei Rifiuti, e per questo definiti CER. Essi sono delle sequenze numeriche, composte da 6 cifre riunite in coppie, volte ad identificare un rifiuto, di norma, in base al processo produttivo da cui è originato.

I codici sono inseriti all'interno dell'“Elenco dei rifiuti” istituito dall'Unione Europea con la Decisione 2000/532/CE (entrato in vigore il 1° gennaio 2002 così come modificato ed integrato dalla Decisione 2001/118/CE, 2001/119/CE, 2001/573/CE).

Il suddetto “Elenco dei rifiuti” della UE è stato recepito in Italia a partire dal 1° gennaio 2002 in sostituzione della precedente normativa.

7.2 RIMOZIONE DELLE VARIE PARTI DELL'IMPIANTO

La rimozione dei materiali, macchinari, attrezzature, edifici e quant'altro presente nel terreno seguirà una tempistica dettata dalla tipologia del materiale da rimuovere e, precisamente, dal fatto se detti materiali potranno essere riutilizzati (vedi recinzione, cancelli, infissi, cavi elettrici, ecc.) o portati a smaltimento e/o recupero (vedi pannelli fotovoltaici, opere fondali in cls, ecc.).

Quindi si procederà prima all'eliminazione di tutte le parti (apparecchiature, macchinari, cavidotti, ecc.) riutilizzabili, con loro allontanamento e collocamento in magazzino; poi si procederà alla demolizione delle altre parti non riutilizzabili.

Tutte le lavorazioni saranno sviluppate nel rispetto delle normative al momento vigenti in materia di sicurezza dei lavoratori.

7.3 SMALTIMENTO DEI MATERIALI UTILIZZATI

La produzione di rifiuti che derivano dalle diverse fasi di intervento verranno smaltiti attraverso ditte debitamente autorizzate nel rispetto della normativa vigente al momento.

L'impianto fotovoltaico è da considerarsi l'impianto di produzione di energia elettrica che più di ogni altro adotta materiali riciclabili e che durante il suo periodo di funzionamento minimizza l'inquinamento del sito di installazione, sia in termini di inquinamento atmosferico (nullo non generando fumi), di falda (nullo non generando scarichi).

Del modulo fotovoltaico potranno essere recuperati il vetro di protezione, le celle al silicio, la cornice in alluminio ed il rame dei cavi, quindi circa il 95% del suo peso.

La tecnologia per il recupero e riciclo dei materiali, valida per i pannelli a silicio cristallino è una realtà industriale che va consolidandosi sempre più. A titolo di esempio l'Associazione PV CYCLE, che raccoglie il 70% dei produttori europei di moduli fotovoltaici (circa 40 aziende) ha un programma per il recupero dei moduli e prevede di attivare un impianto di riciclo entro il 2020, i produttori First Solar e Solar World hanno già in funzione due impianti per il trattamento dei moduli con recupero del 90% dei materiali e IBM ha già messo a punto e sperimentato una tecnologia per il recupero del silicio dai moduli difettosi.

L'inverter, altro elemento "ricco" di materiali pregiati (componentistica elettronica) costituisce il secondo elemento di un impianto fotovoltaico che in fase di smaltimento dovrà essere debitamente curato.

Tutti i cavi in rame potranno essere recuperati, così come tutto il metallo delle strutture di sostegno.

Le strutture di sostegno dei pannelli saranno rimosse tramite smontaggio meccanico, per quanto riguarda la parte aerea, e tramite estrazione dal terreno dei pali di fondazione infissi (se presenti).

I materiali ferrosi ricavati verranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio istituiti a norma di legge.

Per quanto attiene al ripristino del terreno non sarà necessario procedere a nessuna demolizione di fondazioni in quanto non si utilizzano elementi in calcestruzzo gettati in opera.

Le linee elettriche e gli apparati elettrici e meccanici delle cabine di trasformazione MT/BT saranno rimosse, conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore

Le polifere ed i pozzetti elettrici verranno rimossi tramite scavo a sezione obbligata che verrà poi nuovamente riempito con il materiale di risulta. I manufatti estratti verranno trattati come rifiuti ed inviati in discarica in accordo alle vigenti disposizioni normative.

Le colonnine prefabbricate di distribuzione elettrica saranno smantellate ed inviate anch'esse ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio.

In merito agli accumulatori di energia, si procederà allo smantellamento e trasporto ad impianti di recupero e smaltimento in discarica autorizzata.

Per quanto attiene alle strutture prefabbricate si procederà alla demolizione ed allo smaltimento dei materiali presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

Per le platee delle cabine elettriche previste in calcestruzzo si prevede la loro frantumazione, con asportazione e conferimento dei detriti a ditte specializzate per il recupero degli inerti.

La recinzione in maglia metallica di perimetrazione del sito, compresi i paletti di sostegno e i cancelli di accesso, sarà rimossa tramite smontaggio ed inviata a centri di recupero per il riciclaggio delle componenti metalliche. I pilastri in c.a. di supporto dei cancelli verranno demoliti ed inviati presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

7.4 RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Al termine della fase di dismissione e demolizione delle strutture e dei tralicci, si provvederà quindi al ripristino di luoghi utilizzati, come previsto anche nel comma 4 dell'art.12 del D. Lgs. 387/2003.

Sarà assicurato quindi il totale ripristino del suolo agrario originario, anche mediante pulizia e smaltimento di eventuali materiali residui, quali spezzoni o frammenti metallici, frammenti di cemento, ecc..

Gli obiettivi principali di questa forma riabilitativa sono i seguenti:

- riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone soggette ai lavori che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse;
- consentire una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modifiche.

Per il compimento degli obiettivi sopra citati il programma dovrà contemplare i seguenti punti:

- si dovrà prestare particolare attenzione durante la fase di adattamento della terra vegetale, facendo prima una adeguata sistemazione del suolo che dovrà riceverla;
- effettuare una attenta e mirata selezione delle specie erbacee, arbustive ed arboree maggiormente adatte alle differenti situazioni. Inoltre, particolare cura si dovrà porre nella scelta delle tecniche di semina e di piantumazione, con riferimento alle condizioni edafiche ed ecologiche del suolo che si intende ripristinare;
- si dovrà procedere alla selezione di personale tecnico specializzato per l'intera fase di manutenzione necessaria durante il periodo dei lavori di riabilitazione.

Le azioni necessarie per l'attuazione di tali obiettivi sono le seguenti:

- Trattamento dei suoli: le soluzioni da adottare riguardano la stesura della terra vegetale, la preparazione e scarificazione del suolo secondo le tecniche classiche. Il carico e la distribuzione della terra si realizza generalmente con una pala meccanica e con camion da basso carico, che la scaricheranno nelle zone d'uso. Quando le condizioni del terreno lo consentano si effettueranno passaggi con un rullo prima della semina. Queste operazioni si rendono necessarie per sgretolare eventuali ammassi di suolo e per prepararlo alle fasi successive.

- Opere di semina di specie erbacee: una volta terminati i lavori di trattamento del suolo, si procede alla semina di specie erbacee con elevate capacità radicanti in maniera tale da poter fissare il suolo.

In questa fase è consigliata, per la semina delle specie erbacee, la tecnica dell'idrosemina. In particolare, è consigliabile l'adozione di un manto di sostanza organica triturata (torba e paglia), spruzzata insieme ad un legante bituminoso ed ai semi; tale sistema consente un'immediata protezione dei terreni ancor prima della crescita delle specie seminate ed un rapido accrescimento delle stesse.

Questa fase risulta di particolare importanza ai fini di:

- mantenere una adeguata continuità della copertura vegetale circostante;
- proteggere la superficie, resa particolarmente più sensibile dai lavori di cantiere, dall'erosione;
- consentire una continuità dei processi pedogenetici, in maniera tale che si venga ricolonizzazione naturale senza l'intervento dell'uomo.;

L'evoluzione naturale verso forme più evolute di vegetazione (arbustive e successivamente arboree) può avvenire in tempi medio-lunghi a beneficio della flora autoctona.

Per questo motivo le specie erbacee selezionate dovranno essere caratterizzate da una crescita rapida, una capacità di rigenerazione elevata, "rusticità" elevata e adattabilità a suoli poco profondi e di scarsa evoluzione pedogenetica, sistema radicale potente e profondo ed alta proliferazione. Per realizzare una alta percentuale di attecchimento delle specie, dovranno essere adottate misure particolarmente rigorose quali la delimitazione delle aree di semina ed il divieto di accesso e/o controllo di automezzi e personale. La scelta delle specie da adottare per la semina, dovrà comunque essere indirizzata verso le essenze autoctone già presenti nell'area di studio.

8. CONCLUSIONI

In conclusione occorre ancora una volta sottolineare le caratteristiche della risorsa solare come fonte di produzione di energia elettrica il cui impatto ambientale è limitato, specialmente attraverso una buona progettazione. L'energia solare è una fonte rinnovabile, in quanto non richiede alcun tipo di combustibile, ma utilizza l'energia contenuta nelle radiazioni solari.

È pulita, perché, a differenza delle centrali di produzione di energia elettrica convenzionali, non provoca emissioni dannose per l'uomo e per l'ambiente.

La produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili comporta, infatti, l'emissione di enormi quantità di sostanze inquinanti. Tra questi gas, il più rilevante è l'anidride carbonica o biossido di carbonio, il cui progressivo incremento sta contribuendo al cosiddetto effetto serra che potrà causare, in un prossimo futuro, drammatici cambiamenti climatici.

Altri benefici del fotovoltaico sono:

- la riduzione della dipendenza dall'estero;

- la diversificazione delle fonti energetiche;
- la regionalizzazione della produzione.

In merito ai singoli pannelli a da tenere sempre presente che non hanno alcun tipo di impatto radioattivo o chimico, visto che i componenti usati per la loro costruzione sono materie come il silicio e l'alluminio.

Sulla base degli elementi e delle considerazioni riportate nelle sezioni precedenti, si può concludere che l'impianto agrivoltaico che dovrà sorgere sul territorio del comune di Enna, presenterà un basso impatto sull'ambiente.

Si ribadisce ancora una volta che lo stesso non subirà alcun carico inquinante di tipo chimico, data la tecnica di generazione dell'energia che caratterizza tali impianti.

Sostanzialmente nullo, o quasi, sarà anche l'impatto acustico dell'impianto e i relativi effetti elettromagnetici. Molto modesti gli impatti su flora e fauna.

Se la porzione di territorio che in condizioni di esercizio resterà coperta dagli impianti ha dimensioni rilevanti, in quanto l'installazione di una centrale fotovoltaica richiede grandi spazi, va però detto che il territorio non subirà delle trasformazioni permanenti, e potrà anche in fase di esercizio essere utilizzato per il pascolo o per uso seminativo, non perdendo le sue attuali vocazioni agricole.

La componente visiva costituisce l'unico aspetto degno di considerazione, poiché il carattere prevalentemente naturale del paesaggio viene modificato da strutture non naturali di rilevanti dimensioni. Questa problematica, può comunque essere particolarmente limitata grazie all'adozione, come previsto in progetto, di opere di mitigazione utili al quasi completo mascheramento dell'impianto.

Tuttavia se a livello sensoriale la percezione della riduzione della naturalità non può essere eliminata, deve essere invece promosso lo sviluppo di un approccio razionale al problema, che si traduca nel convincimento che l'impiego di una tecnologia pulita per la produzione di energia costituisce la migliore garanzia per il rispetto delle risorse ambientali nel loro complesso.

Trascurabile è anche la fase di cantiere per la quale sono prevedibili gli impatti tipici connessi con l'esecuzione di opere civili puntuali, sono stati previsti tutti quegli accorgimenti necessari a limitare se non annullare l'impatto delle singole lavorazioni sul territorio.

Il fotovoltaico è caratterizzato, come le altre tecnologie che utilizzano fonti di energia rinnovabili, da costi di investimento elevati in rapporto ai ridotti costi di gestione e manutenzione. A parità di costo dell'energia prodotta, tale specificità può avere il vantaggio di essere trasformata in occupazione, in quanto si viene a sostituire valore aggiunto al combustibile utilizzato negli impianti convenzionali.

Secondo un'analisi del Worldwatch Institute, l'occupazione diretta creata per ogni miliardo di kWh prodotto da fonte fotovoltaica è di 542 addetti, mentre quella creata, per la stessa produzione di elettricità, dal nucleare e dall'utilizzo del carbone (compresa l'estrazione del minerale) è, rispettivamente, di 100 e 116 addetti.

L'occupazione nel settore solare è associata alle seguenti principali tipologie di attività: costruzione, installazione e gestione/manutenzione.

In questo computo non è considerata la voce "ricerca" che comprende l'attività di ricerca in senso tradizionale, ma anche attività eseguite da società di ingegneria, istituzioni bancarie e assicurative. Per quanto riguarda l'occupazione creata dalla gestione degli impianti, trascurata in questa cifra, si stima che sia pari a circa 1 addetto per MW installato (vanno aggiunte, in questo caso, qualche centinaio di persone).

Da questi dati risulta quindi che l'occupazione associata alla costruzione dei componenti è circa 4 volte maggiore a quella associata all'installazione e gestione degli impianti. In definitiva, in base ai progetti associati alle fonti rinnovabili previsti, si può prevedere, nel Mezzogiorno, un incremento di ulteriori attività, con particolare riguardo a quelle manifatturiere. Ulteriore creazione di posti di lavoro si può ottenere con l'impiego degli impianti all'interno di circuiti turistico-culturali che siano così da stimolo per le economie locali. Nelle aree con centrali fotovoltaiche potranno essere create attività di sostegno, che riguardano la ricerca, la certificazione e la fornitura di servizi alle imprese. Il rapporto benefici/costi ambientali è perciò nettamente positivo dato che il rispetto della natura e l'assenza totale di scorie o emissioni fanno dell'energia solare la massima risposta al problema energetico in termini di tutela ambientale.