



Progetto

PROGETTO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI MARTIS E CHIARAMONTI (SS) CON POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 39,2 MW

DENOMINAZIONE IMPIANTO "19185 – MARTIS"

Proponente

LUCE MARTIS S.R.L.
Viale Nazario Sauro, 22
42017 - Novellara (RE)

Progettisti

RESPONSABILE PROGETTO

• P.I. Luca Catellani
Collegio Periti RE n. 1101

PROGETTAZIONE IMPIANTO

• P.I. Luca Catellani
Collegio Periti RE n. 1101

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



• SIATER S.R.L.
Via Antioco Casula, 7
07100 - Sassari (SS)
P. IVA | C.F. 01626410912
Tel. 0782.317031 | 348.0085592
siater.srl@gmail.com - siater.srl@pec.it

Dottore Forestale Piero Angelo Rubiu
Ordine dei Dott. Agronomi e Dott. Forestali
n. 227 (Prov. NU) - C.F. RBUPNG69T22L953Z

Firma

**Studio di Impatto Ambientale
ai sensi dell'art. 22 – D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.**

Autorità competente Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

Tabella revisioni

03				
02				
01				
00	Novembre 2023			
REV		REDATTO: Dott. Piero RUBIU	CONTROLLATO: Dott. Piero RUBIU	APPROVATO: Dott. Piero RUBIU

Fase di progetto

DEFINITIVO

Elaborato

QUADRO PROGETTUALE

Tavola

V.1.1C

File

-

Scala

-

INDICE

1. PREMESSA	6
2. OBIETTIVI DEL PROGETTO	7
2.1 INTRODUZIONE	7
2.2 AZIENDA PROPONENTE IL PROGETTO	8
2.3 GIUSTIFICAZIONE DELL'OPERA	8
2.4 FRUITORI DELL'OPERA	8
3. ANALISI POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO	10
3.1 PREMESSA.....	10
3.2 BENEFICI SOCIALI E OCCUPAZIONALI	10
3.3 OPERE DI MITIGAZIONE SU EVENTUALI IMPATTI SOCIO-ECONOMICI NEGATIVI	11
4. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO E AUTORIZZATIVO	12
4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ENERGIE RINNOVABILI	12
4.1.1 Emissioni.....	13
4.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO NAZIONALE E REGIONALE.....	14
4.3 ELENCO DELLE AUTORIZZAZIONI, NULLA OSTA, PARERI COMUNQUE DENOMINATI E DEGLI ENTI COMPETENTI PER IL LORO RILASCIO ¹⁸	
5. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMBIENTALE	20
5.1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	21
5.1.1 DATI DI PROGETTO	21
5.1.2 DATI GEOGRAFICI DEL SITO	22
5.1.3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	23
5.1.3.1 INSTALLAZIONE E GESTIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	23
5.1.3.2 STIMA DELLE PRODUZIONI AGRONOMICHE OTTENIBILI DALLE AREE OCCUPATE DALL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO	26
5.1.3.3 INTERVENTI CULTURALI PER LA REALIZZAZIONE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA POLIENNALE	31
5.1.3.4 LAVORAZIONI AGRONOMICHE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA	32
5.1.3.5 IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	39
5.1.3.6 AGRICOLTURA 4.0	40
5.1.3.7 SISTEMI PER IL MONITORAGGIO	42
5.1.3.8 OPERE ELETTRICHE	47
○ DISPONIBILITA' DI CONNESSIONE	47
○ LAYOUT D'IMPIANTO	48
○ COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	48
5.1.4 EFFETTO ISOLA DI CALORE POTENZIALE PER GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI E PER L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "19185-Martis"	73
> albedo.....	77
> emissività	77
5.1.4.1 Morfologia e intrusione del vento.....	77
5.1.4.2 Effetto della vegetazione	77
5.1.4.3 Strategie di mitigazione delle isole di calore.....	78
5.1.4.4 Valutazione della formazione potenziale dell'isola del calore nell'impianto agrivoltaico "19153 Martis"	78

5.1.4.5	Conclusioni	79
5.1.4.6	Cantierizzazione	79
5.1.5	GESTIONE DELL'IMPIANTO	80
5.1.6	Indicazione degli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli per le persone	81
5.1.7	Descrizione del ripristino dell'area cantiere	81
5.1.8	Cronoprogramma	81
6.	SCAVI E SBANCAMENTI	82
6.1	STIMA DEI VOLUMI DI SCAVO	82
6.1.1	MODALITA' DI GESTIONE DELLE TERRE MOVIMENTATE E LORO RIUTILIZZO	83
6.1.2	Cautela da adottare in fase di scavo e stoccaggio provvisorio	83
6.1.3	Tempi dell'intervento e gestione dei flussi	83
6.1.4	Volumetrie prodotte giornaliere	83
6.1.5	Procedura di trasporto	84
6.1.6	Procedura di rintracciabilità	84
6.1.7	CONCLUSIONI	84
7.	VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO	86
7.1	ALTERNATIVE PROGETTUALI	87
7.1.1	Alternative non strutturali	89
7.1.2	Alternative di processo o strutturali	96
7.1.3	Comparazione progettuali e prestazionali	99
7.1.4	Alternative di localizzazione	100
7.1.4.1	Disponibilità della risorsa solare	100
7.1.4.2	Prossimità alla rete elettrica	102
7.1.4.3	Accessibilità al sito	102
7.1.4.4	Idoneità d'uso del terreno e compatibilità paesaggistica	103
7.1.5	Alternativa di progetto con impianto fotovoltaico al suolo fisso	105
7.1.6	Alternativa zero	106
7.2	ANALISI MULTICRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POSSIBILI	107
7.3	AZIONI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI CONDOTTI SIN DALLA FASE DI PREFATTIBILITÀ, DI PROGETTO, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO	109
8.	RIEPILOGO DEGLI ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI DEL PROGETTO	110
8.1	GENERALITÀ	110
8.2	COSTI DELL'INVESTIMENTO INIZIALE	110
8.3	SVILUPPO DELL'INIZIATIVA	111
8.4	INSTALLAZIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI	111
8.5	OPERE ACCESSORIE ED INFRASTRUTTURE	111
8.6	L'ALLACCIAMENTO	112
8.7	COSTI DI FUNZIONAMENTO E PRODUZIONE	113
8.8	QUADRO ECONOMICO D'IMPIANTO (ART. 32 DPR N°207/2010)	114
9.	DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE E DI RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI	116
9.1	SEQUENZA DELLE FASI DI DISMISSIONE	116
9.2	ATTIVITÀ PRELIMINARI	117
9.3	BONIFICA IMPIANTI E MACCHINARI	117
9.4	INTERVENTI DI RIMOZIONE E DEMOLIZIONE	118
9.4.1	Smontaggio e rimozione di macchinari e impianti	118

9.4.2	<i>Rimozione dei pannelli fotovoltaici</i>	119
9.4.3	<i>Rimozione delle strutture di sostegno</i>	120
9.4.4	<i>Attività di lavaggio</i>	120
9.4.5	<i>Demolizione degli edifici, dei basamenti e delle strutture interrato.....</i>	120
9.5	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL SITO	121
9.6	SMALTIMENTO DEI RIFIUTI.....	122
9.6.1	OPERAZIONI DI RECUPERO E RICICLAGGIO	123
9.6.2	Individuazione dei siti specializzati per le operazioni di recupero	125
9.7	GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA	126
9.7.1	FERRO ED ACCIAIO PULITI (SUPPORTI METALLICI DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI)	126
9.7.2	CAVI IN ALLUMINIO - SCHERMATURA IN RAME (CAVIDOTTO, COLLEGAMENTI ELETTRICI DEI PANNELLI).....	127
9.7.3	ELEMENTI IN C.A. PULITO (EVENTUALE SMANTELLAMENTO FONDAZIONI CABINE E STAZIONE ELETTRICHE)	127
9.7.4	TRASFORMATORI	127
9.7.5	QUADRI ELETTRICI, INVERTERS E APPARECCHIATURE ELETTRICHE/ELETTRONICHE.....	128
9.7.6	MATERIALI INERTI (MESSA IN PRISTINO DI PISTE)	128
9.8	RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA	129
9.8.1	GENERALITÀ CIRCA GLI INTERVENTI NECESSARI AL RIPRISTINO VEGETAZIONALE	129
9.8.2	TRATTAMENTO DEI SUOLI.....	130
9.8.3	SEMINA.....	131
9.8.4	CRITERI DI SCELTA DELLE SPECIE	131
9.9	ANALISI DEI COSTI DELLA DISMISSIONE.....	133

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Calcolo e verifica parametri linee guida agrivoltaico	25
Tabella 2– Riepilogo delle UF producibili.....	28
Tabella 3 – Riepilogo delle PST ottenibili	28
Tabella 4 – Riepilogo delle lavorazioni agronomiche	32
Tabella 5 Cronoprogramma di esecuzione.....	81
Tabella 6 Analisi quantitativa dei volumi di scavo prodotti.....	82
Tabella 7 Matrice Alternative non strutturali.....	95
Tabella 8 Matrice Alternative di processo o strutturali. Le possibili alternative di processo o strutturali per la produzione di energia elettrica tramite impianti che utilizzano risorse rinnovabili (biomasse, fotovoltaico, geotermico, idraulico).....	98
Tabella 9 Caratteristiche delle diverse tecnologie di costruzione delle celle	99
Tabella 10 Analisi multicriteri del progetto	107
Tabella 11 Analisi multicriteri dell'alternativa di progetto – impianto fotovoltaico fisso a terra.....	108
Tabella 12 Quadro economico di dismissione parco agrivoltaico “16153 Martis”	134

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Identificazione area di pertinenza su base IGM	20
Figura 2 - Particolare esemplificativo del pascolamento	29
Figura 3 - Stock di carbonio organico determinati (fonte studio Univ. PR).....	29
Figura 4 – Particolare dei noduli radicali causati dai rizobi su trifoglio (fonte fertiprado)	33
Figura 5 – Raffronto schematico prato pascolo polifita Vs seminativo (fonte fertiprado)	34
Figura 6 – Sezione Tracker utilizzato (adeguare a particolare specifico)	36
Figura 7 – Specifiche tecniche del trattore 6M a telaio corto	37
Figura 8 - Specifiche tecniche della Mini-rotoimballatrice 550TML	37
Figura 9 – Immagine della falciatrice anteriore e larghezze delle andane realizzabili	38
Figura 10 – Stazione principale e sensori meteo climatici.....	43
Figura 11 – Esempio di un grafico riguardante il rischio di infezione delle principali fitopatologie.....	44
Figura 12 – Esempio di un grafico per il calcolo del fabbisogno idrico	45
Figura 13 – Elenco apparecchiature	46
Figura 14 - Layout di Impianto	48
Figura 15 - Datasheet e immagine tipo inverter di stringa.....	54
Figura 16 – Prospetti e Sezioni Power Station.....	55
Figura 17 - Tipologico Power Station	56

Figura 18 Cavi unipolari del tipo ARG7H1RX tripolare riunito ad elica visibile	59
Figura 19 – Tipico modalità di posa Cavo MT 30 kV	60
Figura 20 - Dettaglio trasversale strutture (Tracker)	66
Figura 21 - Dettaglio dimensioni strutture (Tracker)	67
Figura 22 - Lavaggio moduli fotovoltaici	69
Figura 23 scambio energetico di mezzogiorno, confronto tra un terreno vegetato e un terreno arido ricoperto solo da pannelli fotovoltaici	75
Figura 24 Variazione delle temperature tra l'ambiente urbano e quello rurale	76
Figura 25 Effetti dell'isola di calore sulla temperatura notturna estiva	76
Figura 26 Ruolo assunto dalla presenza di aree verdi e superfici vegetate (azioni ed effetti)	78
Figura 27 Superi e deficit (%) della produzione di energia elettrica rispetto alla richiesta in Italia nel 2018; (fonte: TERNA)	90
Figura 28 Rapporto tra la produzione di energia da fonte non rinnovabile termoelettrica e rinnovabili in Italia. Si noti la dipendenza della Sardegna dal carbone. Fonte Terna	91
Figura 29 Bilancio della produzione di energia elettrica in Sardegna dal 1997 al 2017. Fonte Terna	91
Figura 30 Radiazione solare globale-valori medi annui (SAR)	101

1. PREMESSA

La società Luce Martis S.r.l. ha inteso promuovere progetti di sviluppo che integrino la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica alla produzione agricola.

In questo tipo di modello, la produzione elettrica, la manutenzione del suolo e della vegetazione risulta integrata e concorrente al raggiungimento degli obiettivi produttivi – economici e ambientali – del gestore/proprietario dei terreni attraverso un approccio sistematico impostato su basi agronomiche.

L'impianto agrivoltaico denominato "19185-Martis" sarà progettato per produrre energia elettrica in collegamento alla rete di E-distribuzione. La potenza nominale dell'impianto di produzione, sarà pari a da 39,2 MW.

Nella progettazione particolare attenzione andrà posta sulle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici (trackers monoassiali), al posizionamento dei pali di sostegno delle strutture, realizzati direttamente nel terreno senza uso di calcestruzzo, alle strade interne all'impianto, alle opere di mitigazioni (barriere verdi) e posizionamento delle cabine inverter o di trasformazione. E' prevista la realizzazione di un cavidotto della lunghezza di circa 12 Km, con profondità di 1,2m e L 60 cm, che dal campo agrivoltaico in progetto si unisce alla SS elettrica ubicata in Comune di Tula(SS).

2. OBIETTIVI DEL PROGETTO

2.1 INTRODUZIONE

Il vento è una risorsa globalmente diffusa sul nostro pianeta: si calcola che il 9% dell'energia solare si trasforma in eolica, poiché soffiano venti il cui potenziale energetico è stimato a oltre 50.000 TWh annui. La risorsa eolica mondiale disponibile e tecnicamente sfruttabile è quattro volte l'energia elettrica consumata dal pianeta, e permetterebbe di evitare di bruciare 3.000 milioni di tonnellate di combustibile fossile e conseguentemente di espellere nell'atmosfera 13.000 milioni di tonnellate di CO₂ ed altri gas responsabili dell'effetto serra.

La preoccupazione crescente per il problema ambientale, così come per il preservarsi della biodiversità e la salute pubblica, ha contribuito ad una presa di coscienza del problema energetico da parte dei governi di numerosi paesi ed ha portato alla stipula di un concordato per affrontarne le conseguenze. La terza conferenza mondiale sul tema tenutasi a Kyoto nel Dicembre del 1997 ha posto un limite all'incremento dei gas serra.

La Comunità Europea stabilì di produrre il 20% del fabbisogno energetico totale europeo esclusivamente da fonti rinnovabili entro il 2020, un obiettivo molto ambizioso sul tema della salvaguardia dell'ambiente e la riduzione dei gas serra che al raggiungimento della data prefissata non si può dire raggiunto, ma si deve dare evidenza comunque di una crescita verso una produzione energetica cosciente e rinnovabile che ad oggi vede quote di risorse rinnovabili variabili ampiamente tra i Paesi dell'Unione, andando a coprire oltre il 30% del consumo finale lordo di energia in Austria, Danimarca, Finlandia, Lettonia e Svezia, o restando al 10% (o meno) in Stati come Belgio, Cipro, Lussemburgo, Malta o Paesi Bassi, mentre l'Italia si attesta al 17%.

Il raggiungimento di questo obiettivo assieme allo stabilizzarsi di una situazione ambientale sostenibile che consenta il miglioramento del livello attuale di benessere, esige una profonda modifica del modello attuale di produzione di energia, cosa che non può che avvenire attraverso una progressiva sostituzione di tutte le fonti fossili con fonti pulite e rinnovabili.

I vari sistemi di sfruttamento delle diverse fonti rinnovabili hanno raggiunto attualmente un differente grado di maturazione tecnologica. Per alcune fonti lo sfruttamento non è al momento percorribile economicamente. Tuttavia in qualche caso si è raggiunto un livello di maturazione tecnologica tale da rendere possibile il realizzarsi di un grado di utilizzo compatibile con gli obiettivi fissati. È il caso dell'energia eolica che per le sue caratteristiche tecniche, ambientali e socio economiche, risponde alle esigenze di diversificazione energetica e di riduzione del livello di contaminazione atmosferica che lo stato attuale impone.

Obiettivo del progetto è la realizzazione nel Comune di Chiaramonti e Martis (SS) di un impianto che possa utilizzare in modo razionale le fonti energetiche rinnovabili ed in particolare la risorsa solare disponibile nell'area per la produzione di energia elettrica non inquinante, così da coprire, seppure in maniera parziale, il fabbisogno energetico della comunità locale.

2.2 AZIENDA PROPONENTE IL PROGETTO

La società Martis srl ha inteso promuovere progetti di sviluppo che integrino la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica alla produzione agricola: in questo tipo di modello, la produzione elettrica, la manutenzione del suolo e della vegetazione risultano integrate e concorrenti al raggiungimento degli obiettivi produttivi – economici e ambientali.

Il tutto realizzato con una visione di lungo periodo che miri a costruire una realtà industriale in grado di generare il massimo ritorno per gli investitori, nel pieno rispetto della sicurezza in ogni sua attività (Obiettivo zero incidenti) e della sostenibilità ambientale e sociale degli investimenti per tutti gli stakeholders coinvolti, raggiungibile tramite la più accurata selezione degli impianti e la loro compatibilità con l'ambiente in cui sono inseriti.

2.3 GIUSTIFICAZIONE DELL'OPERA

L'opera ha una sua giustificazione intrinseca per il fatto di promuovere e realizzare la produzione energetica da fonte rinnovabile, quindi con il notevole vantaggio di non provocare emissioni (liquide o gassose) dannose per l'uomo e per l'ambiente. Inoltre, ai sensi della Legge n. 10 del 9 gennaio 1991, indicante *"Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"* e con particolare riferimento all' Art. 1 comma 4, l'utilizzazione delle fonti rinnovabili è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini della applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.

L'opera in oggetto si inserisce nel contesto nazionale ed internazionale come uno dei mezzi per contribuire a ridurre le emissioni atmosferiche nocive come previsto dal protocollo di Kyoto del 1997, che anche l'Italia, come tutti i paesi della Comunità Europea, ha ratificato.

Sulla base degli studi realizzati, la produzione di questo impianto è in grado di garantire un contributo consistente in termini energetici al fabbisogno locale.

2.4 FRUITORI DELL'OPERA

Il fruitore dell'opera è principalmente la Regione Sardegna ed i comuni adiacenti all'opera per le seguenti ragioni:

- ✓ ritorno di immagine legato alla produzione di energia pulita; importante fonte energetica rinnovabile;
- ✓ presenza sul territorio di un impianto fotovoltaico, oggetto di visita ed elemento di istruzione per turisti e visitatori (scuole, università, centri di ricerca, ecc.);
- ✓ Produzione di foraggio di qualità di immettere nel mercato locale;
- ✓ incremento della occupazione locale in fase di realizzazione ed esercizio dell'impianto, dovuto alla necessità di effettuare con ditte locali alcune opere accessorie e funzionali (interventi sulle strade di accesso, opere civili, rete elettrica); ricadute occupazionale anche per interventi di manutenzione;

- ✓ creazione di un indotto connesso, legato all'attività stessa dell'impianto: ristoranti, bar, alberghi, ostelli, ferramenta, ecc...
- ✓ specializzazione della manodopera locale e possibilità future di collocazione nel mondo del lavoro;

3. ANALISI POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO

3.1 PREMESSA

L'inserimento di un parco agrivoltaico all'interno di un territorio crea in esso numerosi effetti. Rilevanti sono gli effetti indotti sullo sviluppo socio-economico delle comunità che vivono nell'intorno del parco. In particolar modo si hanno risvolti positivi a livello occupazionale diretto, indiretto ed indotto.

3.2 BENEFICI SOCIALI E OCCUPAZIONALI

La realizzazione di un parco fotovoltaico, a fronte di modesti inconvenienti, presenta concreti vantaggi socio-economici che direttamente ed immediatamente riguardano la popolazione locale e con visione più ampia, si riflettono sul risparmio della bolletta energetica nazionale, supponendo il costo del barile costante, e sullo sviluppo di una tecnologia nazionale, in un settore che lascia prevedere un forte incremento per i prossimi cinquant'anni.

Il D. Lgs 79/99 (Decreto Bersani), ad attuazione della direttiva CEE 96/92/CE che indica e regola attualmente il mercato interno dell'energia elettrica, è in effetti una legge che prevede la riduzione dell'impatto ambientale. Il decreto infatti obbliga "i venditori di energia" sul mercato italiano a produrre il 2% di detta energia mediante nuovi impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Di fatto il territorio su cui sono installati i moduli fotovoltaici può essere considerato come impegnato in un particolare tipo di coltivazione: "una coltivazione energetica". In altre parole il territorio interessato alla realizzazione dell'impianto, è un vero e proprio "giacimento energetico rinnovabile".

Per il parco agrivoltaico "19185-Martis", si prevede una produzione annua di circa 88,266 GWh/anno. Inoltre l'energia prodotta in tal modo permette la riduzione di combustibile fossile evitando come minimo l'immissione in atmosfera di 42.632,478 t/annue di CO₂, 167,70 t/annue di NO_x e 123,57 t/annue di SO₂.

Al quadro inerente i vantaggi dello sfruttamento fotovoltaico, si deve aggiungere l'altro fondamentale aspetto: il terreno su cui è installato il campo agrivoltaico è ancora al 90% utilizzabile per coltivazioni e pastorizia. Per tali motivi, l'installazione di una centrale fotovoltaica su un terreno, costituisce comunque un importante beneficio sociale, senza che ci siano significative controindicazioni o aspetti negativi.

I proprietari dei terreni in cui verrà realizzato il campo agrivoltaico ricevono da parte della società proponente un compenso annuo come rimborso dei danni causati dalla presenza dell'impianto e per le porzioni di territorio necessarie alla realizzazione di tutte le opere di infrastrutturazione.

A livello occupazionale son previsti in fase di cantiere 54 uomini giorno, mentre in fase di esercizio 14 persone a tempo indeterminato più aziende private e consulenti in manutenzione programmata.

Secondo una ricerca dell'ISPO (Maggio 2012) gli italiani al 93% considerano la questione energetica importante ed per il 90% le energie rinnovabili e l'efficienza energetica rappresentano la soluzione ai problemi energetici nazionali.

3.3 OPERE DI MITIGAZIONE SU EVENTUALI IMPATTI SOCIO-ECONOMICI NEGATIVI

Il parco, così progettato, esclude qualsiasi impatto negativo socio-economico, altresì l'impatto è positivo e quantificabile. Le mitigazioni degli aspetti negativi sono state attenuate in fase preliminare, per esempio mantenendo distanze, da latri impianti fotovoltaici, e dai ricettori sensibili superiori a 500 m.

4. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO E AUTORIZZATIVO

4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ENERGIE RINNOVABILI

La crisi energetica che ha avuto luogo negli ultimi decenni ha dato spunto ad un importante sviluppo delle energie rinnovabili. La loro utilizzazione presenta i seguenti vantaggi:

- evitare il consumo di risorse limitate, normalmente petrolio o carbone, la cui combustione provoca inquinamento atmosferico a volte molto rilevante;
- la produzione autonoma di energia evita le importazioni, migliora la bilancia dei pagamenti ed evita le esposizioni ad eventi internazionali imprevedibili, dà luogo ad una maggiore stabilità economica;
- normalmente le installazioni di energia rinnovabile sono di potenza non molto elevata e localizzate in maniera sparsa, dando luogo ad uno sviluppo economico esteso che, molte volte, incide su zone depresse;
- in un periodo di crisi la costruzione di centrali di energia rinnovabile può contribuire, in modo abbastanza importante, ad incrementare l'attività economica;
- la durata reale di queste centrali è molto superiore al periodo di ammortamento e ciò presuppone la creazione prolungata di ricchezza.

Inoltre i protocolli internazionali e le direttive comunitarie caldeggiavano lo sviluppo delle energie rinnovabili che al pari del risparmio energetico risultano essere l'unico strumento per ridurre le emissioni di "gas serra" nell'atmosfera, causa dell'intensificarsi di fenomeni catastrofici a scala globale. Per perseguire tale scopo l'Italia entro 2020 dovrà produrre da fonti rinnovabili il 20% dell'energia elettrica che consuma. Ad oggi per il nostro Paese, tale percentuale risulterebbe un obiettivo possibile.

Tra le fonti rinnovabili l'energia eolica è la più pulita, contribuendo sensibilmente alla riduzione delle emissioni di SO₂, NO₂. Inoltre essa è ad un livello nettamente maggiore rispetto alle altre per maturità tecnologica, competitività e affidabilità.

Infatti, lo sviluppo dell'energia fotovoltaica negli ultimi anni è dovuta ad un miglioramento dei rendimenti dei moduli.

La potenza presunta installata in Italia alla fine del 2011 è stata stimata pari a 6.700 MW con una produzione di circa 14000 GWh/anno, ossia il 7 % del totale Europeo dietro solo alla Germania e alla Spagna che insieme rappresentano circa il 50% della produzione totale europea.

L'Italia resta uno dei Paesi con le maggiori potenzialità ancora da sfruttare tale da consentire l'obiettivo della messa in linea con quanto necessario al raggiungimento degli obiettivi dei Protocolli internazionali in materia come il Protocollo di Kyoto.

Una crescita che deve aumentare per arrivare ad ottemperare agli obblighi assunti in tema di rinnovabili. Se non verranno posti in essere altri comportamenti di contrasto alla politica di sviluppo delle fonti pulite, si potrà portare il nostro paese a evitare onerose penali ed a onorare gli impegni di Kyoto.

Inoltre, per quanto riguarda gli impegni comunitari, devono essere installati in Italia entro il 2020 16000 MW, come espresso nel piano di azione nazionale inviato alla commissione europea (impegno da rispettare se si vuole evitare di andare incontro a forti sanzioni).

4.1.1 Emissioni

Attualmente, la quota maggiore per la produzione dell'energia si basa principalmente sull'utilizzazione di fonti fossili non rinnovabili (carbone, petrolio, minerali, ecc.). Oltre alla problematica connessa al consumo ed al conseguente approvvigionamento di tali fonti non rinnovabili, una delle incidenze più importanti che essi presentano è la generazione di residui e di emissioni atmosferiche che stanno inquinando l'ambiente a livello globale.

Negli ultimi anni c'è stata una presa di coscienza da parte dell'opinione pubblica e politica e sempre più un avvicinamento a politiche di Green Energy anche all'interno del nostro territorio. Una linea di impostazione è quella di ridurre e controllare il livello di emissioni e di scorie delle industrie altamente inquinanti e l'altra di dare impulso all'utilizzazione delle fonti energetiche di tipo rinnovabile e con minori effetti ambientali: l'idroelettrica, la geotermica, l'eolica.

Con riferimento all'energia, oggetto di discussione in questo documento ed in particolare in questo progetto, è stata realizzata un'analisi comparativa delle emissioni atmosferiche che si generano producendo l'energia attraverso una centrale termica e quelle evitate attraverso il parco agrivoltaico progettato di cui si sta parlando.

La produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili comporta l'emissione di sostanze inquinanti e di gas serra come già detto precedentemente. Il livello delle emissioni dipende dal combustibile e dalla tecnologia di combustione e controllo dei fumi.

Di seguito riportiamo i valori delle principali emissioni associate alla generazione elettrica mediante combustibili fossili (Fonte ISES Italia):

- CO₂ (anidride carbonica): 483 g/KWh
- SO₂ (anidride solforosa): 1.4 g/KWh
- NO₂ (ossidi di azoto): 1.9 g/KWh

Tra questi gas, il più rilevante è l'anidride carbonica, il cui progressivo incremento potrebbe contribuire ad accelerare l'effetto serra e quindi causare drammatici cambiamenti ambientali.

Questo eviterà l'emissione di una centrale termica equivalente a combustibili fossili di:

- 42.632,78 t/anno di CO₂ (anidride carbonica)
- 123,57 t/anno di SO₂ (anidride solforosa)
- 167,70 t/anno di NO_x (ossidi di azoto).

4.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO NAZIONALE E REGIONALE

Per la realizzazione del presente progetto definitivo si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

Energie rinnovabili:

- D.P.R. 24 maggio 1988, n.203 ("Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884 e 85/203 concernenti norma in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183");
- Legge 9 gennaio 1991, n.9 ("Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali");
- Legge 9 gennaio 1991, n.10 ("Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia");
- Decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 ("Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica");
- 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.G.R. n.24/23 23/04/2008 recante " Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica.
- Decreto Ministeriale 10 settembre 2010 n. 219 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili";
- L.R. 7/08/2009 n.3;

Sentenza della Corte Costituzionale n.224 del 2012 al seguente link:
<http://www.cortecostituzionale.it/actionSchedaPronuncia.do?anno=2012&numero=224>

Sentenza Corte Costituzionale contro LR Sardegna n.25 del 17.12.12 link:
<http://buras.regione.sardegna.it/custom/frontend/viewInsertion.xhtml?insertionId=ea112f85-64c9-4ef2-884e-66aca6a70ef4>

Elettrodotti, linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1175 ("Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici");
- Decreto del Presidente della Repubblica 18 marzo 1965, n. 342 ("Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica");
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 ("Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne");
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 ("Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno");

- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 ("Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59");
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 ("Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"), (G.U. n° 55 del 7 marzo 2001);
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 ("Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"), (GU n° 200 del 29/08/03);
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", 2a Ed
- Norme CEI 11-17, Impianti di produzione, trasmissione, e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norme CEI 11-32, Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria;
- Norme CEI 64-8, Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norme CEI 103-6, Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto;
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Decreto Legislativo 19 novembre 2007, n. 257 – G.U. n. 9 dell' 11 gennaio 2008
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 34/05, Disposizioni in merito alla vendita di energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 281/05, Disposizioni in merito alle modalità di connessioni alle reti con obbligo di connessione di terzi;
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 182/06, Modificazioni della delibera 04/05 in merito ai metodi di rilevazione delle misure di energia per i punti di immissione e prelievo.
- DM 21/03/88 "Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche ed integrazioni.
- Circolare Ministero Ambiente e Tutela del Territorio DSA/2004/25291 del 14/11/04 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto;
- DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- D.M.LL.PP 21/03/88 n° 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne",
- D.M.LL.PP 16/01/91 n° 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne",
- D.M.LL.PP. 05/08/98 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche esterne",
- Artt. 95 e 97 del D.Lgs n° 259 del 01/08/03,
- Circolare Ministeriale n. DCST/3/2/7900/42285/2940 del 18/02/82 "Protezione delle linee di telecomunicazione per perturbazioni esterne di natura elettrica – Aggiornamento delle Circolari del Mini. P.T. LCI/43505/3200 del 08/01/68,
- Circolare "Prescrizione per gli impianti di telecomunicazione allacciati alla rete pubblica, installati nelle cabine, stazioni e centrali elettriche AT", trasmessa con nota Ministeriale n. LCI/U2/2/71571/SI del 13/03/73,

- CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici,
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne,
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata,
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI EN 50110-1-2 esercizio degli impianti elettrici,
- CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
- CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
- CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione
- CEI 11-32 V1 Impianti di produzione eolica, telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto,
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", 1° Ed.;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)", 1a Ed.
- Delibera AEEG 168/03 Condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79,
- Delibera AEEG 05/04 Intimazione alle imprese distributrici ad adempiere alle disposizioni in materia di servizio di misura dell'energia elettrica in corrispondenza dei punti di immissione di cui all'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 30 gennaio 2004, n. 5/04,
- Delibera AEEG ARG/elt 98/08 Verifica del Codice di trasmissione e di dispacciamento in materia di condizioni per la gestione della produzione di energia elettrica da fonte eolica,
- Delibera AEEG ARG/elt 99/08 Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA),
- Delibera AEEG ARG/elt 04/10 Procedura per il miglioramento della prevedibilità delle immissioni dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili relativamente alle unità di produzione non rilevanti,
- Delibera AEEG ARG/elt 05/10 "Condizioni per il dispacciamento dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili non programmabili",
- Codice di Rete TERNA.

Opere civili e sicurezza - Criteri generali:

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 ("Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica");
- D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 ("Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche");

- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ("Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi");

Opere civili e sicurezza - Zone sismiche:

- 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");
- Ordinanza 3431 Presidenza del Consiglio dei Ministri del 03.05.2005 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- D.M. 17/01/2018 ("Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018")

Opere civili e sicurezza: Terreni e fondazioni

- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 ("Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e successive istruzioni);
- D.M. 17/01/2018 ("Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018")
- Circolare esplicativa C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 ("Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018")

Opere civili e sicurezza: Norme tecniche

- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Norme tecniche n. 78 del 28 luglio 1980, Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Norme Tecniche n° 90 del 15 aprile 1983;
- D.M. 05/11/2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e successive modifiche e integrazioni (D.M. 22/04/2004).
- D.M. 19/04/2006 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.
- D.M. 17 Gennaio 2018 ("Norme tecniche per le costruzioni NTC 2018");

Opere civili e sicurezza: Sicurezza nei luoghi di lavoro

- D.Leg. 494/1996 ("Attuazione delle direttive 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili");
- D.Leg. 528/1999 ("Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n° 494 recante attuazione delle direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili");
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 ("Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro") e ss.mm.ii.;

4.3 ELENCO DELLE AUTORIZZAZIONI, NULLA OSTA, PARERI COMUNQUE DENOMINATI E DEGLI ENTI COMPETENTI PER IL LORO RILASCIO

L'elenco degli Enti competenti preposti a rilasciare il proprio parere di competenza di conformità alla normativa vigente sono:

- ✓ Assessorato Regionale dell'Ambiente – Servizio SAVI, via Roma, 80 09123 Cagliari;
- ✓ Assessorato Regionale dell'Industria - Servizio energia – Regione Sardegna, V.le Trento, 69 09123 Cagliari;
- ✓ Assessorato Regionale Enti Locali, Finanze e Urbanistica – Servizio tutela paesaggistica, settore pianificazione: V.le Trieste, 186 - 09123 Cagliari;
- ✓ Comune di Chiaramonti;
- ✓ Comune di Martis;
- ✓ Comune di Erula;
- ✓ Comune di Tula;
- ✓ Provincia di Sassari 07100 Piazza d'Italia;
- ✓ Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente: ARPAS Dipartimento di Sassari: via Rockefeller 58/60 07100 Sassari;
- ✓ Corpo Forestale di Vigilanza Ambientale – Ispettorato ripartimentale: Via Dante -07100 Sassari;
- ✓ Ministero dello sviluppo economico – Dipartimento delle Comunicazioni, Viale America, 201 00144 Roma.
- ✓ Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Sassari e Nuoro - Piazza Sant'Agostino, n. 2 07100 – Sassari (SS);
- ✓ Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Sassari - Piazza Conte Di Moriana, 1 - 07100 Sassari (SS);
- ✓ Assessorato Regionale Lavori Pubblici – Servizio del genio civile di Sassari: Via Diaz 26 – 07100 Sassari;
- ✓ Direzione generale dell'Agenzia regionale del Distretto Idrografico, Via Mameli n. 88 - (1° piano), 09123 Cagliari;
- ✓ ATS Sardegna - Azienda Tutela Salute Direzione Area Socio Sanitaria Locale (ASSL) Sassari Piazza Fiume 07100 Sassari;
- ✓ Agenzia del territorio di Sassari: Piazza Falcone – 07100 Sassari;
- ✓ Ente foreste della Sardegna, Servizio Territoriale di Sassari: Via Roma 07100 Sassari;
- ✓ Enac, Viale Castro Pretorio, 118, 00185 Roma;
- ✓ Enav S.p.A., Via Salaria, 716, 00138 Roma;
- ✓ Ministero della Difesa Esercito Italiano, Via Palestro 34, 00185 Roma;
- ✓ Comando Militare Autonomo Sardegna, Via Torino 21, 09124 Cagliari;
- ✓ Comando Militare marittimo Autonomo Sardegna, Piazza Marinai d'Italia s.n., 09125 Cagliari;
- ✓ Abbanoa S.p.a. , Via Is Molinus, Guspini, Vs 09036;

- ✓ Autorità di Bacino Regionale della Sardegna, Via Mameli 88 (1° piano), 09123 Cagliari;
- ✓ Terna S.p.A. - Rete Elettrica Nazionale, Viale Egidio Galbani, 70 – 00156 Roma;
- ✓ Anas S.p.A., Via Monzambano 10, 00185 Roma ;
- ✓ ENEL Distribuzione SpA, Vl. Reg. Margherita 137, 00198 Roma;
- ✓ Ministero della Difesa - Direzione Generale dei Lavori e del Demanio; Piazza della Marina 4, 00196 Roma.
- ✓ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - Via Cristoforo Colombo, 44 Roma.

5. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMBIENTALE

Il parco agrivoltaico si trova all'interno di un'area della superficie pari a 84,41 ha, di cui ca. 26,62 ha per l'installazione del campo fotovoltaico con una potenza nominale pari a 39,2 MWp da realizzare in regime agrivoltaico nei territori comunali di Martis e Chiaramonti. Le opere di connessione saranno caratterizzate da cavi in MT posati su cavidotto interrato dello sviluppo di circa 12 km fino alla stazione AT/MT in progetto, sita nel Comune di Tula, ricadente in zone E agricola dello strumento urbanistico vigente.

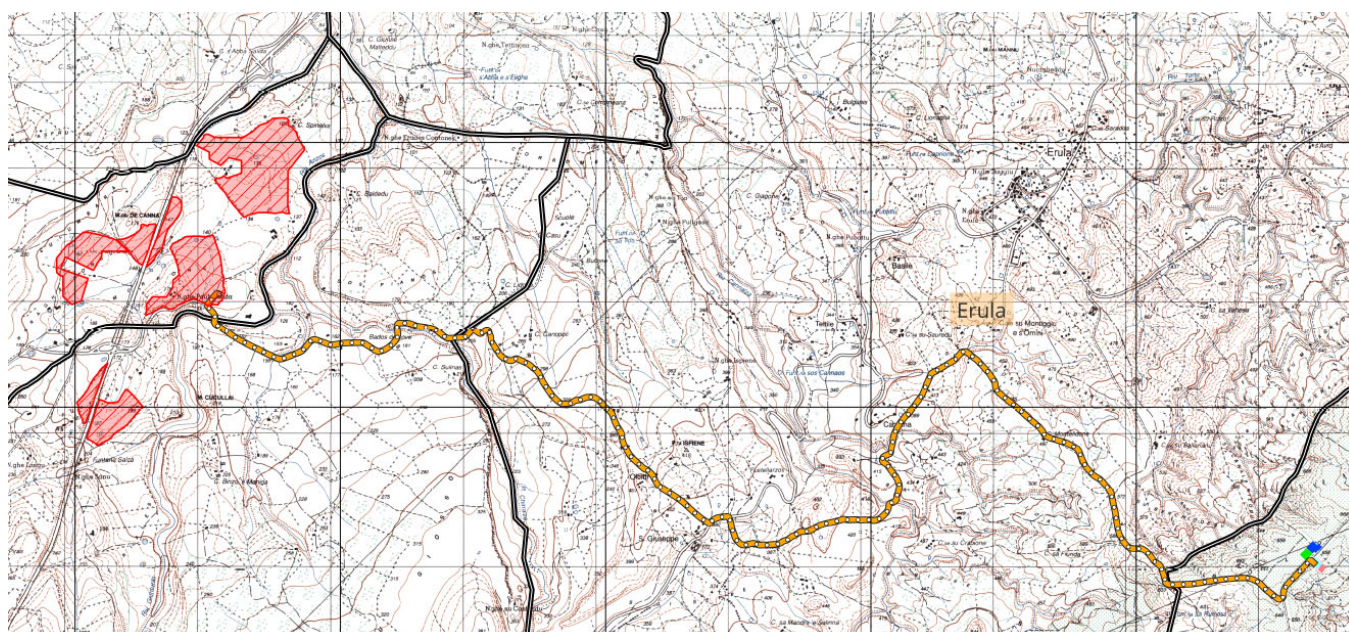


Figura 1 Identificazione area di pertinenza su base IGM

Lo studio delle componenti del paesaggio è stato effettuato analizzando la pianificazione di livello territoriale esistente (Piano Paesaggistico Regionale), la vincolistica ambientale e paesaggistica e mediante rilievi in campo. L'analisi delle componenti di paesaggio prese in esame seguono i criteri tracciati dal PPR approvato con legge regionale n.8 del 25 novembre 2004.

L'area in esame è esclusa dagli ambiti paesaggistici costieri approvati con L.R. N.8 - 2004 le cui disposizioni sono immediatamente efficaci per i territori comunali in tutto o in parte ricompresi negli ambiti di paesaggio costiero di cui all'art. 14 delle NTA - **art.4 NTA- Efficacia del PPR e ambito di applicazione**; lo stesso articolo 4 delle NTA dispone che *I*

beni paesaggistici ed i beni identitari individuati e tipizzati ai sensi degli articoli successivi sono comunque soggetti alla disciplina del P.P.R., indipendentemente dalla loro localizzazione negli ambiti di paesaggio di cui all'art. 14.

La cartografia dell'assetto ambientale del PPR è stata redatta a livello territoriale con zoom in scala 1:25.000. La revisione effettuata per il presente studio è stata effettuata mediante fotointerpretazione sulla base delle ortofoto del 2013 con zoom in scala 1:5.000, l'ausilio di google heart (ortofoto 2017) e mediante indagini in campo. Di seguito vengono descritti i beni paesaggistici ambientali presenti nel territorio oggetto di indagine.

5.1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

5.1.1 DATI DI PROGETTO

Nella seguente tabella sono riassunti i dati generali del progetto.

• SOGGETTO	• DESCRIZIONE
• Richiedente	• LUCE MARTIS S.R.L.
• Luogo di installazione:	• Comune di Martis e Chiaramonti (SS)
• Denominazione impianto:	• 19185 - MARTIS
• Dati catastali area impianto in progetto:	• Comune di CHIARAMONTI (SS) • - foglio 3 - p. lle 6, 13, 119/b. • Comune di MARTIS (SS) • - foglio 13 - p. lle 31, 32, 33, 37, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 75, 76, 82, 84, 91, 92, 101, 124.
• Potenza di picco (MWp):	• 47,855 MWp
• Informazioni generali del sito:	• Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto
• Connessione:	• Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI

• Tipo strutture di sostegno:	• Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Trackers monoassiali
• Inclinazione piano dei moduli:	• -55° +55°
• Azimuth di installazione:	• 0°
• Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	• I PUC dei Comuni di Martis e Chiaramonti collocano le aree interessate dall'impianto fotovoltaico e dalle opere di progetto in zone "E" con vocazione d'uso agricolo
• Cabine PS:	• n.17 distribuite nell'area del campo fotovoltaico
• Posizione cabina elettrica di interfaccia:	• n.1 posizionata internamente all'impianto
• Rete di collegamento:	• Alta Tensione – 150 kV da Stazione di Utenza di nuova realizzazione
• Coordinate:	• 40° 47' 05" N • 08° 52' 14.8" E • Altitudine media 295 m s.l.m.

5.1.2 DATI GEOGRAFICI DEL SITO

L'area in esame è individuata nella regione storica dell'Anglona, nella zona settentrionale della Sardegna; il parco agrivoltaico in progetto è ubicato in comune di Chiaramonti e Martis, su un terreno agricolo posto a quota media di 295cm s.l.m., adiacente alla Strada Statale Sassari Tempio SS672

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

- Comune di CHIARAMONTI (SS)
- foglio 3 - p. lle 6, 13, 119/b.
- Comune di MARTIS (SS)
- foglio 13 - p. lle 31, 32, 33, 37, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 75, 76, 82, 84, 91, 92, 101, 124.

5.1.3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

5.1.3.1 INSTALLAZIONE E GESTIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Dal combinato delle formulazioni delle norme di settore, si può ricavare dunque una prima definizione di agrivoltaico che prende atto dall'intervenuta trasformazione del fotovoltaico tradizionale al preciso scopo di conciliare produzione di energia solare/produzione agricola/tutela del territorio, delineandosi così quel sistema integrato tra fotovoltaico e agricoltura caratterizzato dal doppio uso del suolo, che presenta sinergie tra la fotosintesi e l'effetto fotovoltaico, segna la distanza dai classici impianti FV a terra, da ritenere superati quando sottraggono terreno alle colture agricole, agli allevamenti e per l'impatto paesaggistico che ne consegue.

Tramite il progetto in oggetto, essendo eseguito in regime agrivoltaico, verranno rispettati i seguenti obiettivi:

- ridurre l'occupazione di suolo, avendo previsto moduli ad alta potenza e strutture ad inseguimento monoassiale (inseguitore di rotolamento). La struttura ad inseguimento, diversamente delle tradizionali strutture fisse, permette di coltivare parte dell'area occupata dai moduli fotovoltaici;
- svolgere l'attività di coltivazione tra le interfile dei moduli fotovoltaici, avvalendosi di mezzi meccanici (essendo lo spazio tra le strutture molto elevato);
- installare una fascia arborea perimetrale, facilmente coltivabile con mezzi meccanici ed avente anche una funzione di mitigazione visiva;
- riqualificare pienamente le aree in cui insisterà l'impianto, sia perché le lavorazioni agricole saranno attuate permetteranno ai terreni di riacquisire le piene capacità produttive, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie);
- ricavare una buona redditività sia dall'attività di produzione di energia che dall'attività di coltivazione agricola

Nel caso in esame, le strutture sono posizionate in modo tale da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 9,60 m in modo da consentire la coltivazione tra le interfile e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento, così da assicurare una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico e la massimizzazione dell'uso agronomico del suolo coinvolto. L'impianto fotovoltaico sarà tecnicamente connesso mediante un cavidotto interrato in MT a 36 kV di lunghezza pari a ca. 12 km con tracciato massimamente su strada pubblica, che giungerà ad una centrale, di nuova connessione, la STMG, formalmente accettata dalla Società, prevede che l'impianto venga collegata in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 150 kV della RTN denominata "Tula" (previsto da Piano di Sviluppo Terna).

L'impianto in oggetto, si estenderà su una superficie catastale pari a 84,41 ha, la scelta di sfruttare l'energia solare per la produzione di energia elettrica, utilizzando la configurazione di agrivoltaico, consente di coniugare le esigenze energetiche da fonte energetica rinnovabile con quelle di minimizzazione della copertura del suolo, allorché tutte le aree lasciate libere dalle opere saranno rese disponibili per fini agronomici.

Per ottimizzare tale integrazione sono stati presi in considerazione diversi aspetti legati all'ambiente agrario e alle caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico tra cui:

- disamina delle coltivazioni prevalenti praticate nell'area di progetto e limitrofe;
- necessità di meccanizzazione delle principali operazioni colturali;
- necessità di limitare le lavorazioni del terreno realizzando per lo più colture foraggere poliennali;
- giacitura e natura dei terreni oggetto di intervento;
- caratteristiche pedologiche dei terreni;
- possibilità di effettuare interventi di irrigazione;
- presenza o meno di colture di pregio già praticate nell'area vasta di progetto;
- dimensioni e ingombri dei pannelli fotovoltaici (altezza min: 0,50 m - altezza max: 4,54 m - rispetto al piano di campagna/calpestio);
- presenza di un'azienda agricola di produzione di latte nell'area di intervento;
- qualità e tipicità delle produzioni agricole;
- presenza di una filiera produttiva e commerciale;
- redditività e sostenibilità ambientale.

L'impianto fotovoltaico è costituito dai seguenti componenti:

n.1 punto di consegna in stallo predisposto all'interno di nuova Stazione Elettrica, contenente le apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale di scambio; questa parte progettuale sarà evidenziata in apposite tavole dettagliate.

n.1 STEP UP 30/150kV, in area posta a circa 12 Km alla stazione elettrica denominata "Tula", formato da un gruppo di trasformazione per innalzare la tensione da 30 a 150 kV.

n.1 cabina generale MT a 30kV, posizionata all'interno dell'impianto. All'interno della cabina, sarà presente il QMT contenente i principali dispositivi necessari per il funzionamento dell'impianto, ovvero: sistema di protezione generale (SPG), protezione di interfaccia (PI), n.4 dispositivi di interfaccia (DDI), apparati SCADA e telecontrollo ed il Controllore Centrale dell'Impianto (come previsto dalla norma CEI 0-16 del 03/2022).

n. 17 Power Station (PS) o cabine di campo, collegate su due rami radiali, aventi la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 800 V a media tensione (MT) 30.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla cabina generale MT;

n. 196 inverter di campo da 200 kW dotati di nove MPPT separati e due ingressi per ogni MPPT in parallelo. La tensione di uscita a 800Vac ed un isolamento a 1.500Vdc consentono di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule. Il numero degli apparecchi e la loro suddivisione in 18 ingressi consentono la gestione ed il monitoraggio delle 3.136 stringhe (ognuna con 28 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.

n.87.808 moduli fotovoltaici installati su apposite strutture metalliche di sostegno dei tracker, a loro volta infissi nel terreno;

n. 1462 tracker monoassiali +- 55° in grado di orientare 28+28 pannelli fotovoltaici;

n 212 tracker monoassiali +-55° in grado di orientare stringhe da 14+14 pannelli.

L'impianto alimenterà i carichi ausiliari (quadri di alimentazione, illuminazione, rete trasmissione dati, ecc.) tramite una porzione dell'energia prodotta dallo stesso, in alternativa potrà prelevarne dalla rete esterna. In mancanza di alimentazione dalla rete, i carichi elettrici privilegiati verranno alimentati da un generatore di emergenza, rappresentato da un generatore diesel.

Tutti i manufatti necessari per il funzionamento e la manutenzione dell'impianto, saranno realizzati con container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso.

Per dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda all'elaborato specifico.

Di seguito si riporta uno schema che evidenzia la coerenza dell'impianto agrivoltaico "19185-Martis" con le indicazioni presenti nelle Linee Guida nazionali sugli impianti agrovoltai, considerando una porzione di terreno destinata alla coltivazione al di sotto dei pannelli di estensione pari a 1 m a destra e a sinistra degli stessi.

Tabella 1 Calcolo e verifica parametri linee guida agrivoltaico

N Stringhe	1462	212
Lunghezza stringhe	32,65	16,308
Larghezza stringhe (sup. non coltivabile)	4,714	4,714
Area stringhe	153,9121	76,87591
Sub1	241317,18	m2
Superficie totale ingombro impianto agrivoltaico (Spv)	241317,18	m2
Spazio tra stringhe	2,526704	m2
N Spazi	1674	
Sub2	4229,70	m2
Cabine	20	m2
N Cabine	15	

Area tecnica	2390	
Sub 3	2690,00	m2
Strada Lungh	6110	m
Strada Largh	3	m
Sub 4	18330,00	m2

Superficie occupata totale	266566,89	m2
Superficie totale del fondo agricolo	844113,00	m2
Superficie coltivabile sotto i pannelli (1m per lato)	102383,19	m2
Superficie agricola coltivabile	679929,31	m2
0,7x Stot =	590879,10	m2
LAOR= Sup. Tot. Ingombro impianto agrivolt (Spv)/ Sup. Tot. del fondo agricolo (S tot)	0,29	
Superficie agricola > 0,7 x S.tot	80,55%	
LAOR ≤ 40%	29%	

L'impianto agrivoltaico "19185-Martis" consta di una superficie coltivabile pari a 782.312,5mq, corrispondente a circa il 92 % di tutta l'area di singolo impianto.

Come indicato dalle Linee Guida nazionali e come richiamato dalla Legge 108/2021, in entrambi gli impianti agrovoltai ci è garantita la continuità dell'attività agricola dell'area in oggetto in quanto più del 70 % della superficie disponibile è destinata alla coltivazione, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole. È prevista, inoltre, la piantumazione di specie autoctone, come ad esempio l'olivo.

5.1.3.2 STIMA DELLE PRODUZIONI AGRONOMICHE OTTENIBILI DALLE AREE OCCUPATE DALL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Dal punto di vista agronomico, il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrivoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere rimesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Al fine di raggiungere l'obiettivo e migliorare l'intera superficie attualmente destinata a coltivazioni foraggere avvicendate in asciutto e pascolo, migliorandole mediante avvicendamento in superfici a "prato pascolo polifita poliennale".

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine da renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita poliennale.

Il prato pascolo polifita poliennale rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando allo stesso tempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica.

Le superfici a prato-pascolo sono ordinariamente sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (ovi-caprino o bovino).

Questa forma gestionale è compatibile con il progetto proposto in quanto il terreno effettivamente non utilizzabile per le coltivazioni in quanto occupato dalle opere infrastrutturali inerenti all'impianto agrivoltaico, risulterà pari a circa il 19% dell'intera superficie e pertanto risulterà utilizzabile per la coltivazione a prato-pascolo migliorato e seminativi per una superficie pari a 67,99 ettari, con una distribuzione di circa 30 ettari a seminativi e circa 37 ettari a prato polifita poliennale con rotazioni pari a circa 5-7 anni

Pertanto l'obiettivo è migliorare anche il livello di fertilità "naturale" del suolo delle superfici attualmente sottoposte quasi esclusivamente a seminativi da oltre 30 anni

Non ultimo anche le aree fino a 1 metro sotto la proiezione al suolo dei pannelli saranno comunque destinate alla coltivazione e al pascolo ovino.

L'azione di miglioramento diretta della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali. Da un lato, nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare (insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per l'ottenimento del prato permanente polifita poliennale si privilegeranno le leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, le stesse in grado di immobilizzare l'azoto atmosferico nel suolo a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee.

In particolare, si provvederà all'inserimento tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda *Trifolium subterraneum* capace oltretutto di autoriseminarsi e che, possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento.

Dall'altro lato, durante il mese di ottobre/novembre e degli altri mesi invernali, le porzioni di cotico erboso che, dopo la raccolta del fieno avvenuta a maggio saranno ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini. Verranno evitati in modo tassativo condizioni di sovra pascolamento.

Quanto in programma di attuare nella gestione agronomica, ci fa capire che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo, come è comprensibile, un miglioramento agronomico della superficie agricola.

Infatti, il valore nutrizionale di un fieno di prato migliorato e bilanciato nella composizione floristica, ricco di essenze leguminose che apportano un notevole miglioramento al valore proteico del fieno, ne fanno aumentare notevolmente il valore nutrizionale.

Pertanto, al netto delle superfici che non sono direttamente utilizzabili come prato migliorato, in quanto occupate dalle infrastrutture, considerata la produzione unitaria espressa in U.F del prato migliorato, si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento in fase di esercizio:

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
Prato pascolo polifita migliorato	37.00.00	2.240	82.880
Coltivazioni foraggere avvicendate in asciutto	30.00.00	1.400	42000
TOTALE			124.880

Tabella 2– Riepilogo delle UF producibili

Il valore agronomico del terreno, secondo l'indice proposto viene incrementato di circa il 10%.

A titolo esemplificativo, considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F/anno, potenzialmente nei terreni potrebbero essere allevati 390 capi ovini.

TIPOLOGIA	Ettari	PS (valori da tabella RICA)	PST
Prato pascolo polifita migliorato	37.00.00	€ 360	€ 13.320,00
Coltivazioni foraggere avvicendate in asciutto	30.00.00	€ 222,00	€ 6.660,00
TOTALE			19.980,00

Tabella 3 – Riepilogo delle PST ottenibili

Pertanto, in seguito alle migliorie derivanti dalle azioni proposte, il valore medio complessivo della produzione agricola registrata sull'area ovvero i valori della produzione standard secondo le tabelle RICA per la Regione Sardegna sarà pari a €. 19.980,00.

La produzione Standard Totale (PST) viene incrementata di circa il 10%

Si evidenzia, infine, ma non certo per ordine di importanza, che la presenza di un cotico erboso continuativo durante tutto l'anno consente di garantire la carrabilità della superficie senza che la struttura del terreno possa essere danneggiata.

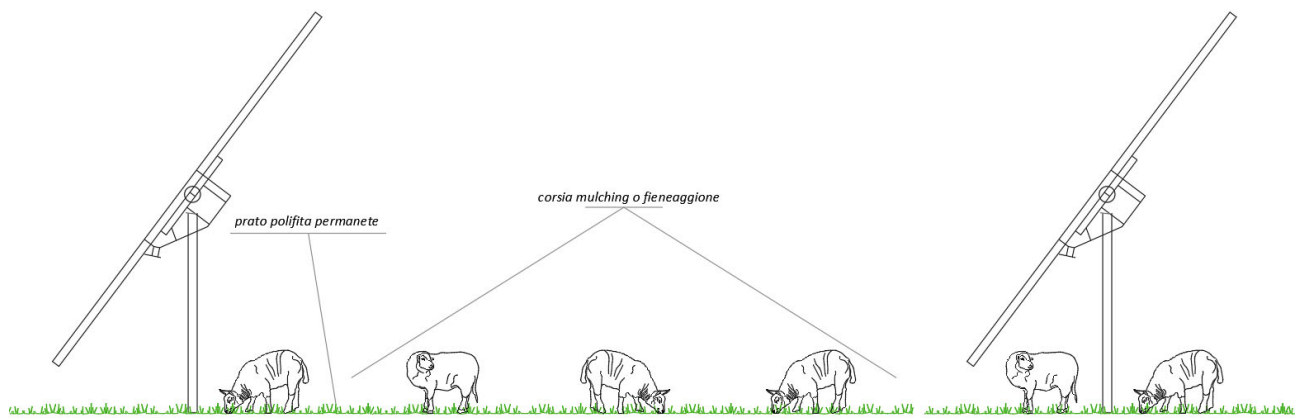


Figura 2 - Particolare esemplificativo del pascolamento

L'importanza del prato pascolo migliorato permanente è legata a due principali fattori: biodiversità e cambiamento climatico. Il prato polifita come quello proposto rappresenta uno tra gli agroecosistemi a più alta biodiversità, per la presenza di numerose specie vegetali e soprattutto animali in cui, a partire dagli artropodi, trovano rifugio e risorse alimentari. Allo stesso tempo, il mantenimento di un prato stabile contribuisce al sequestro del carbonio e di conseguenza a contrastare il cambiamento climatico. Infatti, molti studi dimostrano che superfici di suolo non coltivate in maniera tradizionale e mantenute a prato stabile consentono un sequestro del carbonio pari a oltre 1.740 g/m².

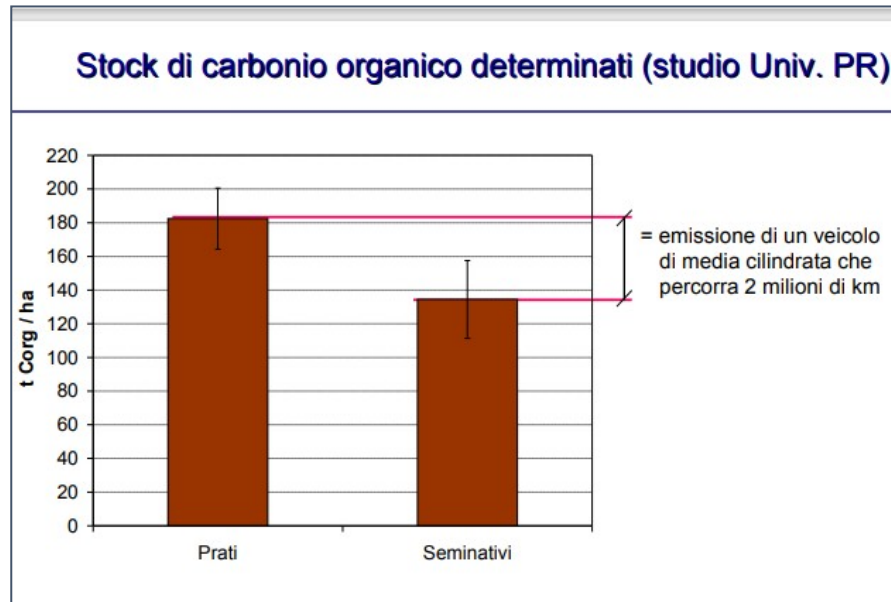


Figura 3 - Stock di carbonio organico determinati (fonte studio Univ. PR)

Tale pratica viene definita *Carbon Farming* e l'Unione Europea sta già pensando a sistemi di incentivazione attraverso un quadro normativo per la certificazione degli assorbimenti di carbonio basato su una

contabilizzazione del carbonio solida e trasparente al fine di monitorare e verificare l'autenticità degli assorbimenti.

Due volte l'anno, la vegetazione erbacea che cresce sotto i pannelli sarà sfalcata e sminuzzata avendo cura di non lasciare nudo il suolo, con mezzi meccanici senza l'utilizzo di diserbanti chimici, i residui vegetali triturati saranno lasciati sul terreno con l'utilizzo della tecnica del "Mulching" in modo da mantenere uno strato di materia organica sulla superficie pedologica, tale da conferire nutrienti e mantenere un buon grado di umidità, senza utilizzo di risorsa idrica aggiuntiva ad esclusione di quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici, che sarà emunta dai pozzi artesiani e freatici esistenti, contribuendo in tal modo ad attenuare i processi di desertificazione in atto. Si deve inoltre considerare che: sebbene i pannelli creino ombra per le colture, le piante richiedono solo una frazione della luce solare incidente per raggiungere il loro tasso massimo di fotosintesi. Troppa luce solare ostacola la crescita del raccolto e può causare danni. La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di diventare più frequenti con i cambiamenti climatici, inoltre l'ombra fornita dai pannelli solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo, particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi, privi, come nel caso di specie, della possibilità di utilizzare per tutte le superfici coinvolte irrigazioni artificiali.

A seconda del livello di ombreggiamento, è stato osservato un risparmio idrico del 14-29%. Lo dimostrano i primi test fatti in una prova sperimentale da Enel Green Power (Egp), in team con l'Università degli Studi di Napoli Federico II e con Novamont.

L'esperimento è in corso, iniziato a gennaio 2022, in Grecia, a Kourtesi, un paesino rurale nel Sud del Paese. I primi risultati sono stati presentati di recente alla Conferenza Mondiale per la Conversione dell'Energia Fotovoltaica (Wcpec-8) che si è tenuta a Milano, coordinata da Alessandra Scognamiglio, ricercatrice di Enea. Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate afose.

Si segnala inoltre che la previsione del pascolamento turnato delle superfici ha un importante risvolto per il rilascio diretto in campo delle feci del bestiame.

Questo aspetto da un lato contribuisce all'apporto di sostanza organica nel terreno, dall'altro limita la gestione dei quantitativi di reflui zootecnici prodotti in stalla il tutto a beneficio della migliore sostenibilità ambientale.

5.1.3.3 INTERVENTI CULTURALI PER LA REALIZZAZIONE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA POLIENNALE

Al fine di consentire il raggiungimento degli obiettivi di incremento del valore agronomico dei terreni, favorire il totale ripristino e conseguente miglioramento del suolo agrario, mitigando anche la potenziale alterazione del microclima e nel contempo prevenendo fenomeni di erosione e deterioramento del suolo, si intende procedere prima della posa dei pannelli FTV con la coltivazione delle superfici a prato pascolo polifita. A tal fine prima della semina dovranno essere attuate una tantum le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni.

Spietramento dei terreni mediante andanatore di sassi e macchina raccogli sassi;

Realizzazione di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche;

Realizzazione di livellamento superficiale;

Concimazione di fondo con concimi organo minerali + micro elementi a lenta cessione del tipo protetto;

Aratura superficiale;

Semina, erpicatura e rullatura.

Le operazioni descritte consentiranno di avere una superficie perfettamente idonea alle successive fasi di posa dei moduli fotovoltaici che verranno installati mediante fissaggio al terreno con sistema a battipalo senza la necessità di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina lo *status quo ante* del terreno agrario.

5.1.3.4 LAVORAZIONI AGRONOMICHE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA

Le operazioni di coltivazione del prato sono riconducibili all'insieme dei lavori agricoli necessari per il corretto ottenimento del prodotto agricolo costituito dal fieno di prato migliorato.

Le operazioni colturali previste distribuite nel corso dell'anno sono le seguenti:

Mese	Operazione colturale	Descrizione
Maggio/Giugno	Fienagione	Trattore con falciatrice, falciatrice semovente; pressatura fieno, raccolta fieno
Maggio	Trinciatura	Pulizia sotto la proiezione a terra dei pannelli, ove non è possibile operare la fienaggione con trincia meccaniche o decespugliatore manuale (in corrispondenza dei pali di sostegno dei tracker);
Ottobre	Trinciatura	Trinciatura meccanica e/o manuale della superficie a prato migliorato
Novembre	Concimazione (in caso di carenze manifeste)	Distribuzione di copertura di concimi organo-minerali con ausilio di trattore e spandiconcime
Dicembre	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Gennaio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Febbraio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Marzo	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Aprile	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti

Tabella 4 – Riepilogo delle lavorazioni agronomiche

Con cadenza pluriennale si faranno delle operazioni di trasemina e/o semina su sodo (sod seeding), degli arieggiamenti ove necessari.

L'azione di miglioramento diretta della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali. Da un lato, nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare (insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per l'ottenimento del prato permanente polifita si sceglieranno uno specifico miscuglio composto da leguminose e graminacee perenni che consente un uso per tagli e per pascolo. In linea generale il miscuglio sarà composto per il 60% da leguminose e per il 40% da graminacee.

Il miscuglio nelle singole specie (Es Trifolium, Lolium, Vicia, Avena, Tricolsegale, etc scaturirà dalla verifica dei parametri caratterizzanti il contesto di intervento e principalmente: ph, struttura del terreno, disponibilità idrica.

In particolare si ricorrerà all'uso di miscugli che sono sottoposti a conciatura con rizobi specifici alle caratteristiche chimico-fisiche riscontrate dal monitoraggio pedologico (cfr. par. 3.4).

Un ruolo fondamentale per gli obiettivi agronomici di medio e lungo periodo lo svolgeranno le leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, l'azoto atmosferico nel suolo, a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee (consociazione).



Figura 4 – Particolare dei noduli radicali causati dai rizobi su trifoglio (fonte fertiprado)

In particolare si provvederà all'inserimento di miscugli tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda, il trifolium subterraneum capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente", ad arrestare l'erosione superficiale.

Il programma di gestione agronomica vuole evidenziare che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà, consentendo come è comprensibile un miglioramento agronomico e ambientale della superficie in oggetto.

In particolare il prato permanente aumenta la dotazione di acidi organici e altre sostanze (essudati) emesse dalle radici che portano ad un miglioramento della disponibilità e assorbimento di molti elementi minerali. Per questo motivo, nella realtà pratica, nell'inerbimento permanente si osserva una migliore resistenza delle piante a fenomeni di clorosi semplicemente passando dalla lavorazione al mantenimento del cotico erboso.

I sinergici benefici della corretta attuazione e gestione agronomica della coltivazione del prato pascolo polifita permanente, porterà all'incremento della sostanza organica, esemplificata dall'immagine seguente.



Figura 5 – Raffronto schematico prato pascolo polifita Vs seminativo (fonte fertiprado)

Si evidenzia infine, ma non certo per ordine di importanza che la presenza di un cotico erboso continuativo durante tutto l'anno consente di garantire la carrabilità della superficie senza che la struttura del terreno possa essere danneggiata.

Il pascolamento ovino contribuirà a rendere più puntuale l'utilizzo della biomassa foraggera, anche nelle aree più prossime alle infrastrutture portanti dei pannelli.

Inoltre il rilascio delle feci ovine contribuirà all'apporto del mulching, che contribuirà all'aumento della dotazione in sostanza organica del terreno.

Infine la coltivazione del prato pascolo polifita in ragione del basso livello di meccanizzazione in fase di gestione, contribuirà direttamente alla sostenibilità ambientale della gestione dei terreni riportati ad uno stato di produttività agricola.

Si prevede, inoltre, con il fine di ricreare la massima naturalità del sito di intervento e contemporaneamente di implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, di realizzare una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da olivo gentile (*Olea europaea*).

La fascia tampone e di mitigazione visiva sarà impiantata lungo i confini perimetrali dei singoli lotti dell'impianto agrivoltaico e avrà la funzione, come prima accennato, oltre che di mitigare e minimizzare l'impatto visivo dell'impianto stesso anche di ospitare, costituire rifugio e fornire risorse trofiche per la fauna selvatica eventualmente presente nel territorio.

I confini perimetrali dell'impianto verranno inoltre delimitati da una recinzione metallica, recinzione che sarà posizionata ad una altezza da terra di circa 20/30 cm, e dotata, in ogni caso, di un numero adeguato di ponti ecologici, di dimensioni e conformazione adeguata, proprio per consentire alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi di potersi spostare tranquillamente anche all'interno dell'impianto.

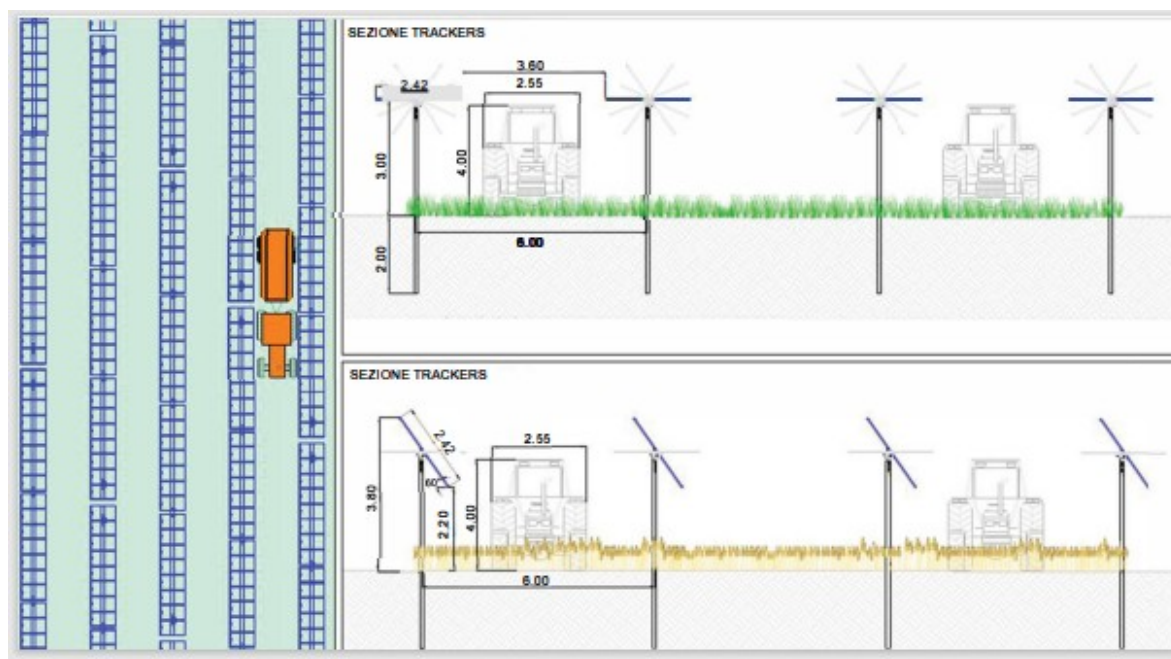


Figura 6 – Sezione Tracker utilizzato (adeguare a particolare specifico)

Di seguito sono riportate le specifiche tecniche dei macchinari agricoli utilizzati per la gestione delle superfici all'interno dell'impianto agrovoltaico

TRATTORI 6M A TELAIO CORTO



← 2250 mm* →



← 2400 mm →
← 4327 mm →

2763 mm**

* Con pneumatici anteriori 320/85R24 e pneumatici posteriori 420/85 R30
 ** Dimensione degli pneumatici posteriori: 420/85 R30.
 Con sospensione della cabina (altezza senza sospensione della cabina: 2713 mm)

5750 KG***

Figura 7 – Specifiche tecniche del trattore 6M a telaio corto

**Mini-rotoimballatrici
MOTORIZZATE**

MOUNTAINPRESS 550 TML

È un'imballatrice che può essere **collegata posteriormente a qualsiasi trattore, anche non fornita di PTO (presa di potenza)**.
MOUNTAINPRESS 550 TML è dotata di un motore termico da 10,0 kW (13,5 HP) ad avviamento elettrico, che permette di raccogliere, imballare, legare e scaricare le balle prodotte senza richiedere alla trattore alcuna potenza termica o idraulica supplementare. Tutti i comandi sono azionabili dal posto di guida. Un segnale acustico avverte l'operatore dell'avvenuta formazione della palla.
Accensione, legatura, apertura e chiusura della camera di pressione vengono azionate con una pulsantiera elettrica.
MOUNTAINPRESS 550 TML, grazie a una massa estremamente ridotta e ad un ottimo bilanciamento, può essere collegata posteriormente a mezzi quali ATV, QUAD, ESCAVATORI, CINGOLATI, GOLF CAR, ecc.

MOUNTAINPRESS 550 TML

DATI TECNICI

Lunghezza	1.950 - 2.250 mm
Larghezza	1.450 - 1.700 mm
Altezza	1.150 mm
Peso	430 kg
Produzione oraria balle	50 - 80
Raccoglitore	700 mm
Pneumatici	18,5 x 8,50/8" PR 6
Potenza motore termico	10,0 kW

EQUIPAGGIAMENTI DI SERIE

Fari • Legatura a rete • Contatore balle • Segnale acustico di formazione palla • Tenditori automatici per catene • Frizione salva catene • Timone regolabile in altezza e lunghezza • Pulsantiera elettrica per legatura, sollevamento del pick-up, apertura della camera, accensione e spegnimento del motore.

OPTIONAL

- Ruote rastrematrici
- Lubrificazione automatica delle catene.




Figura 8 - Specifiche tecniche della Mini-rotoimballatrice 550TML



Figura 9 – Immagine della falciatrice anteriore e larghezze delle andane realizzabili

5.1.3.5 IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

Gli impatti sulle componenti suolo e sottosuolo sono legati a potenziali alterazioni delle caratteristiche pedologiche nel corso del tempo dovute alle attività di installazione dell'impianto (scavi per realizzare cavidotti e viabilità e dagli scotichi e livellamenti del terreno) e alla potenziale contaminazione dovuta ad incidenti. Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche delle aree prima dell'installazione dei moduli, sarà predisposto uno specifico studio, mirato alla classificazione della capacità d'uso dei suoli interessati dall'impianto, anche attraverso analisi di laboratorio su un numero congruo di campioni, sulla base del quale prevedere un piano di monitoraggio che consenta di verificare l'andamento delle proprietà pedologiche più significative nei confronti di eventuali impatti dell'opera durante gli anni attesi di esercizio.

Inoltre, in fase di esecuzione degli scavi si dovranno attuare le seguenti misure:

- porre cautela nell'esecuzione degli scavi
- eliminare i materiali aventi caratteristiche geotecniche scadenti quali ad esempio materiali limosi o torbosi ed adottare opportuni accorgimenti costruttivi;
- evitare l'accumulo anche temporaneo di inerti al di fuori delle aree interessate dai lavori;
- curare che lo strato del suolo superficiale più fertile venga accantonato per essere reimpiegato nelle operazioni di ripristino dell'area e protetto tramite teli dalla erosione eolica;
- curare la regimazione delle acque superficiali in modo da evitare il ruscellamento e problemi legati al ristagno idrico.

L'impatto in fase di esercizio sarà positivo in quanto le superfici coltivate a prato polifita apporteranno un miglioramento nella fertilità del suolo, a vantaggio delle caratteristiche agronomiche e della produttività. Gli impatti in fase di rimozione sono analoghi a quelli della fase di costruzione, con il vantaggio finale della restituzione di suoli migliorati dal punto di vista della caratterizzazione pedologica. Alla dismissione dell'impianto i terreni avranno infatti ottenuto un incremento della fertilità rispetto allo stato attuale.

Per mitigare l'impatto visivo dell'impianto verrà realizzata una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree di olivo. L'impianto sarà messo a dimora in mediante fitocelle di 2-3 anni a una distanza di 1,5 metri l'una dall'altra per una lunghezza di 11653 metri e uno sviluppo totale di 46612 mq, considerando una fascia di pertinenza di circa 4 metri di larghezza e che interesserà tutta la fascia perimetrale interessata dalla recinzione dell'impianto.

5.1.3.6 AGRICOLTURA 4.0

L'agricoltura 4.0 è il risultato dell'applicazione di una serie di tecnologie innovative nel campo dell'agri-food, e può essere considerata come un "upgrade" dell'agricoltura di precisione. Questo grazie all'automatizzazione della raccolta, dell'integrazione e dell'analisi dei dati che provengono direttamente dai campi grazie a sensori e altre fonti.

Le tecnologie digitali 4.0 in questo contesto sono utili per supportare, grazie all'analisi dei dati, l'agricoltore nella sua attività quotidiana e nella pianificazione delle strategie per la propria attività, compresi i rapporti con tutti gli anelli della filiera, generando un circolo virtuoso in grado di creare valore, non solo per la singola azienda ma anche a cascata per i suoi partner.

Grazie a queste nuove soluzioni e all'applicazione delle tecnologie digitali, dall'IoT all'intelligenza artificiale, dall'analisi di grandi quantità di dati ai trattori a guida autonoma, fino all'utilizzo dei droni, le aziende agricole possono aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale della propria attività. L'inizio dell'applicazione di tecnologie per l'agricoltura di precisione in Italia risale agli anni '90: si tratta in pratica di utilizzare soluzioni digitali per interventi specifici, che tengano conto in particolare delle esigenze del suolo e delle piante. Il fine di questi interventi è quello di migliorare quanto più possibile la resa produttiva delle piantagioni e contenere sia i costi, che l'impatto ambientale.

Di questa categoria fanno parte, ad esempio, tutti gli interventi per rendere più efficiente l'irrigazione senza sprecare risorse idriche né far soffrire le piante, le tecnologie per il planting adattate alle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo su cui si interviene, la somministrazione di antiparassitari commisurate alle esigenze specifiche di ogni singola area e pianta, o di fertilizzanti soltanto nella quantità necessaria e nei tempi più utili.

Per queste ragioni l'agricoltura di precisione, oltre a essere il predecessore più prossimo dell'agricoltura 4.0, è anche uno dei cardini di quest'ultima, perché mette le basi per adattare i processi produttivi alle singole necessità grazie a interventi mirati e tempestivi in grado di adattarsi alle esigenze del momento. La base per rendere più efficaci queste tecnologie è l'utilizzo in tempo reale dei dati che provengono dai campi. Grazie ai sensori che possono trasmettere informazioni, installati sui campi o sulle macchine agricole, sarà infatti possibile prendere decisioni tempestive ed efficaci, che potranno essere affidate anche a sistemi automatizzati. In linea generale, i principali vantaggi dell'agricoltura 4.0 sono quelli, come dicevamo, di una razionalizzazione dell'uso delle risorse, e quindi principalmente economici per le aziende della filiera.

Ma un percorso dei prodotti, dal campo alla tavola, improntato a massimizzare la sostenibilità, ha un impatto positivo anche sulla salute, dal momento che sarà possibile portare fino ai consumatori finali prodotti più

controllati e più freschi rispetto a quanto avviene con le tecniche tradizionali. Per quantificare questi vantaggi, si parla di un risparmio attorno al 30% per gli input produttivi e di un aumento del 20% della produttività, con un utilizzo molto limitato di sostanze chimiche.

Puntando poi l'attenzione sull'utilizzo dei dati, c'è da aggiungere che poter contare sull'analisi in tempo reale delle informazioni che provengono dai campi è estremamente utile per gestire ogni attività legata all'agricoltura in modo più veloce e quindi anche efficiente.

Grazie all'analisi dei dati, infatti, sarà possibile improntare al massimo dell'efficienza l'utilizzo delle macchine agricole, o utilizzare soltanto la quantità di acqua necessaria, senza sprechi.

Grazie allo stesso set di informazioni, inoltre, sarà possibile prevenire le patologie delle piante o contrastarne i parassiti, limitando i danni nel momento in cui si dovessero verificare problemi grazie al monitoraggio costante e simultaneo delle coltivazioni. Ed è bene sottolineare che si tratta di vantaggi che si possono ottenere indipendentemente dal tipo di coltura.

Di seguito sono illustrate alcune delle tecnologie utili nella digital transformation delle aziende agricole.

Agrometeorologia

Parliamo in questo caso delle applicazioni che possono essere utilizzate per integrare nelle strategie di coltivazione le informazioni che provengono dalle previsioni meteo, grazie anche ad automatismi che possono trovare applicazione grazie alla raccolta e all'analisi in tempo reale dei dati provenienti dalle diverse fonti, come sensori o transazioni computer based, ed essere strutturati o destrutturati.

Big Data

Si tratta dell'insieme delle informazioni che possono essere generate da strumenti diversi e che possono essere utili per efficientare la produzione. Questi dati possono provenire da fonti eterogenee, come sensori o transazioni computer based, ed essere strutturati o destrutturati. La chiave è sempre la capacità di integrarli e analizzarli in real time, in modo da dare risultati affidabili da cui possa essere estratto o generato valore.

Blockchain

Parliamo in questo caso delle tecnologie della famiglia della Distributed Ledger Technology: sistemi che permettono ai nodi di una rete di raggiungere il consenso sulle modifiche di un registro distribuito in assenza di un ente centrale, in cui il registro distribuito è strutturato come una catena di blocchi contenenti

transazioni. Si tratta di soluzioni particolarmente utili per la tracciabilità della produzione, dal campo alla tavola, certificando i requisiti dei prodotti in termini di sostenibilità.

Nello specifico, trattandosi, per l'impianto agrovoltico proposto, di superfici che saranno rese idonee ad ospitare la coltivazione del prato pascolo migliorato permanente, si intende porre in essere le attività di seguito descritte.

L'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione.

Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.

5.1.3.7 SISTEMI PER IL MONITORAGGIO

Come indicato nel documento "Linee guida in materia di impianti agrovoltici" pubblicato a giugno del 2022, a cura del gruppo di lavoro coordinato dall'ex Ministero della Transizione Ecologica – Dipartimento per l'energia, i valori dei parametri tipici relativi al sistema agrovoltico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. Pertanto, risulta necessaria una attività di monitoraggio sia per la verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti. Il DL 77/2021 ha previsto che sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrovoltico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate. Inoltre, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrovoltiche, il PNRR prevede il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E):

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

L'impianto in esame sarà, quindi, dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione. Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.



Figura 10 – Stazione principale e sensori meteo climatici.

Il sistema offrirà, oltre all'analisi dei dati raccolti, anche modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (in base alla coltura). Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con

particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore e inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici. Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.

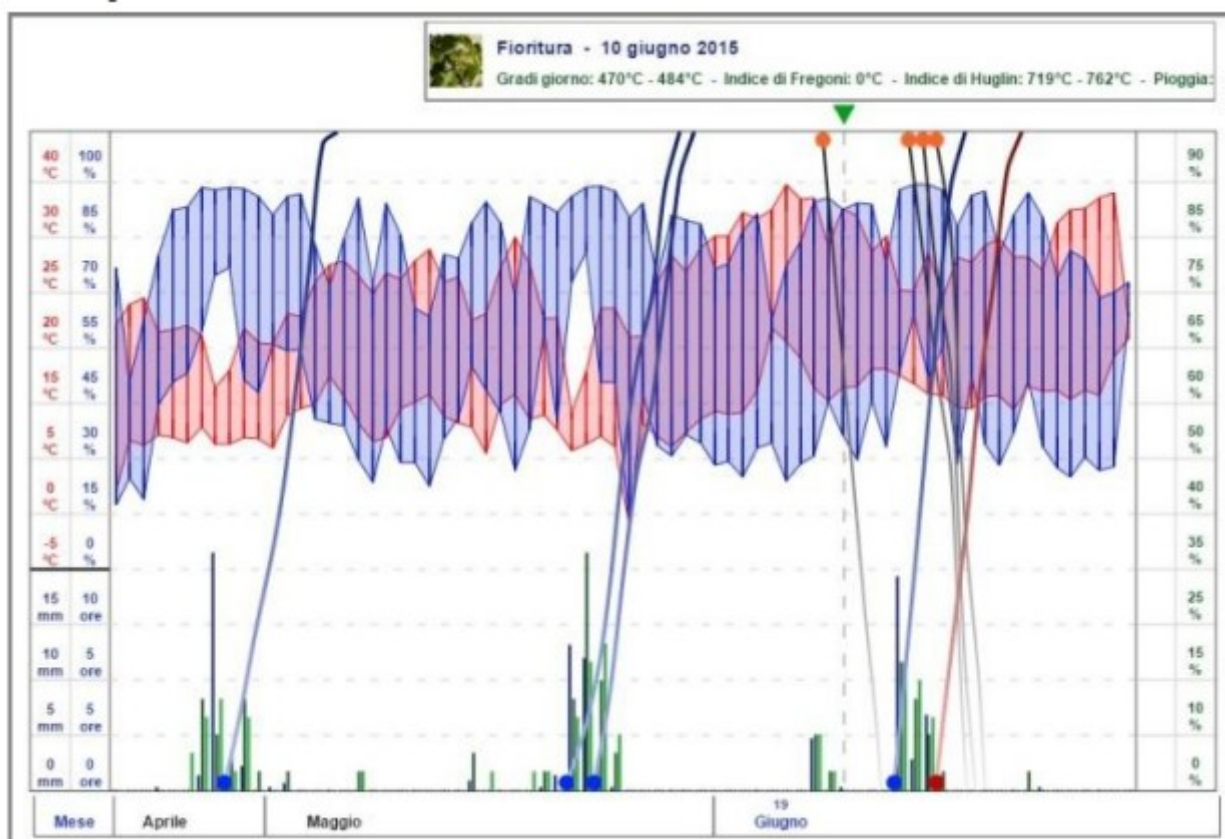


Figura 11 – Esempio di un grafico riguardante il rischio di infezione delle principali fitopatologie

Il sistema proposto prevede anche un modello di calcolo del fabbisogno idrico della pianta, in relazione alle condizioni meteo-climatiche ed allo stadio di sviluppo della coltura. Tramite tale modello, il sistema restituisce, giorno per giorno ed in ciascun punto di misura, il quantitativo di acqua persa per evaporazione dal suolo e traspirazione della pianta, traducendo le quantità in litri per metro quadrato. In aggiunta, i sensori volumetrici di misura dell'umidità del suolo consentono di misurare in modo accurato la percentuale di acqua nel terreno, a più profondità. Anche in assenza di impianto di irrigazione, queste informazioni sono di grande utilità per decidere le lavorazioni del terreno e la gestione dell'apparato fogliare.

Tutti i dati raccolti saranno archiviati permanentemente in apposito database. Sarà quindi possibile realizzare e stampare report annuali, con l'indicazione dei dati medi e cumulati delle varie grandezze meteorologiche, e comparare tali dati con le fasi indicate nell'agenda fenologica disponibile sul sistema, anno per anno.

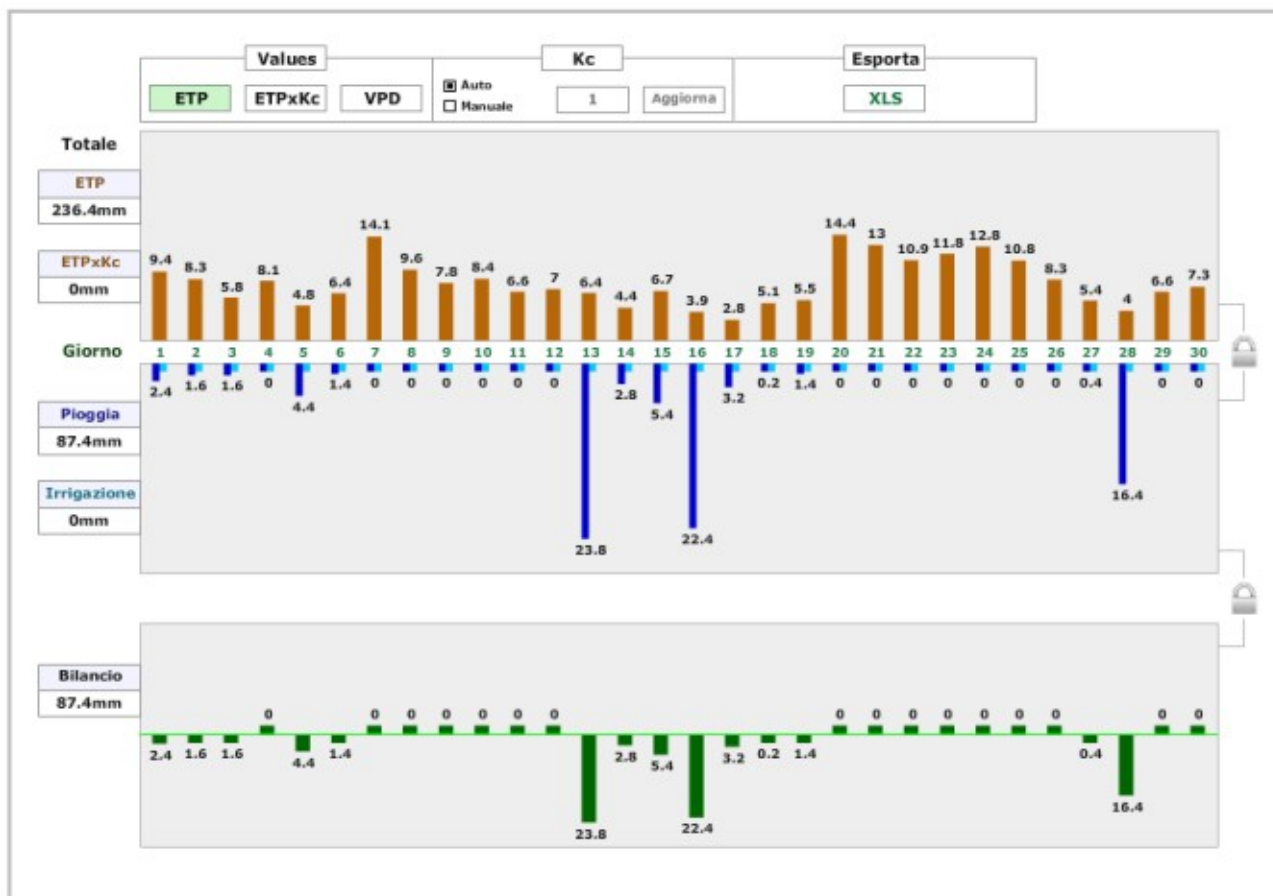


Figura 12 – Esempio di un grafico per il calcolo del fabbisogno idrico

Nell'impianto agrivoltaico proposto, saranno installate le seguenti apparecchiature:

Descrizione	
Unità centrale AgriSense IoT: - Unità centrale con Pluviometro (pioggia in mm), Anemometro (intensità e direzione del vento), barometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria) - Trasmissione dati 2G (opz. LTE-NB-IOT) - Ricevitore wireless IoT - Kit fotovoltaico (pannello 20W / batteria 44Ah) con regolatore elettronico - Palo di installazione, zincato, due sezioni di 150 cm con boccolo di fissaggio	
N. 3 Unità wireless IoT con sensori meteo-climatici: - Unità wireless IoT con pluviometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria) - Un sensore di Umidità e temperatura del terreno FDR capacitivi - Alimentazione a batteria, durata 1 anno - Distanza fino a 8000 m LOS da unità centrale	
Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®	
Installazione in campo Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®	
Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®	
Installazione in campo Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®	

Figura 13 – Elenco apparecchiature

Il sistema di gestione e le apparecchiature adottate, saranno inoltre utilizzati anche per la realizzazione e successiva gestione e manutenzione delle fasce verdi perimetrali.

5.1.3.8 OPERE ELETTRICHE

La progettazione definitiva dell'impianto in oggetto, è stata redatta in base ai seguenti criteri:

- rispetto delle normative pianificazione territoriale e urbanistica;
- analisi del PAI;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra fisso con tecnologia moduli bifacciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- 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.

○ DISPONIBILITA' DI CONNESSIONE

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a TERNI S.p.A il 22/07/2022. Tale soluzione emessa da TERNI il 07/12/2022 prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 150 kV della RTN denominata "Tula" (previsto da Piano di Sviluppo Terna).

La nuova Stazione Elettrica verrà realizzata nel Comune di Tula, su terreno avente superficie pari a circa 2000 mq.

Il nuovo elettrodotto in antenna a 30 kV per il collegamento del campo fotovoltaico, sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

○ LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture di sostegno con geometria a matrice in modo da ridurre i tempi di esecuzione;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file verticali;
- interfila tra le schiere calcolate al fine di evitare fenomeni di ombreggiamento;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ostacoli esistenti;
- zona di rispetto al reticolo idrografico e i vincoli all'interno delle fasce di rispetto.
- zona di rispetto agli elettrodotti.



Figura 14 - Layout di Impianto

○ COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico è costituito dai seguenti componenti:

n.1 punto di consegna in stallo predisposto all'interno di nuova Stazione Elettrica, contenente le apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale di scambio; questa parte progettuale sarà evidenziata in apposite tavole dettagliate.

n.1 STEP UP 30/150kV, in area adiacente alla stazione elettrica denominata "Tula", formato da un gruppo di trasformazione per innalzare la tensione da 30 a 150 kV.

n.1 cabina generale MT a 30kV, posizionata all'interno dell'impianto. All'interno della cabina, sarà presente il QMT contenente i principali dispositivi necessari per il funzionamento dell'impianto, ovvero: sistema di protezione generale (SPG), protezione di interfaccia (PI), n.4 dispositivi di interfaccia (DDI), apparati SCADA e telecontrollo ed il Controllore Centrale dell'Impianto (come previsto dalla norma CEI 0-16 del 03/2022).

n. 17 Power Station (PS) o cabine di campo, collegate su due rami radiali, aventi la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 800 V a media tensione (MT) 30.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla cabina generale MT;

n. 196 inverter di campo da 200 kW dotati di nove MPPT separati e due ingressi per ogni MPPT in parallelo. La tensione di uscita a 800Vac ed un isolamento a 1.500Vdc consentono di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule. Il numero degli apparecchi e la loro suddivisione in 18 ingressi consentono la gestione ed il monitoraggio delle 3.136 stringhe (ognuna con 28 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.

n.87.808 moduli fotovoltaici installati su apposite strutture metalliche di sostegno dei tracker, a loro volta infissi nel terreno;

n. 1462 tracker monoassiali $\pm 55^\circ$ in grado di orientare 28+28 pannelli fotovoltaici;

n 212 tracker monoassiali $\pm 55^\circ$ in grado di orientare stringhe da 14+14 pannelli.

L'impianto alimenterà i carichi ausiliari (quadri di alimentazione, illuminazione, rete trasmissione dati, ecc.) tramite una porzione dell'energia prodotta dallo stesso, in alternativa potrà prelevarne dalla rete esterna. In mancanza di alimentazione dalla rete, i carichi elettrici privilegiati verranno alimentati da un generatore di emergenza, rappresentato da un generatore diesel.

Tutti i manufatti necessari per il funzionamento e la manutenzione dell'impianto, saranno realizzati con container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso.

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda all'elaborato specifico.

MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 72 celle con tecnologia bifacciale, indicativamente della potenza di 545 Wp, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici bifacciali utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica. È realizzata assemblando, in sequenza, diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato, come di seguito descritto:

- Doppio vetro temperato con trattamento antiriflesso;
- EVA (etilene vinil acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino;
- EVA trasparente;
- strato trasparente (vetroso o polimerievaco) con trattamento antiriflesso. Il modulo selezionato è provvisto di:
 - certificazione TUV su base IEC 61215;
 - certificazione TUV su base IEC 61730;
 - certificazione TUV su base UL 61730;
 - cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
 - certificazione IP68 della scatola di giunzione.

Hi-MO 5

LR5-72HBD 525~545M

21.3%
MAX MODULE
EFFICIENCY

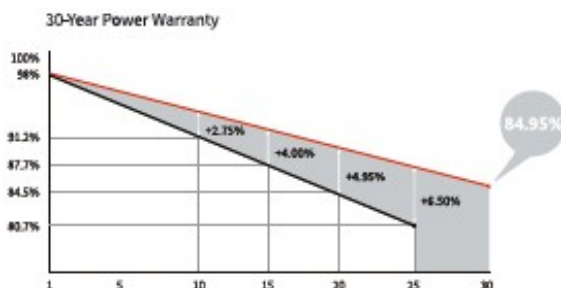
0~+5W
POWER
TOLERANCE

<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.45%
YEAR 2-30
POWER DEGRADATION

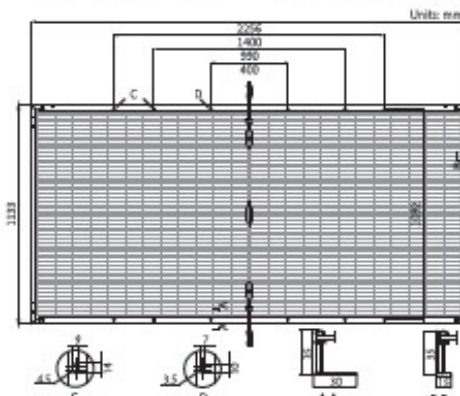
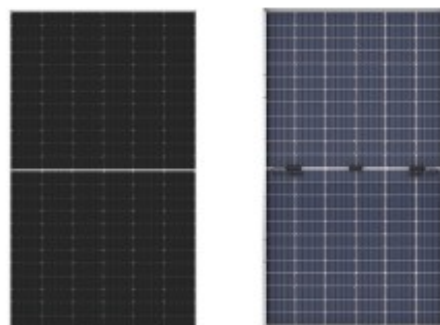
HALF-CELL
Lower operating temperature

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, ±200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	32.3kg
Dimension	2296×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

	STC: AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT: AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		Test uncertainty for P _{max} : ±3%	
Module Type	LR5-72HBD-525M	LR5-72HBD-530M	LR5-72HBD-535M	LR5-72HBD-540M	LR5-72HBD-545M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (P _{max} /W)	525	392.1	530	395.8	535	399.5
Open Circuit Voltage (V _{oc} /V)	49.05	45.89	49.20	46.03	49.35	46.17
Short Circuit Current (I _{sc} /A)	13.65	11.03	13.71	11.08	13.78	11.14
Voltage at Maximum Power (V _{mp} /V)	41.20	38.41	41.35	38.55	41.50	38.69
Current at Maximum Power (I _{mp} /A)	12.75	10.21	12.82	10.27	12.90	10.33
Module Efficiency (%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
V _{oc} and I _{sc} Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	30A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 29
Bifaciality	70±5%

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of I _{sc}	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.284%/°C
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.350%/°C

LONGi

No.8369 Shangyuan Road, Xi'an Economic And
Technological Development Zone, Xi'an, Shaanxi, China.
Web: en.longi-solar.com

Specifications included in this datasheet
are subject to change without notice.
LONGi reserves the right of final
interpretation. (20210508V13)

INVERTER DI STRINGA

Gli inverter di stringa hanno la funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC).

SUN2000-215KTL-H0 Technical Specifications

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

Vengono collegati a stringhe di pannelli consentendo di non inficiare l'utilizzo delle altre in caso di ombreggiamenti ai pannelli di una stringa. Inoltre, tale configurazione indipendente, consente una settorializzazione totale dell'impianto utile per manutenzione e riparazioni. Si prevede di impiegare inverter tipo SUN2000-215KTL-H0 o similare.



Figura 15 - Datasheet e immagine tipo inverter di stringa.

POWER STATION

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

Le cabine sono costituite da un package precablato che non può essere costruito in opera. Saranno progettate per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. L'apparato avrà le dimensioni indicative riportate negli elaborati grafici e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

Le cabine saranno collegate tra di loro in configurazione ad anello e in posizione per quanto possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie.

Per ognuna delle cabine è indicativamente prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione naturale che utilizzerà un sistema di griglie posizionate nelle pareti in due differenti livelli e un impianto di condizionamento e/o di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature che entrerà in funzione nel periodo di massima temperatura estiva.

All'interno del sistema saranno presenti:

- Trasformatore BT/MT;
- Quadro di parallelo in bassa tensione per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore;

- Interruttori di media tensione;
- Quadri servizi ausiliari;
- Sistema di dissipazione del calore;
- Dotazioni di sicurezza;
- UPS per servizi ausiliari;
- Rilevatore di fumo;
- Sistema centralizzato di comunicazione con interfacce RS485/USB/ETHERNET.

PROSPETTI

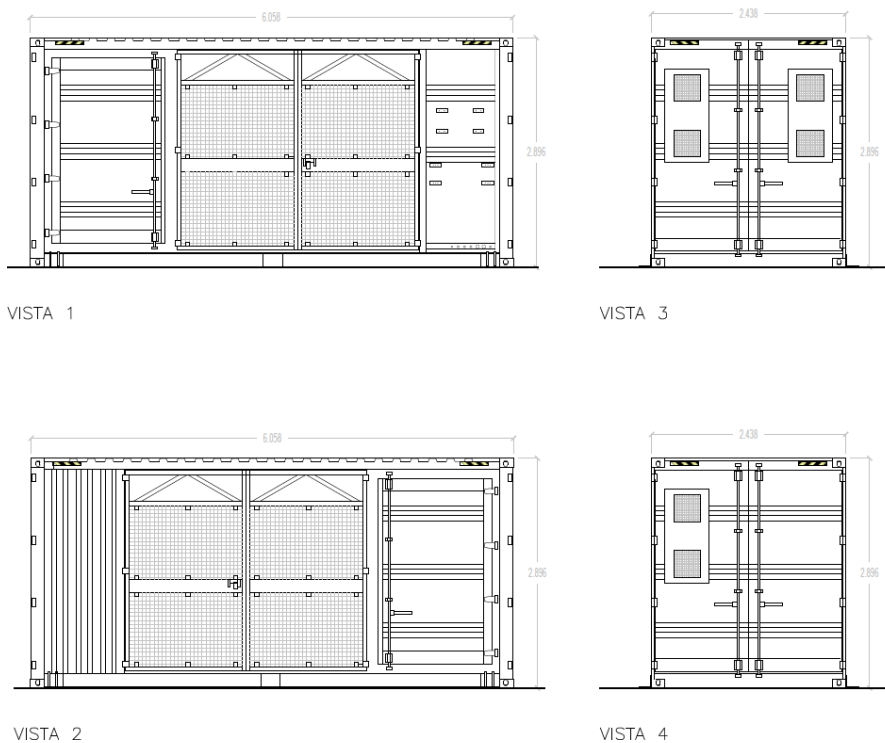


Figura 16 – Prospetti e Sezioni Power Station

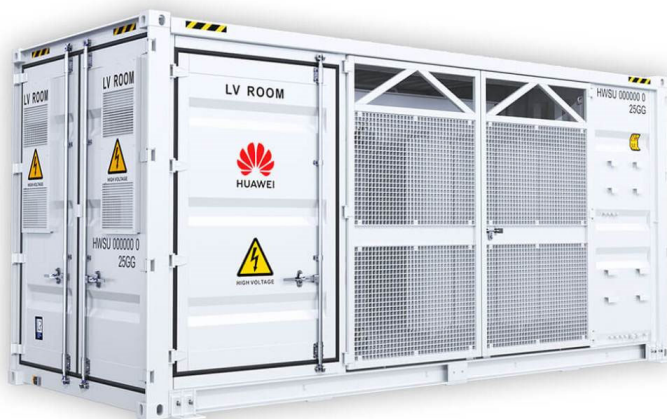


Figura 17 - Tipologico Power Station

CABINA MT

La cabina di consegna MT sarà contenuta in un manufatto realizzato in opera, suddiviso in più ambienti e realizzato in muratura con copertura a falde in ottemperanza alle prescrizioni del PUC del Comune di Chiaramonti. La cabina sarà progettata per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. Il locale avrà le dimensioni indicative riportate negli elaborati grafici e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

QUADRI ELETTRICI MT

Nel presente progetto è previsto l'utilizzo di quadri MT posati all'interno della cabina MT prevista nella zona "STEP UP".

I quadri elettrici di MT convogliano le linee in arrivo dalle power station e dai sistemi di accumulo BESS, presenti oltre a fornire i Servizi Ausiliari e realizza la connessione dell'impianto tramite trasformatore elevatore MT/AT di centrale.

Le caratteristiche tecniche dei quadri MT sono le seguenti

- Tensione nominale/esercizio: 30 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- N° fasi: 3

- Corrente nominale delle sbarre principali: fino a 1250 A
- Corrente di corto circuito: 31.5 kA
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 16-25 kA
- Tenuta arco interno: 25kA/1s o 31,5kA/0,5s

Ogni quadro MT e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore.

Ciascun quadro elettrico MT sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200, destinato alla distribuzione d'energia a semplice sistema di sbarra.

I quadri saranno realizzati in esecuzione protetta e saranno adatti per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Ciascun quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro fino a 31.5kA per 0.5 secondi (CEI-EN 60298).

Le celle saranno destinate al contenimento delle apparecchiature di interruzione automatica con 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati e aventi ciascuno un involucro isolante, di tipo "sistema a pressione sigillato" (secondo definizione CEI 17.1, allegato EE), che realizza un insieme a tenuta riempito con esafluoruro di zolfo (SF6) a bassa pressione relativa, delle parti attive contenute nell'involucro e di un comando manuale ad accumulo di energia tipo RI per versione SF1, (tipo GMH elettrico per SF2). Gli interruttori avranno una piastra anteriore equipaggiata con gli organi di comando e di segnalazione dell'apparecchio. Ogni interruttore potrà ricevere un comando elettrico.

Gli interruttori MT saranno ad interruzione in SF6 con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar. Il gas impiegato sarà conforme alle norme IEC 376 e norme CEI 10-7. Il potere di corto circuito non dovrà essere inferiore a 16 kA.

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- comando manuale carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il sistema di protezione associato a ciascun interruttore sottocampo è composto da:

- trasduttori di corrente di fase e di terra (ed eventualmente trasduttori di tensione) con le relative connessioni al relè di protezione;
- relè di protezione con relativa alimentazione;
- circuiti di apertura dell'interruttore.

Il sistema di protezione sarà costituito da opportuni TA di fase, TO (ed eventualmente TV) che forniscono grandezze ridotte a un relé che comprende la protezione di massima corrente di fase almeno bipolare a tre soglie, una a tempo dipendente, le altre due a tempo indipendente definito. Poiché la prima soglia viene impiegata contro il sovraccarico, la seconda viene impiegata per conseguire un intervento ritardato e la terza per conseguire un intervento rapido, nel seguito, per semplicità, ci si riferirà a tali soglie con i simboli:

- I> (sovraccarico);
- I>> (soglia 51, con ritardo intenzionale);
- I>>> (soglia 50, istantanea);

- 67 protezione direzionale.

La regolazione della protezione dipende dalle caratteristiche dell'impianto dell'Utente. I valori di regolazione della protezione generale saranno impostati dall'Utente in sede di progetto esecutivo

Sono previste inoltre le seguenti protezioni:

- massima tensione (senza ritardo intenzionale) (soglia 59);
- minima tensione (ritardo tipico: 300 ms) (soglia 27);
- massima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81>);
- minima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81<);
- massima tensione omopolare V0 (ritardata) (soglia 59N).

CAVI DI DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA IN MEDIA TENSIONE

Per l'interconnessione tra le cabine di trasformazione verranno usati cavi unipolari del tipo ARG7H1RX 18/30kV o simili (modello airbag) forniti nella versione tripolare riunito



ad elica visibile

Figura 18 Cavi unipolari del tipo ARG7H1RX tripolare riunito ad elica visibile

I cavi sono isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC, con le seguenti caratteristiche:

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in contospirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

La tipologia di posa prevalente prevista è quella a trifoglio con cavi direttamente interrati in trincea schematizzata in Figura 9.

La profondità media di interrimento (letto di posa) sarà di 1,1 / 1,2 metri sotto il suolo; tale profondità potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitato entro 1 metro salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro.

Nello stesso scavo, potrà essere posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

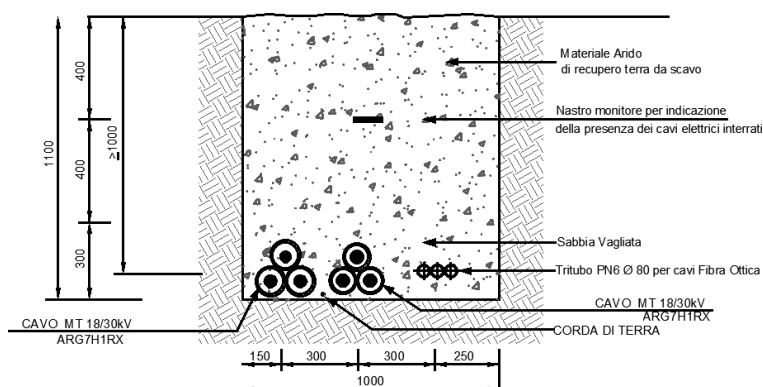


Figura 19 – Tipico modalità di posa Cavo MT 30 kV

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar' e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni etc), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate e in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

CAVI DI DISTRIBUZIONE IN BASSA TENSIONE IN C.A.

Per la distribuzione in BT saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: cavo unipolare/multipolare FG16OR16 per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 Tensione nominale U_o/U : 0,6/1 k, sotto guaina di PVC, ovvero cavi del tipo FG7OR Tensione nominale U_o/U : 0.6/1kV con conduttore in rame, isolamento in gomma EPR e guaina in PVC, conforme a norma CEI 20-22 e CEI 20-34.

I circuiti di sicurezza saranno realizzati mediante cavi FTG10(O)M1 0,6/1 KV - CEI 20-45 CEI 20-22 III / 20-35 (EN50265) / 20-37 resistenti al fuoco secondo IEC 331 / CEI 20-36 EN 50200, direttiva BT 73/23 CEE e 93/68 non propaganti l'incendio senza alogeni a basso sviluppo di fumi opachi con conduttori flessibili in rame rosso con barriera antifluoco.

CAVI DI DISTRIBUZIONE IN BASSA TENSIONE IN C.C.

Per il collegamento delle stringhe agli inverter si utilizzeranno cavi del tipo ARG7OR 0,6/1 kV c.a 0,9/1,5KV c.c., conduttore in alluminio, corda rigida compatta isolamento classe 2, materiale gomma, qualità G7, guaina riempitiva materiale termoplastico, guaina esterna materiale: pvc, qualità rz, colore: grigio.

Per collegamenti in c.c. tra i moduli verranno impiegati cavo unipolari adatti al collegamento dei vari elementi degli impianti fotovoltaici e solari, sigla H1Z2Z2-K con tensione nominale di esercizio: 1.0kV

C.A. - 1.5kV C.C. (anche verso terra), colore guaina esterna Nero o Rosso (basato su RAL 9005 o 3000).

CABINE PREFABBRICATE

Per la connessione tra l'impianto e la sottostazione utente sono previste cabine elettriche di media tensione prefabbricate delle dimensioni specificate negli elaborati grafici di progetto (Elaborati SASE-FVS-TP18), realizzate con pannelli in calcestruzzo armato e vibrato. Le cabine elettriche saranno fornite complete di tinteggiatura interna ed esterna, impermeabilizzazione della copertura e della vasca di fondazione ed infissi secondo unificazione nazionale.

Le dimensioni del locale di consegna consentono l'adozione dello schema di inserimento in entrata-esce.

Le cabine MT saranno equipaggiate con i seguenti elementi:

- n. 1 estintore a polvere da kg. 6, appeso a parete con apposita staffa di sostegno;
- n. 1 lampada di emergenza ricaricabile 2x6W a parete con staffa di sostegno;
- n. 1 guanti isolanti, classe 2/3/4/ con relativa custodia appesa a parete;
- n. 1 pedana isolante 30 kV;
- n. 2 cartelli a tre simboli affisso, con tre rivetti, alla porta di accesso al locale;
- n. 1 cartello di pronto soccorso affisso a parete;
- n. 1 espositore per schemi elettrici di cabina, formato A3, appeso a parete;
- n. 1 staffa di sostegno leva di manovra appesa a parete.

RETE DI TERRA

Il sistema di terra comprende le maglie interrate intorno alle cabine, i collegamenti tra le cabine e i collegamenti equipotenziali per la protezione dai contatti indiretti, fino ai quadri di parallelo (QP).

L'estensione della rete di terra, realizzata con corda di rame nudo interrata e collegata alle armature di fondazione, dovrebbe garantire un valore della resistenza di terra sufficientemente basso. Solo in caso di necessità in fase di collaudo, a posa e rinterro avvenuto, si procederà all'installazione di picchetti dispersori aggiuntivi.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente continua, come le strutture metalliche di sostegno saranno rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento diretto con la corda di rame nudo interrata.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente alternata, come (inverter, quadri elettrici, SPD, trasformatori) saranno rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento con il centro-stella dei trasformatori MT/bt, a loro volta messi a terra.

I collegamenti di terra saranno eseguiti a "regola d'arte" da personale qualificato.

La rete di terra è realizzata con i seguenti componenti principali:

Conduttori di terra:

- corda di rame nudo sezione da: 25 / 35 / 50 / 70 / 95 mm²;
- cavo di rame con guaina giallo/verde 35 / 50 / 240 mm²;

Dispersore verticale di terra:

- dispersori a croce in acciaio zincato da 2 m completo di pozzetto di ispezione in cls 40x40cm e relativo cartello segnalatore;

I conduttori di terra, ove prescritto, saranno interrati appena possibile. Le connessioni elettriche interrate saranno realizzate con morsetti a compressione, mentre quelle fuori terra realizzate con morsetti o con piastre di derivazione.

A distanza regolare saranno realizzati pozzetti di derivazione per agevolare i collegamenti fuori terra. Tutte le connessioni devono essere realizzate con materiali resistenti alla corrosione.

IMPIANTO DI SICUREZZA - VIDEOSORVEGLIANZA

Il sistema di sicurezza è essenziale per mettere al sicuro il funzionamento dell'impianto FV. La soluzione utilizzata sarà costituita da una sorveglianza video integrata con un sistema di antifurto. Tale sistema, costituito da un sistema analitico video real-time, barriere a microonde digitali e sistemi d'illuminazione perimetrali, fornisce un monitoraggio e allarmi capaci di scoprire la minaccia mentre sta accadendo (es.: rilevamenti di intrusioni perimetrali), emettendo istantaneamente l'allerta. Il sistema di sicurezza integrato include anche il sistema d'illuminazione, costituito da lampade led ad alta efficienza, che funziona da deterrente: normalmente è spento e nel momento in cui viene rilevata la minaccia dal sistema di sorveglianza video integrato e sistema di antifurto, verrà automaticamente acceso (solo nell'area dove è stata rilevata l'intrusione).

ILLUMINAZIONE ESTERNA

Per prevenire l'inquinamento luminoso l'impianto di illuminazione esterna, localizzato nei punti di accesso ed in prossimità delle strutture tecniche, sarà conforme a quanto indicato dalla L.R. 29 maggio 2007 – Linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo consumo energetico e prevederà inoltre quanto sotto riportato:

- Apparecchi che, nella loro posizione di installazione, devono avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per $\theta \geq 90^\circ$, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; a tal fine, in genere, le lampade devono essere recessate nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso;
- Lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore.

All'interno dell'impianto fotovoltaico saranno previsti apparecchi illuminanti comandati direttamente dal sistema di antintrusione.

L'accensione del sistema di illuminazione avverrà solamente in caso di presenza intrusi all'interno dell'area.

Si può quindi affermare che non vi sarà illuminazione dell'area se non in caso di emergenza.

SISTEMA DI MONITORAGGIO

Verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni. Tale sistema consentirà di effettuare il controllo in locale e da remoto dello stato dell'impianto fotovoltaico. Sarà quindi possibile visualizzare in tempo reale tutti i valori misurati ed intervenire tempestivamente in caso di guasti.

Tale sistema sarà quindi capace di comparare l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici con quella attesa, calcolata dalla simulazione di un modello; sarà in grado inoltre di calcolare le perdite del sistema causate da condizioni di funzionamento diverse e malfunzionamenti, come la disconnessione di un singolo array, bassa produzione del singolo array causata da ombreggiamento parziale (oppure causata da polvere sulla superficie dei moduli), errori dell'inverter, ecc. In aggiunta il sistema di monitoraggio sarà utilizzato, per mezzo di un tool di supporto decisionale, per identificare e localizzare malfunzionamenti di sistema, ed inoltre per notificare velocemente allarmi del personale di

manutenzione. Il sistema di monitoraggio sarà in grado di raccogliere dati sulle caratteristiche fisiche ed elettriche del sistema ed anche sulle condizioni ambientali (temperatura moduli, irradianza solare, condizioni meteorologiche, ecc..).

CAVI DI CONTROLLO E TLC

Sia per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

Cavi in rame multipolari twistati e non;

Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

STRUTTURE DI SOSTEGNO MODULI FV

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con struttura ad inseguimento solare ad un asse, i quali, potranno raggiungere un'inclinazione di $\pm 55^\circ$ e avranno tutti la medesima esposizione. Le strutture saranno disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di 9,60 m), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. Tale distanza, permette inoltre di avere un corridoio libero di larghezza pari a 5 metri, pertanto i mezzi utilizzati nelle fasi di cantiere e di manutenzione e in fase di sfruttamento agricolo del fondo potranno operare senza alcuna difficoltà. Questa soluzione si presta quindi ad una perfetta integrazione tra impianto fotovoltaico ed attività agricole.

L'inseguimento solare permette di ottimizzare la produzione elettrica dell'effetto fotovoltaico (il silicio cristallino risulta molto sensibile al grado di incidenza della luce che ne colpisce la superficie) ed utilizza la tecnica del backtracking, per evitare fenomeni di ombreggiamento a ridosso dell'alba e del tramonto. In pratica nelle prime ore della giornata e prima del tramonto i moduli non sono orientati in posizione ottimale rispetto alla direzione dei raggi solari, ma hanno un'inclinazione minore (tracciamento invertito). Con questa tecnica si ottiene una maggiore produzione energetica dell'impianto fotovoltaico, perché il beneficio associato all'annullamento dell'ombreggiamento è superiore alla mancata produzione dovuta al non perfetto allineamento dei moduli rispetto alla direzione dei raggi solari.

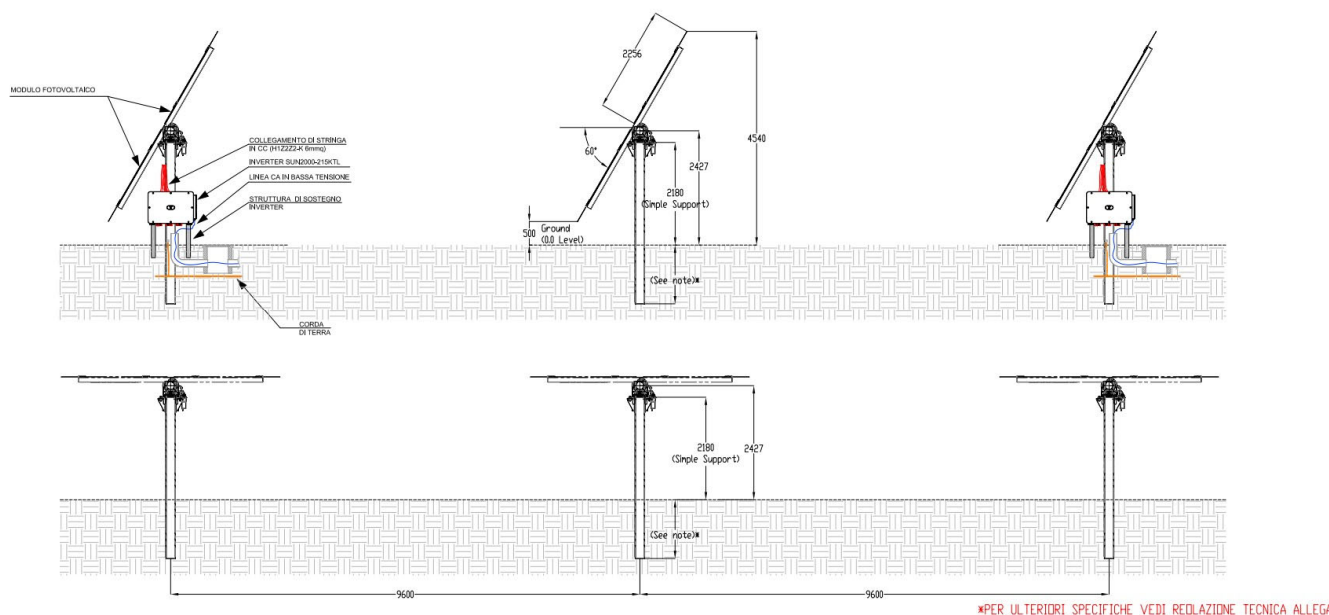


Figura 20 - Dettaglio trasversale strutture (Tracker)

L'altezza dei pali di sostegno è stata fissata in modo tale che lo spazio libero tra il piano campagna ed i moduli, alla massima inclinazione, sia superiore a 0.50 m, per agevolare la fruizione del suolo per le attività agricole. Di conseguenza, l'altezza massima raggiunta dai moduli è di 4.54 m.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni antifurto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo;
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali;
- inclinazione sull'orizzontale +55° -55°;
- Esposizione (azimuth): 0°;
- Altezza min: 0,50 m (rispetto al piano di campagna)
- Altezza max: 4,54 m (rispetto al piano di campagna)

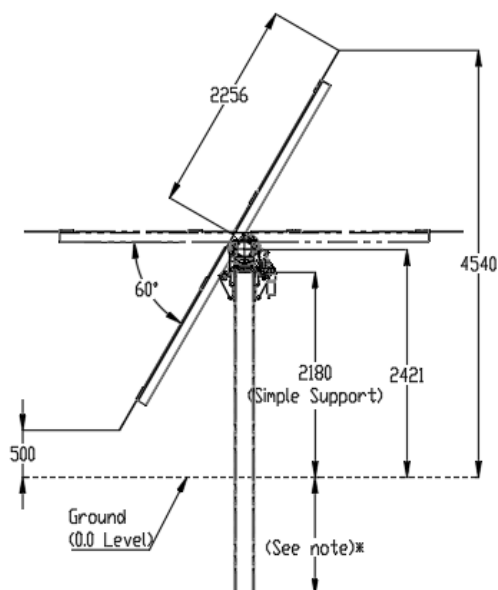


Figura 21 - Dettaglio dimensioni strutture (Tracker)

Il fissaggio della struttura di sostegno dei moduli al terreno avverrà a mezzo di un sistema di fissaggio del tipo a infissione con battipalo nel terreno e quindi amovibile in maniera tale da non degradare, modificare o compromettere in qualunque modo il terreno utilizzato per l'installazione e facilitarne lo smantellamento o l'ammodernamento in periodi successivi senza l'effettuazione di opere di demolizione scavi o riporti. Il movimento dei moduli avviene durante l'arco della giornata con piccolissime variazioni di posizione che ad una prima osservazione darà l'impressione che l'impianto risulti fermo.

Saranno installati in totale due diverse tipologie di strutture:

- 1687 strutture con configurazione 2x28 moduli in verticale.
- 146 strutture con configurazione 2x14 moduli in verticale.

RECINZIONE

L'area dell'impianto è recintata da una rete metallica alta 2 metri e rialzata sul fondo per permettere il passaggio di piccoli animali. La rete è elettrosaldata plastificata di colore verde dello spessore di 2,5 mm, a maglia quadrata o romboidale di 50 mm, resa solidale con il terreno tramite dei picchetti.

Internamente alla recinzione, ad una distanza di circa 1mt per permettere la manutenzione, è prevista una siepe (profonda circa 1 mt e alta quanto la recinzione) composta da essenze arbustive tipiche del luogo che contribuirà in maniera determinante all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

SISTEMA DI DRENAGGIO

Il sistema per la regimazione delle acque meteoriche prevede la regimazione delle acque di ruscellamento superficiale di parte del sito tramite un sistema costituito da canalette a cielo aperto che garantiscono il recapito delle acque meteoriche ai recettori esistenti.

Le canalette di drenaggio sono costituite da semplici fossi di drenaggio ricavati sul terreno a seguito della sistemazione superficiale definitiva dell'area mediante la semplice sagomatura del terreno ed il posizionamento di un rivestimento litoide eseguito con materiale grossolano a protezione dell'erosione del fondo e delle scarpatine laterali

VIABILITA' INTERNA E PIAZZALI

Per muoversi agevolmente all'interno dell'area ai fini delle manutenzioni e per raggiungere le aree tecniche/cabinati verranno realizzate le strade interne strettamente necessarie a raggiungere in maniera agevole tutti i punti dell'impianto.

La viabilità interna sarà del tipo drenante e verrà realizzata solo con materiali naturali (pietrisco di cava) che consentono l'infiltrazione e il drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo, pertanto non sarà ridotta la permeabilità del suolo.

La larghezza della carreggiata in tutto il suo percorso sarà pari a circa 3m.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta anche in relazione alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

VIABILITA' ESTERNA

L'area risulta ben servita dalla viabilità pubblica principale, trovandosi in adiacenza alla strada statale 672 Sassari-Tempio.

Pertanto, non sarà necessario realizzare nuove strade esterne alle aree che ospiteranno l'impianto fotovoltaico.

RECINZIONE

Per garantire la sicurezza dell'intera area di installazione dell'impianto, tutta l'area di intervento sarà recintata mediante rete metallica a maglia larga, sostenuta da pali in acciaio zincato infissi nel terreno.

L'altezza complessiva della recinzione che si realizzerà sarà complessivamente di 2.00 m.

La presenza di una recinzione di apprezzabile lunghezza potrebbe avere ripercussioni negative in termini di deframmentazione degli habitat o di eliminazione di habitat essenziali per lo svolgimento di alcune fasi biologiche della piccola/media fauna selvatica presente in loco.

Per evitare il verificarsi di situazioni che potrebbero danneggiare l'ecosistema locale tutta la recinzione verrà posta ad un'altezza di 20 cm dal suolo, per consentire il libero transito della fauna di piccola e media taglia tipica del luogo. Tale altezza dal suolo si ritiene adeguata anche in base alla mappatura delle specie riscontrata in sito. Così facendo la recinzione non costituirà una barriera e non creerà frammentazione del territorio

LAVAGGIO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Benché il vetro dei pannelli fotovoltaici tendenzialmente si dovrebbe sporcare poco, di fatto può succedere che i pannelli si sporchino a causa di polveri presenti nell'aria, inquinamento, terra portata da vento, pioggia, etc. Tutto questo accumulo di sporcizia influisce negativamente sulle prestazioni dei pannelli solari, diminuendone sensibilmente l'efficacia. Per ovviare a questo problema per tutta la vita utile dell'impianto sono previsti dei lavaggi periodici della superficie captante dei moduli fotovoltaici. Per il lavaggio dei moduli non è previsto l'uso di sostanze e prodotti chimici



Figura 22 - Lavaggio moduli fotovoltaici

o CONNESSIONE ALLA RETE RTN

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di distribuzione pubblica e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;

l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;

l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;

in caso di guasto sulla linea MT, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,

in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Di seguito il percorso che dalla cabina MT, all'interno del sito del campo FV, arriva alla stazione di utenza in nuova Stazione Elettrica. La linea di connessione MT 30kV percorrerà massimamente la pubblica via.

o CALCOLI DI PROGETTO

CALCOLI DI PRODUCIBILITA'

I calcoli di producibilità sono stati effettuati utilizzando il software Solergo 2022, considerando i seguenti dati di riferimento:

• Località:	• Martis 07030
• Latitudine:	• 39°23'26"N
• Longitudine:	• 8°47'04"E
• Altitudine:	• 295 m
• Fonte dati climatici:	• UNI 10349
• Albedo:	• 26 % Erba verde

L'energia prodotta, al primo anno di funzionamento, risulta essere pari a 88.266.996,00 kWh/anno, risultante in una produzione specifica, annua, del valore di circa 1.844,5 MWh/MWp. Considerando inoltre le perdite d'impianto, i componenti scelti e le condizioni metereologiche del sito in esame, risulta un indice di rendimento (performance ratio PR) di 82% circa.

CALCOLI ELETTRICI

L'impianto elettrico di media tensione è stato previsto con distribuzione radiale distribuita su 4 rami, i quali alimentano le cabine PS (Power Station). Per tutti i rami è prevista la posa del tipo, interrata a tre cavi adiacenti, in orizzontale. Come si può constatare dalle tabelle di calcolo allegate allo schema unifilare, utilizzando un cavo di sezione pari a 95mmq si rispettano le portate dei vari rami in funzione della corrente che transita.

In questo modo possiamo inoltre mantenere la caduta di tensione minore di un limite del 2%, per non avere troppa energia dispersa.

L'impianto di bassa tensione sarà invece realizzato in corrente alternata e continua.

La parte in continua è costituita dalle stringhe fotovoltaiche (28 pannelli in serie) direttamente collegate agli ingressi degli inverter tramite cavo solare di 10mmq di diametro. La lunghezza media

della tratta sarà pari a 200 m, considerando che la corrente di stringa massima non è superiore a 14 A, la caduta di tensione non supererà lo 0,9 %.

La parte BT in alternata invece, è costituita dal tratto di cavo che collega l'inverter alla rispettiva PS. Considerando: tensione concatenata pari a 800 V, corrente a piena potenza (200 kW) di circa 160 A, lunghezza massima della linea di 300m; utilizzando un cavo di tensione pari a 150 mmq, si avrà una caduta di tensione, a fine linea, non superiore a 1,61%.

○ FASI DI COSTRUZIONE

La realizzazione dell'impianto sarà avviata a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione alla costruzione. Prima di procedere con la fase di costruzione però, verrà redatto il progetto definitivo, che completerà i calcoli in base alla scelta dettagliata dei singoli componenti.

La sequenza delle operazioni sarà quindi la seguente:

Progettazione esecutiva;

Costruzione;

- Opere Civili;
- Opere Impiantistiche;
- Opere a verde;
- Commissioning;
- Collaudo Impianto.

Per ulteriori dettagli sulle modalità di realizzazione delle opere, si rimanda alla futura progettazione esecutiva.

○ OPERE A VERDE DI MITIGAZIONE

Saranno impiantate laddove necessario specie arboree autoctone, quali ad es. l'olivo in modo da schermare l'impianto da punti di visuale critici, laddove presenti.

○ VERIFICHE E COLLAUDI

Tutti i materiali e le apparecchiature utilizzate per la realizzazione dell'impianto, sono progettate, costruite e sottoposte alle prove previste dalle relative prove di riferimento, pertanto il collaudo, in fase di cantiere, sarà solo di tipo visivo-meccanico, in modo tale da accertarsi di eventuali danneggiamenti o rotture dovute al trasporto. Sarà inoltre prevista una seconda verifica, al termine dei lavori, per accertarne l'integrità e l'installazione secondo la "regola d'arte".

In seguito, verrà effettuato il collaudo per l'accettazione dell'impianto, tale attività verrà svolta effettuando, nell'ordine riportato, le seguenti verifiche:

- a) esame a vista per accertare la rispondenza dell'impianto e dei componenti alla documentazione di riferimento ed al progetto;
- b) misura della resistenza di isolamento dei circuiti lato continuo con le parti elettroniche sconnesse;
- c) verifica della corretta scelta e taratura dei dispositivi di protezione;
- d) misura della resistenza di terra;
- e) verifica della continuità elettrica dei conduttori di messa a terra tra le apparecchiature ed il morsetto di messa a terra dell'area;
- f) verifica e controllo dei collegamenti per tutte le apparecchiature secondo gli schemi;
- g) verifica funzionale per accertare che l'impianto ed i relativi componenti funzionino correttamente;
- h) messa in servizio e verifica, mediante misure, che gli impianti ed i singoli componenti lavorino secondo le rispettive prestazioni di progetto.

5.1.4 EFFETTO ISOLA DI CALORE POTENZIALE PER GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI E PER L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "19185-Martis"

Negli ultimi anni la produzione di energia rinnovabile fotovoltaica (FV) è aumentata, permangono dubbi sul fatto o meno che gli impianti fotovoltaici inducono un effetto "isola di calore" (PVHI), molto simile all'aumento delle temperature relative ad ambienti aridi e semidesertici generano un effetto isola di calore simile a quello urbano nelle città. Transizioni di energia dal fotovoltaico e dalle piante

alterano il modo in cui essa in entrata viene riflessa nell'atmosfera o assorbita, immagazzinata e ri-irradiato perché gli impianti fotovoltaici modificano l'albedo, la vegetazione e la struttura del terreno. Gli studi precedenti sul PVHI è stato per lo più teorico o basato su modelli simulati. Inoltre lo studio è stato limitato nell'ambito di un singolo bioma. Perché ci sono ancora grandi incertezze intorno il potenziale per un effetto PHVI, abbiamo esaminato il PVHI empiricamente con esperimenti che si estendevano tre biomi, fotovoltaico, ambiente d'installazione e vegetazione presente. E' stato scoperto che le temperature su un impianto fotovoltaico erano regolarmente di 3–4 °C più calde rispetto agli ambiente desertici circostanti, che è in diretto contrasto con altri studi basati su modelli che hanno suggerito che i sistemi fotovoltaici dovrebbe diminuire la temperatura ambiente. Dedurre la causa sottostante e la scala dell'effetto PVHI e l'identificazione delle strategie di mitigazione è fondamentale per supportare il processo decisionale in merito allo sviluppo del fotovoltaico, in particolare nei paesaggi semiaridi e desertici, che sono tra i più probabili per installazioni fotovoltaiche su larga scala. [Fonte: rivista scientifica Nature: <https://www.nature.com/articles/srep35070#f1>]. Lo studio si basava su pannelli fotovoltaici altamente efficienti che convertirebbero il 30 percento dell'energia solare in elettricità. I pannelli nello studio UA avevano un'efficienza di circa il 20%, il suo modello potrebbe produrre un leggero riscaldamento a quell'efficienza.

Come illustrato nella figura seguente s'illustra lo scambio energetico di mezzogiorno. Assumendo tassi uguali di energia in entrata dal sole, la variazione da (A) un ecosistema vegetato a (B) un'installazione di una centrale elettrica fotovoltaica (FV) sarà significativa per l'alterarsi della dinamica dei flussi energetici della zona. All'interno degli ecosistemi naturali, la vegetazione riduce la cattura di calore e stoccaggio nel suolo (frecce arancioni) e acqua e vegetazione infiltrate rilasciano flussi energetici latenti dissipatori di calore nella transizione del vapore acqueo nell'atmosfera attraverso l'evapotraspirazione (frecce blu). Queste i flussi di calore latente sono drasticamente ridotti nelle tipiche installazioni fotovoltaiche, portando a flussi di calore più sensibili (rosso frecce). Riirradiazione di energia da pannelli fotovoltaici (freccia marrone) ed energia trasferita all'elettricità (freccia viola).

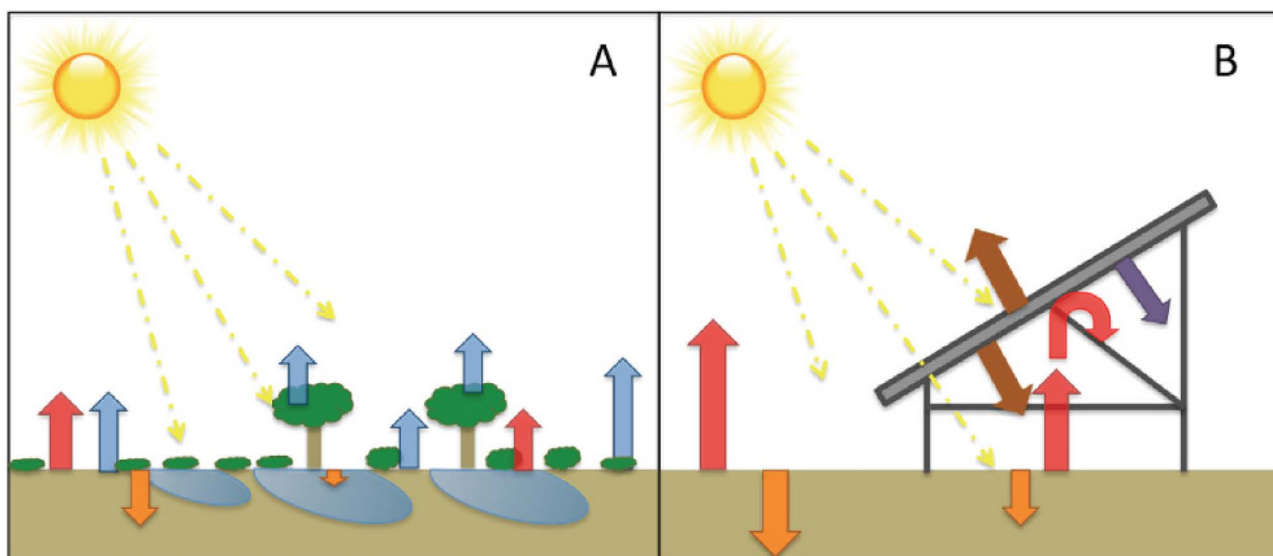


Figura 23 scambio energetico di mezzogiorno, confronto tra un terreno vegetato e un terreno arido ricoperto solo da pannelli fotovoltaici

Descrizione del sito di studio

E' stato monitorato simultaneamente una serie di siti che rappresentano il tradizionale costruito urbano ambiente (un parcheggio) e la trasformazione da sistema naturale (deserto non edificato) a 1 MW Centrale fotovoltaica. Per ridurre al minimo gli effetti confondenti della variabilità nell'ingresso locale energia, temperatura e precipitazioni, abbiamo identificato i siti all'interno di un'area di 1 km. Tutti i siti erano entro i confini della zona solare del Parco Scientifico e Tecnologico dell'Università dell'Arizona (32.092150°N, 110.808764°W;

altitudine: 888 m slm).

Entro un diametro di 200 m dalla stazione di monitoraggio ambientale del sito desertico semiarido, l'area è composta da una sparsa miscela di graminacee semiaride (*Sporobolus wrightii* , *Eragrostis lehmanniana* e *Muhlenbergia porteri*), cactus (*Opuntia* spp. e *Ferocactus* spp.) e occasionali arbusti legnosi tra cui cespuglio di creosoto (*Larrea tridentata*), acacia biancospino (*Acacia constricta*) e mesquite vellutata (*Prosopis velutina*). L'area rimanente è suolo nudo. Queste specie coesistono comunemente nelle bajadas desertiche di bassa quota, nelle pianure del creosoto e nelle semiaride praterie. L'impianto fotovoltaico è stato realizzato all'inizio del 2011, tre anni prima dell'inizio monitoraggio presso il sito. I pannelli poggiano su un tracker ad asse singolo sistema che ruota da est a

ovest per tutto il giorno. Un parcheggio con annesso fabbricato servito da nostro “urbano” sito ed è di scala spaziale paragonabile al nostro sito fotovoltaico.

Lo studio citato, pubblicato dall'autorevole rivista scientifica “Nature”, ha evidenziato che l'aumento della temperatura dovuto alla presenza di un impianto fotovoltaico dipenda evidentemente dal tipo di modulo fotovoltaico utilizzato, dall'uso del suolo su cui l'impianto è localizzato, in questo caso semidesertico, dall'altitudine e dal microclima ante operam.

Studi molto più avanzati, sono invece condotti, per l'analisi delle isole di calore in ambiente urbano. La temperatura all'interno delle città supera di alcuni gradi quella misurata nelle aree rurali circostanti, come da figura seguente, con effetti generalmente positivi in inverno ma negativi in estate, soprattutto se combinati alle ondate di calore.

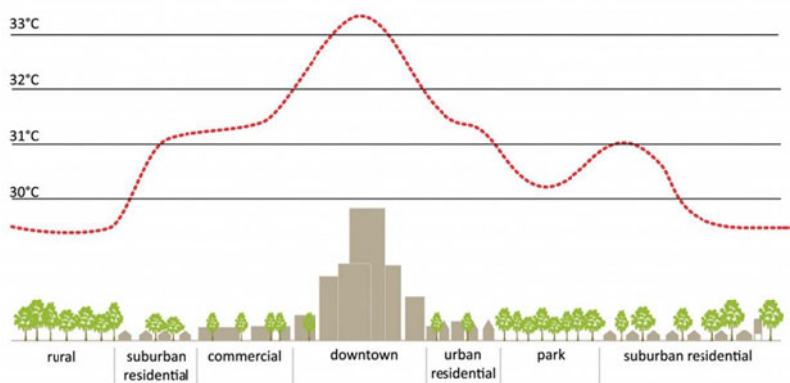


Figura 24 Variazione delle temperature tra l'ambiente urbano e quello rurale

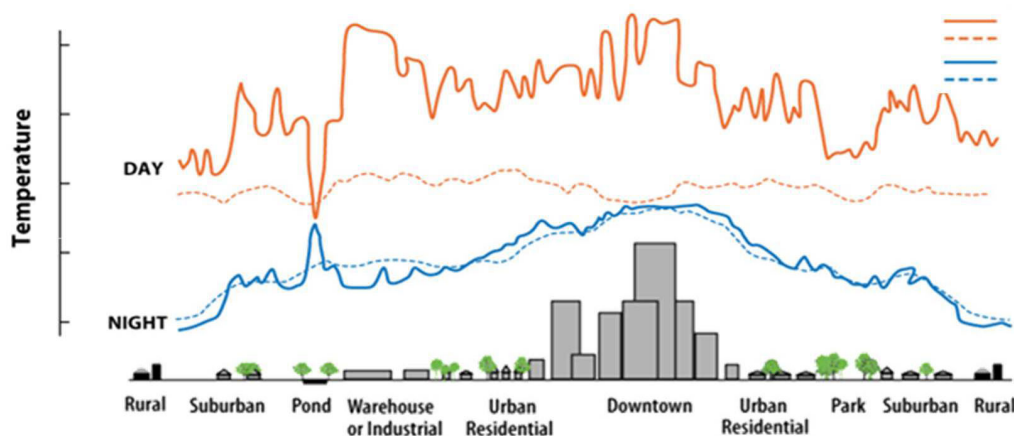


Figura 25 Effetti dell'isola di calore sulla temperatura notturna estiva

Sono state rilevate tre tipologie di fattori che contribuiscono a generare l'isola di calore urbana:

- fattori fisico/materici, dipendenti dai materiali con cui è costruita la città;
- fattori morfologici, dipendenti dalla forma della città;
- fattori antropogenici, dipendenti dalle funzioni e dalle attività svolte all'interno della città.

Proprietà fisico superficiali

La tipologia di maggior rilievo è sicuramente quella rivestita dalle caratteristiche fisiche dei materiali, ciascun materiale ha per proprie caratteristiche fisiche capacità di assorbire, trasmettere e riflettere energia. Un fattore importante è l'albedo.

materiale	albedo	emissività
alluminio lucido	0,9	0,1
acciaio zincato	0,35	0,3
asfalto	0,1	0,95
calcare chiaro luc.	0,65	0,4
cemento	0,2	0,9
granito grigio lucido	0,2	0,4
legno (naturale)	0,4	0,9
legno scuro	0,15	0,95
mattoni rosso	0,3	0,9
rame ossidato	0,4	0,4
marmo bianco	0,6	0,9
vernice bianca	0,8	0,9
vernice ocra	0,5	0,9
intonaco chiaro	0,7	0,9

> albedo

quantità di energia riflessa rispetto alla radiazione incidente

Maggiore è l'albedo minore la quantità di energia immagazzinata dal corpo, quindi minore la sua temperatura superficiale.

> emissività

capacità di emettere energia per radiazione (relativa a un corpo nero)

Maggiore è l'emissività maggiore la quantità di energia che il corpo è in grado di rilasciare sotto forma di calore.

5.1.4.1 Morfologia e intrusione del vento

Allineamenti e densità dei tessuti urbani in genere non favoriscono l'intrusione dei venti che contribuiscono a raffrescare asportando il calore. In questo caso invece, il sito è particolarmente esposto ai venti, la sopraelevazione dei pannelli a 2,1 m. dal suolo favoriscono particolarmente la ventilazione e il raffrescamento asportando il calore.

5.1.4.2 Effetto della vegetazione

Altro aspetto molto importante è il ruolo assunto dalla presenza di aree verdi e superfici vegetate (azioni ed effetti).

In particolare assumono un aspetto fondamentale i seguenti fattori:

- evapotraspirazione = effetto combinato di evaporazione di acqua dal suolo + traspirazione delle piante (fotosintesi);
- stoccaggio di acqua nel terreno = prolungamento dell'effetto di raffreddamento dovuto all'evaporazione;
- ombreggiamento e protezione delle superfici dall'irraggiamento diretto;

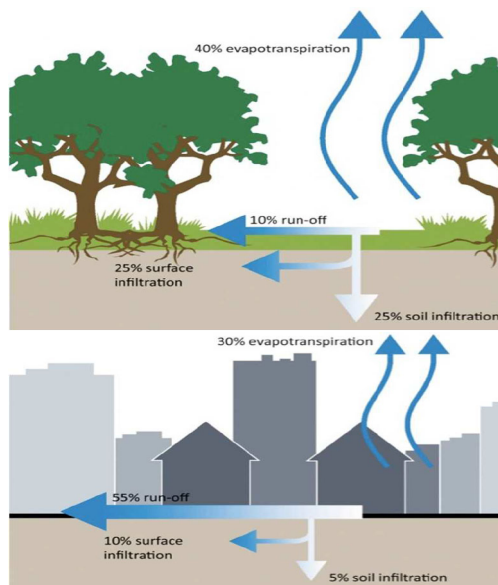


Figura 26 Ruolo assunto dalla presenza di aree verdi e superfici vegetate (azioni ed effetti)

5.1.4.3 Strategie di mitigazione delle isole di calore

Le varie tipologie di mitigazione delle isole del calore , utilizzate in diverse realtà urbane possono essere così riassunte:

- riduzione emissioni di calore e aumento raffreddamento naturale nei periodi estivi in città ed edifici;
- diffusione della vegetazione;
- Innalzamento dei moduli per una efficace ventilazione;
- modificazione di albedo ed emissività degli elementi urbani ed edilizi;
- gestione acque meteoriche integrata per ridurre fenomeni alluvionali e temperatura dell'aria.

5.1.4.4 Valutazione della formazione potenziale dell'isola del calore nell'impianto agrivoltaico "19153 Martis"

L'intervento consta nell'installazione di un impianto agrivoltaico a terra, i moduli verranno installati disposti in linea lungo il terreno alternati a superfici di terreno che verranno invece coltivate. L'intervento consta nella realizzazione di un impianto di agroenergia, infatti parte della superficie aziendale verrà ricoperta da moduli fotovoltaici mentre la restante parte, verrà coltivata con essenze foraggere da collocare sul mercato locale.

Il piano colturale prevede l'utilizzo di essenze foraggere, verranno coltivate tutte le superfici disponibili. Inoltre innalzamento dei pannelli ad un'altezza minima di dal suolo permettono il naturale ricircolo dell'aria evitando così l'accumulo di calore e il cosiddetto "effetto isola".

5.1.4.5 Conclusioni

In base alle valutazioni effettuate ed anche in base ai dati disponibili e alla bibliografia esistente, in base alla superficie vegetata che è parte integrante del progetto, pari a circa il 94% dell'intera area, che mitigano l'effetto isola, alla localizzazione del progetto, posto su pianoro posto a 296 m. s.l.m., alle sue caratteristiche progettuali, dove i pannelli sono elevati a 4,5 m dal suolo, secondo le linee guida MITE, alla sua esposizione ai venti e dalla tipologia d'impianto non fissa, ma oscillante, le considerazioni esposte ci permettono di valutare che il potenziale effetto isola determinato dall'impianto agrivoltaico "19153 Martis" è da ritenersi trascurabile.

5.1.4.6 Cantierizzazione

La realizzazione dell'impianto sarà divisa in varie fasi nelle quali si prevede il noleggio di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa delle cabine prefabbricate, ecc.). Non sono previsti interventi di adeguamento della viabilità pubblica pre-esistente al fine di consentire il transito dei mezzi idonei al montaggio e alla manutenzione.

Verranno impiegati in prima analisi i seguenti tipi di squadre:

- Manovali edili
- Elettricisti
- Montatori meccanici
- Ditte specializzate

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti il maggior volume sarà rappresentato dagli imballaggi dei pannelli fotovoltaici. Questi sono normalmente composti da cartone e modeste quantità di materie plastiche (cinghie ritenute, pellicola trasparente); il cartone sarà depositato in una zona del cantiere adeguatamente delimitata, es successivamente conferito alla raccolta differenziata per il suo recupero. Stesso trattamento sarà riservato alle materie plastiche ed a tutti i materiali che dovessero prodursi

quali scarti. Tra gli imballaggi, si produrranno anche certe quantità di legno derivante dai pallet utilizzati per il trasporto dei materiali che saranno stoccati e conferiti alla catena del riciclaggio.

Tra gli scarti di lavorazione rientrano spezzoni e tagli di cavi elettrici: anche per questi si procederà al temporaneo stoccaggio in zona delimitata del cantiere, per poi procedere al conferimento alla catena del riciclaggio. Per quanto riguarda le strutture, avendo previsto l'utilizzo di sistemi modulari in acciaio, si ritiene che non saranno generati tagli e scarti se non in quantità molto modeste. I tagli principali saranno infatti eseguiti in officina prima della consegna in cantiere; in questo caso ovviamente gli scarti saranno recuperati e destinati al riciclaggio del metallo.

5.1.5 GESTIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto agrivoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto. La centrale, infatti, verrà esercitata, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software

apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;

- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

Il sistema di controllo con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter;
- Corrente di campo dell'inverter;
- Radiazioni solari;
- Temperatura ambiente;
- Velocità del vento;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

5.1.6 Indicazione degli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli per le persone

Gli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli alle persone da prescrivere durante la fase di cantiere sono elencati e descritti nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Gli accorgimenti da prescrivere durante la fase, invece, di manutenzione consistono nel posizionare segnali stradali lungo la viabilità di nuova realizzazione e in prossimità di ciascuna pala. In particolare, i primi hanno l'obiettivo di invitare gli autisti dei veicoli transitanti nella zona a rispettare i limiti di velocità imposti dalla normativa stradale vigente.

5.1.7 Descrizione del ripristino dell'area cantiere

Una volta ultimato il cantiere e superata la fase di collaudo dell'impianto, le aree disturbate saranno ricoperte del terreno vegetale originario perché sia nuovamente destinato all'attività agricola di progetto.

5.1.8 Cronoprogramma

Il cronoprogramma sintetico dei lavori viene riportato in tabella 2, mentre si rimanda all'elaborato di dettaglio per la descrizione delle singole fasi lavorative.

TIPO DI OPERA	LAVORAZIONE	SETTIMANE DI LAVORAZIONE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
OPERE CIVILI E MECCANICHE	Allineamento del cantiere, picchiamento perimetrale con strumento GPS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Tabella 5 Cronoprogramma di esecuzione.

6. SCAVI E SBANCAMENTI

6.1 STIMA DEI VOLUMI DI SCAVO

Nelle tabelle in allegato si riporta la stima puntuale dei volumi previsti delle terre e rocce da scavo proveniente dalla realizzazione delle opere di progetto.

Nel calcolo si è tenuto conto dei seguenti parametri:

- a. Volumi di scotico;
- b. Volumi strade di cantiere e cabine elettriche;
- c. Realizzazione dei cunicoli per la posa in opera dei cavi.

Nella tabella seguente si riportano i metri lineari, le superfici di scavo e i volumi prodotti per gli interventi:

Volumi di scavo			
	Volumi scavati [mc]	Volumi riutilizzati in situ [mc]	Volumi riutilizzati out situ o scarica [mc]
Scavi linee elettriche interne all'impianto	Linee MT + linee BT.: 10.260	9.234	1.026
Elettrodotto	18.000 mc	13.500	4.500
Viabilità interna	8000 mc	7.200	800
VOLUMI TOTALI	36.260	29.934	6.326

Tabella 6 Analisi quantitativa dei volumi di scavo prodotti

Per la posa in opera dei cavidotti è prevista la realizzazione di un cunicolo di lunghezza di circa 12.000 m per una profondità di 1,20m, seguendo le specifiche ENEL, parte del materiale scavato verrà riutilizzato per il reinterro, pari a 13.500 mc., mentre nel cunicolo interno parte del materiale scavato verrà riutilizzato per il reinterro, pari a 9.234 mc.

Inoltre per la realizzazione degli stradelli interni pari a circa 7.200 ml è prevista un volume di scavo pari a 8.000 mc, di cui 7200 riutilizzati in situ. Come si evince dalla tabella 3, il volume complessivo prodotto è di circa 36.260 mc, da riutilizzare in situ per i modellamenti del piano di posa e per il ripristino della viabilità esistente

6.1.1 MODALITA' DI GESTIONE DELLE TERRE MOVIMENTATE E LORO RIUTILIZZO

Nel caso in cui la caratterizzazione ambientali dei terreni esclude la presenza di contaminazioni, durante la fase di cantiere il materiale proveniente dagli scavi verrà momentaneamente accantonato a bordo scavo per poi essere riutilizzato quasi totalmente in situ per la formazione dei riempimenti e per i ripristini secondo le modalità di seguito descritte.

-Cavidotto MT e BT (interno ed esterno)

Per il riempimento dello scavo del cavidotto si prevede di riutilizzare solo in parte il terreno escavato, tra scavi e riporto il bilancio è di 13.500 mc, da riutilizzare in situ per i modellamenti per il piano di posa e per il ripristino della viabilità esistente.

6.1.2 Cautele da adottare in fase di scavo e stoccaggio provvisorio

Al fine di evitare miscele e contaminazioni durante le fasi di scavo e stoccaggio il cantiere verrà adeguatamente recintato e l'area di stoccaggio verrà opportunamente confinata per impedire eventuali scarichi di materiale potenzialmente inquinato sul materiale stoccato. Intorno ai cumuli verrà realizzato un canale di scolo opportunamente convogliato per evitare la dispersione del materiale per effetto delle piogge. Le fasi di scavo verranno opportunamente monitorate al fine di evitare sversamenti accidentali da parte dei mezzi d'opera impiegati.

6.1.3 Tempi dell'intervento e gestione dei flussi

Tempi d'intervento : le lavorazioni legate alla produzione e gestione di materiale sono stimate in 65 gg lavorativi.

Flussi : Il materiale sarà movimentato ed accantonato all'interno dell'area di cantiere per essere riutilizzato nello stesso ciclo produttivo, sono definite e cartografate le aree di stoccaggio dei materiali. Un'area fissa di cantiere sarà individuata nell'area di progetto.

6.1.4 Volumetrie prodotte giornaliere

Il materiale derivante dallo scavo verrà stoccato all'interno dell'area di cantiere in una zona delimitata e destinata solamente a questo scopo per poi essere subito riutilizzato per il livellamento/rinterro

delle aree scavate e quelle in esubero destinate in altri siti esterni a quello di cantiere oppure portato in discarica. I tempi di stoccaggio e sistemazione non saranno superiori a 1 anno e comunque secondo i tempi previsti dall'art 186. c2 del Dlgs 152/06. L'accumulo sarà realizzato in modo da contenere al minimo gli impatti matrici ambientali. Inoltre le aree verranno continuamente bagnate per il contenimento delle polveri in particolare nella stagione secca.

6.1.5 Procedura di trasporto

L'autotrasportatore incaricato dovrà avere un idoneo mezzo di trasporto, dotato di teloni di copertura per evitare il rilascio di polveri e materiali durante il tragitto.

6.1.6 Procedura di rintracciabilità

La ditta incaricata sarà dotata di un registro di carico e scarico, indicando i dati quali/quantitativi, modello e targa del mezzo, nominativo dell'autotrasportatore, il luogo di carico e quello di scarico e quant'altro indicato dalla normativa vigente di riferimento.

6.1.7 CONCLUSIONI

Secondo le previsioni del presente studio di utilizzo, il terreno proveniente dagli scavi necessari alla realizzazione delle opere di progetto, pari a 36.260 mc verrà in parte utilizzato nello stesso sito di produzione, pari a 29.934 per contribuire nel complesso a sistemare i modellamenti per il piano di posa e per il ripristino della viabilità esistente, mentre i restanti volumi pari a 6.326 mc saranno riutilizzati se possibili in altri cantieri posti nelle vicinanze, ad.es nelle costruenda bretella di collegamento Bortigiadas- Tempio e se non fosse possibile sarà destinato alla discarica o ad un impianto di trattamento come L'ECO RDT di Chiaramonti (SS).

✓ Per escludere i terreni di risulta degli scavi dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, in fase di progettazione esecutiva o prima dell'inizio dei lavori, in conformità a quanto previsto nel presente piano preliminare di utilizzo, il proponente o l'esecutore:

- Effettuerà il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, per la loro caratterizzazione al fine di accertarne la non contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale;
- Redigerà, accertata l'idoneità delle terre e rocce scavo all'utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, un apposito progetto in cui saranno definite:

- ✓ *Volumetrie definitive di scavo delle terre e rocce;*
- ✓ *La quantità delle terre e rocce da riutilizzare;*
- ✓ *La collocazione e la durata dei depositi delle terre e rocce da scavo;*
- ✓ *La collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo.*

7. VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO

Nella scelta del sito sono stati in primo luogo considerati elementi di natura vincolistica; l'individuazione delle aree non idonee alla costruzione ed esercizio degli impianti a fonte rinnovabile è stata prevista dal Decreto del 10 settembre 2010, che definisce criteri generali per l'individuazione di tali aree, lasciando la competenza alle Regioni per l'identificazione di dettaglio.

La Regione Sardegna, con Delibera della Giunta Regionale 04/11/2015, sostituita dalla DGR 59/60 del 27/11/2020, ha provveduto in parte all'attuazione del DM 10/09/2010 con l'individuazione delle aree e siti non idonei all'installazione di determinate tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio regionale;

In conclusione l'impianto in progetto, risulta compatibile con i criteri generali per l'individuazione di aree non idonee stabiliti dal DM 10/09/2010 e attuati dalla DGR 59/60 del 27/11/2020 in quanto il parco agrivoltaico risultano completamente esterni alle seguenti aree:

- a. le aree naturali protette istituite ai sensi della legge n. 394 del 1991, inserite nell'elenco ufficiale delle le aree naturali protette (parchi e riserve nazionali);
- b. le aree naturali protette istituite ai sensi della L.R. n. 31/1989 (parchi e riserve regionali;
- c. monumenti naturali; aree di rilevante interesse naturalistico);
- d. le aree in cui è accertata la presenza di specie animali soggette a tutela dalle convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle direttive comunitarie;
- e. le zone umide di importanza internazionale, designate ai sensi della convenzione di Ramsar (zone umide incluse nell'elenco previsto dal DPR n.448/1976);
- f. le aree incluse nella Rete Natura 2000 (SIC e ZPS) e relative fasce di rispetto;
- g. le aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette, fra le quali ricadono le "oasi permanenti di protezione faunistica e cattura" di cui alla L.R. n. 23/1998.

Il sito di progetto ricade fuori da aree SIC/ZPS, ZSC, IBA.

Inoltre si è tenuto conto delle seguenti aree d'interesse:

- o Siti UNESCO;
- o Beni culturali + 100 metri (ai sensi del Dlgs 42/2004, vincolo L.1089/1939);
- o Aree dichiarate di notevole interesse pubblico (art. 136 del Dlgs 42/2004, vincolo L.1089/1939);
- o Aree tutelate per legge (art. 142 del Dlgs 42/2004): territori costieri fino a 300 m, laghi e territori contermini fino a 300 m, fiumi torrenti e corsi d'acqua fino a 150 m, boschi con buffer di 100 m, zone archeologiche con buffer di 100m, tratturi con buffer di 100 m;
- o Aree a pericolosità idraulica;
- o Aree a pericolosità geomorfologica;
- o Area edificabile urbana con buffer di 1km;

- o Segnalazioni carta dei beni con buffer di 100 m;
- o Grotte+ buffer 100 m;

Oltre ai suddetti elementi, di natura vincolistica, nella scelta del sito di progetto sono stati considerati altri fattori quali

- adeguate caratteristiche anemometriche dell'area al fine di ottenere una soddisfacente produzione di energia;
- assenza di ostacoli presenti o futuri;
- la presenza della Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN) ad una distanza dal sito tale da consentire l'allaccio elettrico dell'impianto senza la realizzazione di infrastrutture elettriche di rilievo e su una linea RTN con ridotte limitazioni;
- viabilità esistente in buone condizioni ed in grado di consentire il transito agli automezzi per il trasporto delle strutture, al fine di minimizzare gli interventi di adeguamento della rete esistente;
- idonee caratteristiche geomorfologiche che consentano la realizzazione dell'opera senza la necessità di strutture di consolidamento di rilievo;
- una conformazione orografica tale da consentire allo stesso tempo la realizzazione delle opere provvisorie, con interventi qualitativamente e quantitativamente limitati, e comunque mai irreversibili (riduzione al minimo dei quantitativi di movimentazione del terreno e degli sbancamenti) oltre ad un inserimento paesaggistico dell'opera di lieve entità e comunque armonioso con il territorio;
- l'assenza di vegetazione di pregio o comunque di carattere rilevante (alberi ad alto fusto, vegetazione protetta, habitat e specie di interesse comunitario).

7.1 ALTERNATIVE PROGETTUALI

Lo studio delle possibili alternative ha condotto alla conclusione che il progetto per la realizzazione del Sistema agri fotovoltaico, il 60% circa della superficie sarà coltivata, risulta completamente appropriato nel contesto territoriale in quanto risponde efficacemente sia ai criteri generali di compatibilità, coerenza e efficacia del quadro urbanistico, delle scelte operate a livello regionale per rispondere al fabbisogno energetico, di sviluppo, di innovazione tecnologico e riduzione delle emissioni inquinanti della Regione, delle esigenze di diversificazione dalle fonti primarie, e della massimizzazione delle economie di scala con riduzione, tra l'altro dei costi di trasporto dell'energia, sia perché non insiste in aree caratterizzate da criticità ambientale e contribuisce all'espansione di un settore che offre ottime potenzialità per aumentare l'occupazione locale.

Sono qui considerate le possibili alternative non strutturali, di processo e strutturali, di sito/localizzazione, compresa l'alternativa zero, in riferimento all'analisi ambientale, progettuale e

socio-economica alla base della formulazione delle stesse. L'indicazione dei criteri alla base delle scelte e relative elaborazione giustificano la proposta di un'unica opzione tipologica o localizzativa.

Aspetto cruciale dello studio è la verifica della localizzazione dell'opera e la valutazione di altri ipotetici scenari progettuali intendendo con questo sia la valutazione di siti alternativi, che soluzioni anche tecnologiche per confrontarne l'efficacia nella riduzione degli impatti ambientali.

I criteri per la scelta localizzativa derivano dallo studio delle componenti del paesaggio e dalla stima degli impatti sui vari comparti ambientali con riferimento alle varie fasi di cantierizzazione, funzionamento e dismissione, considerando le conseguenze delle azioni funzionali alla realizzazione della stessa, quali movimentazione di materiali e traffico indotto, produzione di polveri e rumore, sbancamenti, alterazioni del drenaggio superficiale e sub-superficiale, smaltimento e/o recupero di rifiuti, ecc..

La stima finale degli impatti non eliminabili tramite l'applicazione di misure di minimizzazione degli impatti, pone a confronto le alternative progettuali e il progetto proposto con l'alternativa zero, riunendo in un quadro sinottico gli elementi di valutazione relativi agli effetti positivi e negativi delle opzioni di trasformazione sui comparti/sistemi ambientali. La valutazione complessiva, che deriva dall'esame dei vari aspetti considerati, consente di individuare l'alternativa migliore e di evidenziare gli impatti residui della soluzione prescelta. La fase finale della verifica della compatibilità ambientale del Progetto tende ad individuare ed illustrare in forma più esaustiva le misure di mitigazione essenziali al fine della riduzione degli impatti residui messi in evidenza nello stesso e/o gli interventi di compensazione dei peggioramenti indotti.

Le possibili alternative considerate sono state classificate secondo le seguenti tipologie:

- a. Alternative non strutturali:
 - misure per prevenire la domanda prevista;
 - misure alternative per realizzare lo stesso obiettivo;
- b. Alternative di processo o strutturali:
 - alternative di Progetto, con la valutazione delle diverse tecnologie disponibili;
 - fasi temporali (costruzione, gestione, dismissione);
 - alternative di input (ad es. materie prime);
- c. Alternative di localizzazione:
 - alternative di tracciato (migliore viabilità);
 - alternative di sito di installazione (ambiente meno sensibile) e più suscettibile alle

coltivazioni foraggere e cerealicole.

d. Misure alternative per minimizzare gli effetti negativi:

- modifiche alla struttura di Progetto;
- limitazioni dimensionali delle attività;
- piani di ripristino ambientale.

e. Alternativa zero.

7.1.1 Alternative non strutturali

Per “alternative non strutturali” si intendono le misure per prevenire la domanda a cui il progetto concorre nel dare risposta e le misure alternative per realizzare lo stesso obiettivo.

L’obiettivo è la produzione locale di energia elettrica da fonte rinnovabile e concorre, in tal modo, a rispondere alla domanda interna di energia elettrica.

In Sardegna le utenze elettriche presentano un'incidenza del 23% circa; i prodotti petroliferi per le utenze termiche e dei trasporti incidono per circa 76%, a causa della mancanza del gas naturale.

L’apporto delle fonti rinnovabili alla produzione elettrica è ancora marginale rispetto al resto dell’Italia.

	Produzione destinata al consumo	Energia elettrica richiesta	Superi della produzione rispetto alla richiesta		Deficit della produzione rispetto alla richiesta	
GWh						
Piemonte	29.114,7	25.820,3	3.294,4	12,8%		
Valle d'Aosta	3.571,4	1.158,6	2.412,8	208,2%		
Lombardia	45.404,8	69.445,3			24.040,5	-34,6%
Trentino Alto Adige	11.658,7	6.987,2	4.671,5	66,9%		
Veneto	16.721,5	32.227,2			15.505,8	-48,1%
Friuli Venezia Giulia	10.064,8	10.645,5			580,7	-5,5%
Liguria	5.373,4	6.376,3			1.002,9	-15,7%
Emilia Romagna	21.298,0	29.961,5			8.663,5	-28,9%
Toscana	15.545,6	20.764,8			5.219,3	-25,1%
Umbria	3.199,2	5.586,6			2.387,4	-42,7%
Marche	2.400,2	7.447,2			5.047,0	-67,8%
Lazio	17.980,1	23.063,4			5.083,3	-22,0%
Abruzzi	5.370,5	6.519,9			1.149,4	-17,6%
Molise	2.767,4	1.422,5	1.344,9	94,5%		
Campania	10.165,5	18.228,7			8.063,2	-44,2%
Puglia	28.541,2	18.325,0	10.216,3	55,8%		
Basilicata	3.482,9	3.148,0	334,9	10,6%		
Calabria	17.068,0	6.116,6	10.951,4	179,0%		
Sicilia	15.593,7	19.048,4			3.454,7	-18,1%
Sardegna	12.210,7	9.138,1	3.072,6	33,6%		
ITALIA	277.532,3	321.431,1			43.898,8	-13,7%
saldo scambi con l'estero	43.898,8					
Richiesta	321.431,1					

Figura 27 Superi e deficit (%) della produzione di energia elettrica rispetto alla richiesta in Italia nel 2018; (fonte: TERNA)

Valori in TWh.

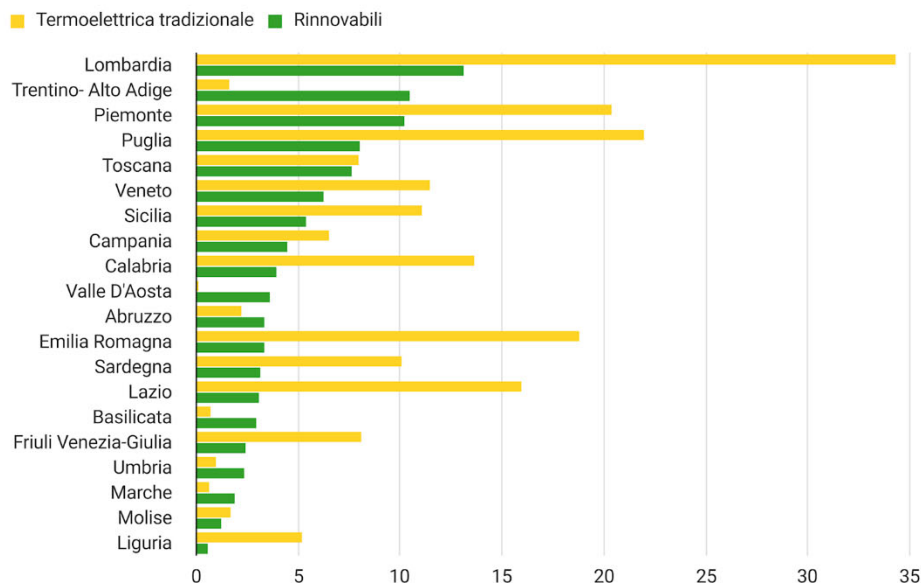


Figura 28 Rapporto tra la produzione di energia da fonte non rinnovabile termoelettrica e rinnovabili in Italia. Si noti la dipendenza della Sardegna dal carbone. Fonte Terna

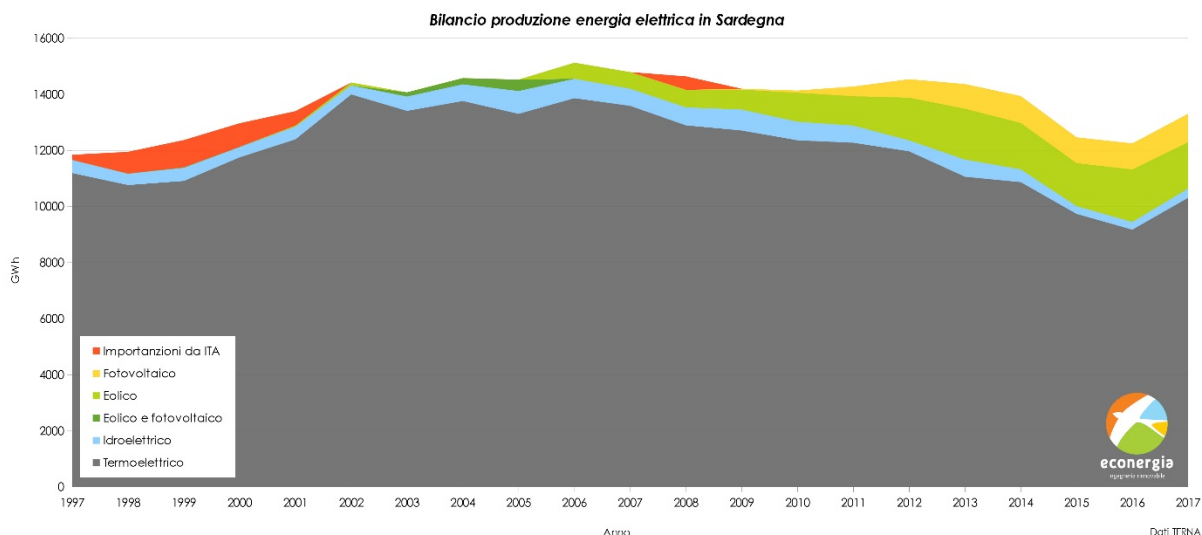


Figura 29 Bilancio della produzione di energia elettrica in Sardegna dal 1997 al 2017. Fonte Terna

Nel Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna si legge che la necessità di assicurare un

approvvigionamento energetico efficiente richiede di diversificare le fonti energetiche.

Il PEARS individua un equilibrato mix di fonti che tiene conto delle esigenze del consumo, delle compatibilità ambientali e dello sviluppo di nuove fonti e nuove tecnologie.

In tal senso il PEARS sostiene che risulta strategico investire nelle fonti rinnovabili per un approvvigionamento sicuro, un ambiente migliore e una maggiore efficienza e competitività in settori ad alta innovazione.

L'energia fotovoltaica è innanzitutto un'energia "pulita" in quanto non emettendo fumi e non contribuendo al rischio di piogge acide e all'effetto serra, come avviene invece attraverso le altre forme di produzione, può essere particolarmente utile per elettrificare la nostra Isola (le nostre case e le nostre aziende).

Si definiscono fonti rinnovabili di energia quelle fonti che, a differenza dei combustibili fossili e nucleari, possono essere considerate virtualmente inesauribili, in quanto il loro ciclo di produzione, o riproduzione, ha tempi caratteristici al minimo comparabili con quelli del loro consumo da parte degli utenti.

L'energia solare è la sorgente da cui hanno origine quasi tutte le fonti energetiche, sia convenzionali che rinnovabili; solo la geotermica, la gravitazionale e la nucleare sono da questa indipendenti.

L'utilizzo di energia rinnovabile è destinato chiaramente ad occupare un ruolo di tipo integrativo nella produzione energetica, che potrà acquisire una certa rilevanza.

L'idea di una produzione diffusa è perfettamente adattabile alla caratteristica di presenza sostanzialmente uniforme sul territorio di alcune fonti rinnovabili come il sole e pertanto potenzialmente nobile, perché facilmente utilizzabile anche da regioni povere grazie alla sua inesauribilità, al fatto di essere svincolata da contratti politici internazionali e al fatto che la sua produzione non necessita di alcun materiale d'importanza strategica.

Fornendo una alternativa valida e pressoché inesauribile alle fonti fossili, ancor oggi maggiormente impiegate per la produzione di energia, ovvero il petrolio, il carbone, il gas e il nucleare, il potenziamento dell'apporto da fonti solare fotovoltaica costituisce un obiettivo primario per conseguire una decisa politica di diversificazione delle fonti di energia e di valorizzazione delle risorse Regionali.

I vantaggi dell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili rispetto alle convenzionali fonti non rinnovabili possono essere sintetizzati come segue:

- si tratta di una produzione di energia meno inquinante, in grado di ridurre l'avvelenamento atmosferico e priva inoltre di grandi rischi di incidenti quali contaminazioni radioattive e

disastri ecologici (pulizia delle cisterne delle petroliere nelle vicinanze delle nostre coste; perdite di orimulsion –derivato petrolifero- nel nostro mare etc.);

- le fonti rinnovabili sono meno vincolate agli equilibri politici internazionali in grado di influenzarne sfruttamento e costi, cosa che accade invece per i combustibili fossili;
- nel lungo periodo, le fonti rinnovabili possono essere determinanti sia per ragioni di sicurezza degli approvvigionamenti che per l'acuirsi delle emergenze ambientali;
- le fonti rinnovabili generalmente presentano impatto ambientale trascurabile per quanto riguarda il rilascio di inquinanti nell'aria, nell'acqua e sul suolo;
- l'impegno di territorio, anche se ampio, può essere temporaneo e non provocare effetti irreversibili;
- la natura diffusa delle fonti rinnovabili consente di coniugare produzione di energia e presidio e gestione del territorio contribuendo a contrastare i fenomeni di spopolamento e degrado;
- le fonti rinnovabili offrono la possibilità di un più diretto coinvolgimento delle popolazioni e delle amministrazioni locali, con l'attuazione del concetto di località, e di una ripresa della crescita economica;
- lo sviluppo delle fonti rinnovabili, unitamente alla diffusione delle tecniche di uso efficiente dell'energia, sembra l'unica via verso uno sviluppo sostenibile;
- le fonti rinnovabili creano la possibilità di nuovi posti di lavoro;

Le fonti rinnovabili comprendono la fonte primaria dell'energia solare che investe il nostro pianeta e quelle energie che da essa derivano: idraulica, eolica, delle biomasse, delle onde e delle correnti marine. Altra fonte primaria considerata rinnovabile è l'energia geotermica, che trae origine da fenomeni che avvengono nei sistemi profondi della crosta terrestre.

Il flusso delle energie rinnovabili è dovuto alla radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre la cui entità in un anno pari a 90.000 tw è fino a 15.000 volte superiore all'attuale consumo energetico mondiale.

Per ciascuna fonte, la rinnovabilità varia fra la disponibilità immediata nel caso di uso diretto della radiazione solare ad alcuni anni nel caso delle biomasse.

Le fonti rinnovabili presentano alcuni impatti ambientali e paesaggistici che, in alcuni casi, possono

portare a difficoltà di accettazione.

Tali impatti, confrontati sull'intero ciclo di vita dei sistemi energetici, risultano però essere estremamente ridotti rispetto a quelli delle fonti convenzionali.

La scelta di realizzare un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica, piuttosto che altri tipi di impianti da fonte rinnovabile come quelli eolici, consente di ridurre in maniera sostanziale l'impatto sul paesaggio che costituisce, ad oggi, l'effetto maggiormente discusso.

La produzione di energia elettrica da biomasse implica un uso del suolo molto più esteso: con le biomasse sono necessari 200 ettari per un impianto da un megawatt, mentre ne bastano solo 2,5 per un parco agrivoltaico della stessa potenza. I parchi fotovoltaici sono talmente efficienti che basterebbe poco più dell'uno per cento della superficie agricola nazionale per produrre tutta l'elettricità che si consuma nell'industria e nelle abitazioni di tutta l'Italia.

La realizzazione di impianti eolici, seppure più efficienti, comporta un impatto paesaggistico decisamente più invasivo.

Tabella 7 Matrice Alternative non strutturali

			EFFETTI AMBIENTALI	EFFETTI SOCIO-ECONOMICI		EFFETTI AMBIENTALI	EFFETTI SOCIO-ECONOMICI		EFFETTI AMBIENTALI	EFFETTI SOCIO-ECONOMICI
a. Alternative non strutturali	al fine di realizzare l'obiettivo di rispondere alla domanda energetica e all'inadeguata disponibilità di fonti energetiche	ALTERNATIVA ZERO	• non si verifica consumo di fonti energetiche non rinnovabili • non si produce inquinamento e gas serra	• non offre una soluzione alla domanda energetica • non offre una soluzione all'inadeguata disponibilità di fonti energetiche	POSSIBILI ALTERNATIVE DI INTERVENTO uso di risorse non rinnovabili (1)	• c'è possibilità di grandi rischi di incidenti (contaminazioni radioattive e disastri ecologici) • impatti ambientali per rilascio di inquinanti nell'aria, nell'acqua e sul suolo	• forti vincoli con gli equilibri politici internazionali in grado di influenzarne sfruttamento e costi. • dipendenza energetica della Sardegna e dell'Italia dall'estero per l'energia	PROPOSTA PROGETTUALE uso di risorse rinnovabili	• concorrere a ridurre il consumo di fonti energetiche non rinnovabili • concorrere a ridurre l'inquinamento e la produzione di gas serra • miglioramento biochimico dei suoli • reintroduzioni di antiche specie vegetali del paesaggio agrario • concorrere alla lotta alla desertificazione	• concorrere a rispondere alla domanda interna di energia elettrica • concorrere a ridurre la dipendenza energetica della Sardegna dall'esterno • diversificazione delle fonti energetiche • investire nelle fonti rinnovabili • concorrere all'occupazione

(1) Le possibili alternative non strutturali sono la produzione di energia elettrica tramite impianti che utilizzano risorse non rinnovabili (**carbone, gas naturali e petrolio**)

7.1.2 Alternative di processo o strutturali

- alternative di Progetto;
- fasi temporali (costruzione, gestione, dismissione);
- alternative di input (ad es. materie prime).

Tra tutte le fonti rinnovabili, si può verificare come l'energia fotovoltaica sia attualmente quella che presenta il rapporto costi/benefici più alto non solo in termini economici ma soprattutto ambientali.

A differenza delle centrali idroelettriche, il agrivoltaico non implica la possibilità di grandi rischi di incidenti; gli impianti idroelettrici possono inoltre comportare modifiche al clima, paesaggio e alla vita degli abitanti; l'impatto paesaggistico di un impianto agrivoltaico è certamente meno invasivo di un impianto fotovoltaico, soprattutto nel caso della particolare tecnologia scelta che prevede l'uso di strutture che non superano i tre metri di altezza; l'uso del suolo per l'installazione di un impianto agrivoltaico è molto più ridotto rispetto a quello necessario per ottenere la stessa quantità di energia da biomasse.

Come le altre tipologie di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile, il agrivoltaico concorre a ridurre il consumo di fonti energetiche non rinnovabili e l'inquinamento e la produzione di gas serra; oltre a questo, le specifiche scelte progettuali studiate per la realizzazione di questo impianto nei comuni di Chiaramonti a Martis raggiungeranno i seguenti obiettivi:

- integrazione della produzione energetica fotovoltaica con la produzione Agricola necessaria al fabbisogno aziendale;
- introduzione di specie vegetali poliennali.

Dal punto di vista degli effetti economici e sociali, un'indicazione di quanto tale settore sia maturo e promettente la dà la diminuzione dei costi della produzione di elettricità, che si è avuta negli ultimi vent'anni, derivante dai continui sviluppi tecnologici degli impianti ed in particolare dei moduli e dei pannelli fotovoltaici. Si prevede inoltre che se la produzione dei pannelli avverrà su ancor più larga scala, ci potrà essere una ulteriore diminuzione. L'energia solare fotovoltaica è politicamente nobile, perché facilmente utilizzabile anche da regioni povere grazie alla sua inesauribilità e al fatto di essere svincolata da contratti politici internazionali; inoltre la sua produzione non necessita di alcun materiale d'importanza strategica. Ciò che però potrà far fare realmente un salto di qualità e di quantità allo

sfruttamento dell'energia fotovoltaica è stata la possibilità di convogliare l'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici sulla rete elettrica, offrendo così nuove opportunità anche ai produttori privati e di conseguenza ai piccoli e medi Comuni.

Sotto il profilo tecnologico l'impianto proposto con tecnologia a silicio monocristallino è un impianto di ultima generazione, esso è in grado di mitigare l'impatto ambientale ed ottimizzare lo sfruttamento dei raggi solari grazie al sistema proposto a vela basculante, inoltre da una maggiore resistenza alle intemperie.

L'impianto agrivoltaicoproposto nella sua configurazione finale permetterà di abbattere in maniera significativa le emissioni dei cosiddetti gas serra, principalmente CO₂, responsabili dell'innalzamento della temperatura del pianeta e dunque contribuire alla salvaguardia e alla tutela dell'ambiente.

Tra tutte le fonti rinnovabili, si può verificare come l'energia fotovoltaica sia attualmente quella che presenta il rapporto costi/benefici più basso non solo in termini economici ma soprattutto ambientali.

Un'indicazione di quanto tale settore sia maturo e promettente la dà la diminuzione dei costi della produzione di elettricità, che si è avuta negli ultimi vent'anni, derivante dai continui sviluppi tecnologici degli impianti ed in particolare dei moduli e dei pannelli fotovoltaici. Si prevede inoltre che se la produzione dei pannelli avverrà su ancor più larga scala, ci potrà essere una ulteriore diminuzione. L'energia fotovoltaica è innanzitutto un'energia "pulita" in quanto non emettendo fumi e non contribuendo al rischio di piogge acide e all'effetto serra, come avviene invece attraverso le altre forme di produzione, può essere particolarmente utile per elettrificare la Sardegna.

L'impianto agrivoltaicoproposto nella sua configurazione finale permetterà di abbattere in maniera significativa le emissioni dei cosiddetti gas serra, principalmente CO₂, responsabili dell'innalzamento della temperatura del pianeta e dunque contribuire alla salvaguardia e alla tutela dell'ambiente.

		EFFETTI AMBIENTALI	EFFETTI SOCIO-ECONOMICI		EFFETTI AMBIENTALI	EFFETTI SOCIO-ECONOMICI
b. Alternative di processo o strutturali	POSSIBILI ALTERNATIVE DI INTERVENTO: impianti da biomasse, fotovoltaico, geotermico, idraulico (2)	• concorrono a ridurre il consumo di fonti energetiche non rinnovabili • concorrere a ridurre l'inquinamento e la produzione di gas serra • c'è possibilità di grandi rischi di incidenti (idroelettrico) • impatto paesaggistico più invasivo(fotovoltaico). • uso del suolo molto più esteso (biomasse) • gli impianti idroelettrici possono comportare modifiche al clima, paesaggio e alla vita degli abitanti	• l'energia geotermica e idroelettrica hanno un costo di investimento estremamente elevato	PROPOSTA PROGETTUALE: impianto agri-fotovoltaico	• concorrere a ridurre il consumo di fonti energetiche non rinnovabili • concorrere a ridurre l'inquinamento e la produzione di gas serra • coltivazioni si specie foraggiere poliennali	lo sviluppo del agrivoltaico può diventare un settore economico realmente trainante e contribuire notevolmente sull'occupazione • apre anche la strada allo sviluppo di una diffusa imprenditoria specializzata nelle installazioni fotovoltaiche domestiche e commerciali con un indotto permanente nell'edilizia • si offrono agli agricoltori tre forme diverse di utile derivanti: da produzioni agricole di nicchia su terreni marginali, oggi abbandonati ed incolti, dalla cura del verde e dall'incasso dell'affitto dei terreni • può innescare un processo virtuoso di emulazione imprenditoriale ed orientamento degli investimenti verso un settore produttivo che ha grandi prospettive, • può innescare lo sviluppo nel campo della ricerca e della produzione, con positive ricadute tecnologiche e occupazionali per la regione e contribuendo, allo stesso tempo, alla riduzione dei costi • offre nuove opportunità per le banche locali e i risparmiatori • le banche locali possono indirizzare i propri clienti con strumenti mobiliari idonei verso rendite sicure superiori al 5% all'anno, garantendo la solvibilità della loro partecipazione al finanziamento dei grandi parchi fotovoltaici con strutture simili ad un project financing condiviso da più soggetti.

Tabella 8 Matrice Alternative di processo o strutturali. Le possibili alternative di processo o strutturali per la produzione di energia elettrica tramite impianti che utilizzano risorse rinnovabili (biomasse, fotovoltaico, geotermico, idraulico)

7.1.3 Comparazione progettuali e prestazionali

L'efficienza di conversione è la percentuale di energia contenuta nelle radiazioni solari che viene trasformata in energia elettrica disponibile ai morsetti; per celle commerciali al silicio è in genere compresa tra il 13% e il 17%, mentre realizzazioni speciali di laboratorio hanno raggiunto valori del 34%. Tale valore dipende esclusivamente dalla tecnologia di costruzione della cella e si può avere un'idea delle caratteristiche delle diverse tecnologie dalla tabella seguente:

Tipologia	Rendimento	Vantaggi	Svantaggi
Si monocristallino	21-25%	Alto rendimento, stabilità, tecnologia affidabile	Costo, quantità di materiale necessaria alla fabbricazione, complessità
Si Policristallino	12-14%	Rendimento medio, basso costo, fabbricazione più semplice, miglior occupazione dello spazio	Complessità, sensibilità delle impurità
Si amorfo	4-6% singolo	Basso costo, minore necessità di materiale ed energia nella fabbricazione, buon rendimento con basso irraggiamento, flessibilità	Basso rendimento, degrado iniziale, stabilità negli anni
Cd Te	10%	Basso costo	Tossicità, disponibilità del materiale
CIS (CULNSe2)	12%	Molto stabile	Tossicità (Cd)

Tabella 9 Caratteristiche delle diverse tecnologie di costruzione delle celle

Nel calcolo del rendimento di un impianto bisogna considerare tutti gli elementi di perdita di rendimento. In primo luogo il rendimento del modulo, considerando anche la possibilità che si sporchi nel tempo. Poi va considerato il livello d'insolazione dipendente dalla posizione del modulo rispetto ai raggi solari.

7.1.4 Alternative di localizzazione

Ai fini della ricerca di una localizzazione ottimale per l'impianto fotovoltaico, si è operato sulla scorta dei seguenti criteri generali:

- disponibilità della risorsa solare;
- prossimità alla rete elettrica nazionale;
- accessibilità al sito;
- idoneità d'uso del terreno e compatibilità paesaggistica;
- alternativa "zero".

7.1.4.1 Disponibilità della risorsa solare

Tra i criteri alla base della scelta del sito di ubicazione dell'impianto, come si è detto, vi è la situazione di elevata insolazione media annua dell'area.

L'idoneità della risorsa solare nel sito è stata ampiamente verificata attraverso l'analisi di numerosi dati storici e bibliografici relativi alla zona d'intervento ed a quelle contermini; da tali analisi è emerso che il potenziale di insolazione media annua del sito prescelto è altamente idoneo alla realizzazione del impianto fotovoltaico.

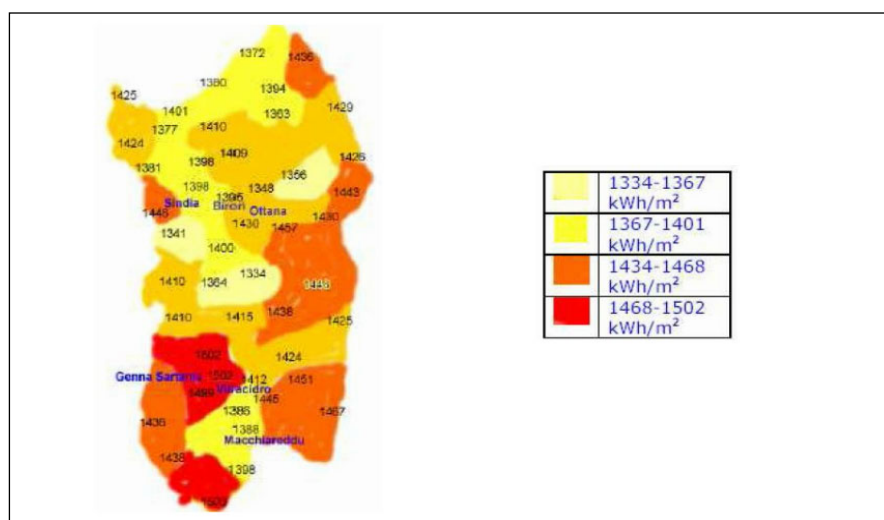
Il diagrammi che seguono riportano il primo l'irradiazione globale annuale per metro quadro su una superficie parallela al suolo espressa in kWh/m², il secondo la resa media giornaliera e resa complessiva annuale in kWh per 1 kW p installato su piano orizzontale, per le maggiori località italiane.

Come si può notare, la Sardegna è tra le regioni italiane con maggiore irradiazione globale annuale.

Nell'area di studio la resa media annuale è pari a 1502 kWh per 1 kW p di agrivoltaico installato sul piano orizzontale

Nel quadro climatico generale, è oltremodo considerato importante valutare la posizione della Sardegna in rapporto alle radiazione solare. Nel presente lavoro i dati relativi all'irraggiamento e alla producibilità stimata

L'energia elettrica producibile in un anno da un impianto agrivoltaico è direttamente proporzionale alla radiazione solare che annualmente incide sull'impianto medesimo. L'ottimizzazione dell'orientamento e dell'inclinazione dei moduli massimizzerà gli effetti di tale radiazione. Il valore medio della radiazione solare è di circa 165 W/m², con i massimi di circa 180 W/m² nelle zone di montagna ed i minimi di 150-170 W/m² nelle basse aree di pianura. Al tal proposito viene proposta una tabella che riporta i dati sulla radiazione solare annua in diversi comuni della Sardegna; i dati sono stati ricavati dal Servizio Agrometeorologico Regionale SAR. Il valore medio della radiazione solare è di circa 165 W/m², con i massimi di circa 180 W/m² nelle zone di montagna ed i minimi di 150-170 W/m² nelle basse aree di pianura.



I dati attuali smentiscono in positivo i dati succitati in quanto, i dati rilevati in quasi tutti gli impianti fotovoltaici

realizzati riportano una radiazione solare di 1600 KWh/KWp.

7.1.4.2 Prossimità alla rete elettrica

Altro criterio localizzativo-logistico considerato è stata la verifica di fattibilità di un allaccio sulla rete elettrica con distanze accettabili, sia per ridurre al minimo le perdite di trasmissione, sia per minimizzare le opere di allaccio ed il conseguente impatto sul territorio.

La consegna alla rete di distribuzione avverrà presso la più vicina cabina in media/bassa tensione mediante cavidotti interrati, realizzati in conformità alle indicazioni di Enel Distribuzione e del Gestore del Sistema Elettrico nazionale (GSE ex GRTN).

La modesta distanza del sito prescelto per la costruzione del parco agrivoltaico dalla rete elettrica nazionale è stata una delle motivazioni determinanti per la sua scelta localizzativa. Infatti, distanze particolarmente brevi, come nel caso de quo, riducono drasticamente i costi d'investimento ed i conseguenti impatti ambientali dovuti alla realizzazione dei cavidotti necessari alla connessione della centrale alla rete di trasmissione nazionale.

L'impianto agrivoltaico sarà collegato in entra-esce su una nuova rete MT: sarà collegato su un lato (linea in cavidotto, 12 km) alla cabina di consegna posta nella in prossimità della SE Terna ubicate in Comune di Tula.

La tavola sul sistema infrastrutturale, allegata alla presente, mostra il tratto di connessione previsto per realizzare l'allaccio dell'impianto.

7.1.4.3 Accessibilità al sito

La prefattibilità dell'intervento dal punto di vista logistico è stata valutata analizzando i collegamenti dell'intervento con le reti infrastrutturali del territorio e individuando la capacità di queste a soddisfare le nuove esigenze indotte dall'intervento proposto. Sono state verificate le capacità di carico delle reti viarie, fondamentali per la fase di costruzione dell'impianto e analizzate le possibilità di allaccio alla rete elettrica nazionale. In particolare sono stati analizzati e misurati i consumi di tutte

le risorse, i materiali e i mezzi necessari alla realizzazione dell'impianto e valutate come molto adatte le caratteristiche di accessibilità carrabile dell'area.

Dal porto industriale di Cagliari o Oristano, possibile luogo d'attracco delle navi preordinate al trasporto delle strutture e moduli fotovoltaici, dipartono tracciati stradali d'ampia sezione (SS131 -SS 679 Sassari Tempio), con assenza di sovrappassi e con raggi di curvatura tali da consentire l'agevole transito dei mezzi pesanti necessari per i trasporti terrestri.

Come può facilmente rilevarsi dalla cartografia di progetto ai fondi interessati alla costruzione degli impianti fotovoltaici si accede direttamente dalla SP 60.

La tipologia e l'estensione dell'impianto implicano inoltre l'accentramento in un unico sito di potenziali energetici rinnovabili piuttosto consistenti con conseguenti economie di scala. Il buon collegamento infrastrutturale, contribuisce a rendere questa zona estremamente adatta all'installazione di impianti fotovoltaici.

7.1.4.4 Idoneità d'uso del terreno e compatibilità paesaggistica

La verifica e l'analisi di questo criterio di scelta, in particolare la compatibilità paesaggistica, ha comportato un ulteriore e più approfondito studio sulle caratteristiche naturali e morfologiche della zona e sul rispetto dei vincoli tesi a contenere al minimo gli effetti modificativi sul suolo. Il fine ultimo che si è inteso raggiungere col presente studio è la ricerca della miglior soluzione atta a consentire la coesistenza dell'impianto industriale e dell'ambiente nel rispetto di quest'ultimo e dell'attuale sistema di sfruttamento e fruizione antropica del sito.

La scelta del sito di ubicazione dell'impianto è stata fatta, prestando particolare attenzione al territorio anche in termini di consenso dei proprietari dei terreni e interessando al progetto numerosi piccoli imprenditori locali.

Il sito è attualmente incolto in grado, quindi, di coesistere con la presenza dell'impianto fotovoltaico. Nella proposta del Progetto agri fotovoltaico, si è optati per l'utilizzo della tecnologia a inseguitore solare adottata consente di ridurre l'occupazione dell'uso del suolo data dall'impianto, rispetto all'utilizzazione di un sistema agrivoltaico fisso tradizionale, che utilizzerebbe in primis il calcestruzzo per la fissazione a terra delle strutture delle stringhe, con conseguente aumento di occupazione di suolo e produzione di rifiuti e aspetto da non sottovalutare, la tecnologia proposta ad inseguimento

solare, permetterà il normale svolgersi del processo fotosintetico che consentirà lo sviluppo delle specie poliennali, come da relazione agronomica allegata. Il progetto agrienergetico proposto pertanto consentirà la coesistenza dell'impianto energetico e allo stesso tempo la coltivazione di colture agronomiche foraggere.

Inoltre l'installazione degli impianti determina una percentuale di suolo effettivamente occupato pari a circa il 10%, riconducibile alle sole strutture di ancoraggio al suolo delle stringhe dei moduli, senza uso di calcestruzzo

La localizzazione e le caratteristiche dell'impianto sono state scelte anche in funzione della valutazione relativa alla compatibilità paesaggistica condotta in sede di prefattibilità dell'interventi. La verifica di prefattibilità ha messo in evidenza che il sito su cui insiste il presente progetto con le sue caratteristiche qualitative e dimensionali risulta ottimale e non insistendo tra l'altro né su beni, né su aree vincolate.

L'analisi *in situ*, lo studio delle foto panoramiche dell'area di intervento, i foto inserimenti con opportuni render, lo studio delle relazioni con le zone sensibili dal punto di vista paesaggistico o storico-culturale, di seguito riportati hanno dato modo di constatare che l'impianto, una volta realizzato, non sarà visibile da punti sensibili non dando comunque luogo a considerevoli alterazioni dell'assetto paesaggistico.

L'impatto visivo dell'impianto è mitigato inoltre in modo pressoché totale dalle alberature già presenti su tre lati, che circonda quasi l'intero sito e dalla scelta di posizionare i pannelli fotovoltaici a poca distanza da terra. A ciò si aggiunga che le variazioni apportate al Progetto, con il sistema ad inseguimento adottato implicano una notevole attenuazione dell'impatto visivo poiché, sono previste strutture fisse di altezza massima pari a circa 4,5 m s.l.m., mentre il pannello agrivoltaico avrà una distanza da terra di 50 cm.

In conseguenza di ciò, le potenziali alterazioni dell'assetto paesaggistico derivanti dall' "emergenza visiva generata" e cioè dalla variazione di altezza media sul piano di campagna e dalla variazione della percezione dell'area di intervento sullo sfondo del paesaggio, risultano notevolmente ridotte.

Per quanto riguarda il potenziale impatto visivo dovuto alla presenza delle strutture del nuovo impianto esso può essere, in linea generale, attribuito principalmente a due fattori:

Al fine di definire gli eventuali impatti paesaggistici, oltre all'individuazione di quelle caratteristiche

uno studio approfondito sulla qualità e il tipo di paesaggio in cui il progetto va a collocarsi. Sono stati analizzati la riconoscibilità e integrità di caratteri peculiari e distintivi (naturali, antropici, storici, culturali, simbolici,...), le qualità visive, sceniche e panoramiche, i caratteri di rarità, il degrado (perdita, deturpazioni di risorse naturali e di caratteri culturali, storici, visivi, morfologici, testimoniali) e il fatto che esso sia più o meno aperto.

Lo studio ha condotto all'identificazione dei potenziali effetti del progetto sulla componente paesaggio, non solo relativamente alla presenza fisica delle strutture del nuovo impianto agrivoltaico in fase di esercizio ma anche alla presenza del cantiere, dei macchinari di lavoro e degli stoccaggi di materiale durante la fase di realizzazione.

Infine, come si è già detto, dalla stima degli impatti e dall'analisi costi/benefici diretti ed indiretti, la realizzazione dell'impianto e gli scarsi impatti ambientali, l'occupazione di suolo e gli effetti sulla modificazione del paesaggio che ne derivano risultano compensati dai benefici apportati. L'ufficio Regionale di Tutela del Paesaggio ha già espresso parere positivo sull'esecuzione del progetto.

7.1.5 Alternativa di progetto con impianto fotovoltaico al suolo fisso

In sede di valutazione delle alternative progettuali si è tenuto conto anche della possibilità di realizzare un impianto agrivoltaico a terra fisso, su una superficie di 84 ettari, con basamenti in calcestruzzo. Questo tipo di impianto è certamente più impattante rispetto a quello di progetto, determinando una maggiore impatto sul suolo, con una maggiore occupazione, un aumento dell'effetto "isola di calore", la perdita della risorsa idrica derivante dalla pulizia dei pannelli, che invece nel progetto presentato viene captata direttamente dalle essenze foraggere e cerealicole presenti, determinando anche un maggiore impatto anche in fase di decommissioning, dovuto allo smaltimento dei basamenti in calcestruzzo. Inoltre sarebbe in contrasto con la normativa vigente dove invece è necessario rendere più agevole anche il passaggio dei mezzi agricoli, in particolare quelli deputati allo sfalcio, prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale. Inoltre essendo i moduli fissi e prossimi al suolo è maggiore anche l'effetto "isola di calore" che potrebbe verificarsi.

7.1.6 Alternativa zero

Secondo la definizione fornita anche dalla letteratura l'*alternativa zero* è rappresentata "dall'evoluzione possibile dei sistemi ambientali in assenza dell'intervento.", l'*alternativa zero* deve essere confrontata con le diverse ipotesi di realizzazione dell'opera stessa.

Rimandando alle considerazioni sviluppate nell'ambito del Quadro di riferimento ambientale per una più esaustiva analisi del contesto in cui si inserisce il progetto proposto, si vuole nel seguito delineare la prevedibile evoluzione dei sistemi ambientali interessati dal progetto in assenza dell'intervento.

L'impianto in esame, sebbene ricadente all'interno di una vasta area di interesse paesaggistico-ambientale, andrà ad inserirsi in un ambito ristretto ormai denaturalizzato e come detto attualmente incolto.

Come conseguenza, in assenza dell'intervento proposto, a fronte di modesti benefici ambientali conseguenti alla conservazione delle ordinarie caratteristiche ecologiche del sito, svanirebbe l'opportunità di realizzare un impianto ambientalmente sicuro ed in grado di apportare benefici certi e tangibili in termini di riduzione globale delle emissioni da fonti energetiche convenzionali, nonché dalla produzione agricola. A ciò si aggiunga la rinuncia alle opportunità socio- economiche, sottese dalla realizzazione dell'opera in un vicino contesto industriale. In questo senso, infatti, l'intervento potrebbe contribuire sensibilmente a migliorare l'immagine dell'area di Progetto a vocazione agricola pastorale favorendo l'auspicabile processo di sviluppo agricolo sostenibile del territorio ed esercitando un'azione attrattiva per nuovi investimenti, eventualmente correlati allo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili. I nuovi obiettivi comunitari ed internazionali per diminuire la dipendenza energetica da stati con democrazie instabili o con scenari bellici, hanno portato ad accelerare il processo di transizione energetica verso le rinnovabili.

La bontà delle motivazioni che hanno condotto alla scelta delle soluzioni insite nel progetto oggetto del presente Studio è pertanto evidente e giustificata anche tramite il confronto tra le trasformazioni implicate dalla realizzazione del progetto stesso e le trasformazioni che si presume potrebbero verificarsi a seguito dell'adozione di un progetto alternativo o della opzione zero.

7.2 ANALISI MULTICRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POSSIBILI

La matrice è stata costruita dando a ciascun aspetto ambientale un peso, che può essere positivo o negativo, a seconda della significatività dell'impatto. Ad un impatto positivo è assegnato un segno +, ad un impatto negativo un segno -. Maggiori sono gli impatti, maggiori saranno i segni +/- presenti nella cella.

Progetto presentato:

Tabella 10 Analisi multicriteri del progetto

PROGETTO PRESENTATO - Centrale AGRIFOTOVOLTAICA									
	Caratteristiche di sensibilità			SENSIBILITÀ	Caratteristiche di grandezza			GRANDEZZA	SIGNIFICATIVITÀ
	Normative e linee guida esistenti	Valore sociale	Vulnerabilità per modifiche		Intensità e direzione	Estensione spaziale	Durata		
Avifauna a chirotteri	****	***	***	***	--	***	****		
Altri animali	****	**	**	**	--	***	***		
Sedimento, suolo e sistemi idrici	****	***	**	**	-	*	*	-	-
Clima e qualità dell'aria	****	*	*	*	-	*	**	+++	+++
Utilizzo del territorio	****	**	**	**	-	****	***	-	-
Patrimonio paesaggistico e culturale	****	***	**	**	--	**	****	-	-
Traffico	*	*	*	*		*			
Rumore	***	*	**	*	-				
Condizioni di vita	****	****	**	**	+++	**	****	+++	+++
Attività ricreative	***	***	*	*	++	***	***	++	++
Economia locale e occupazione	****	****	**	****	++	****	****	++	+++
Sicurezza	****	***	**	***	+	**	***	+	+

Alternativa di progetto – fotovoltaico fisso a terra:

PROGETTO PRESENTATO - Centrale FOTOVOLTAICA FISSA A TERRA									
	Caratteristiche di sensibilità			SENSIBILITÀ	Caratteristiche di grandezza			GRANDEZZA	SIGNIFICATIVITÀ
	Normative e linee guida esistenti	Valore sociale	Vulnerabilità per modifiche		Intensità e direzione	Estensione spaziale	Durata		
Avifauna a chiroteri	****	***	***	***	--	***	****		
Altri animali	****	**	**	**	--	***	***	-	-
Sedimento, suolo e sistemi idrici	****	***	**	**	-	*	*	---	- - -
Clima e qualità dell'aria	****	*	*	*	-	*	**	+	+
Utilizzo del territorio	****	**	**	**	-	****	***	---	- - -
Patrimonio paesaggistico e culturale	****	***	**	**	--	**	****	-	-
Traffico	*	*	*	*		*			
Rumore	***	*	**	*	-				
Condizioni di vita	****	****	**	**	+++	**	****	+++	+++
Attività ricreative	***	***	*	*	++	***	***	++	++
Economia locale e occupazione	****	****	**	****	++	****	****	++	+++

Tabella 11 Analisi multicriteri dell'alternativa di progetto – impianto fotovoltaico fisso a terra

7.3 AZIONI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI CONDOTTI SIN DALLA FASE DI PREFATTIBILITÀ, DI PROGETTO, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO

Di seguito s'illustrano le azioni di mitigazione proposte:

- a. Le piste interne saranno realizzate con fondo in materiale drenante naturale.
- b. Tutte le dorsali di media tensione e quella in alta tensione di collegamento all'ampliamento della Stazione Elettrica saranno interrata e realizzate utilizzando per quanto possibile la viabilità esistente.
- c. Il sito prescelto è lontano da centri abitati.
- d. Nella scelta dell'ubicazione di un impianto è stato considerato, compatibilmente con i vincoli di carattere tecnico e produttivo, la distanza da punti panoramici o da luoghi di alta frequentazione da cui l'impianto può essere percepito.
- e. le linee elettriche di collegamento saranno tutte interrate e saranno ridotte al minimo numero possibile. Dalle valutazioni preliminari effettuate al momento non sono stati individuate motivazioni ostative alla realizzazione delle dorsali interrate.
- f. Gli scavi e sbancamenti saranno limitati a quelli necessari per la realizzazione delle opere previste; per il riutilizzo dei terreni scavati è stato predisposto un piano di riutilizzo di rocce e terre da scavo. Nella fase di cantiere tutte le aree saranno continuamente bagnate per evitare la dispersione delle polveri.
- g. Si avrà cura di contenere i tempi per la costruzione compatibilmente con le condizioni atmosferiche in grado di influenzare la durata degli interventi.
- h. Per il trasporto dei vari componenti sarà utilizzata in parte la viabilità esistente che sarà adeguata, laddove necessario, agli ingombri dei mezzi utilizzati.
- i. Il cantiere sarà allestito in modo di occupare la minima superficie del suolo, si provvederà alla ricostituzione adeguata del profilo del suolo nelle zone da ripristinare post cantiere;
- j. Si escludono ovunque l'utilizzo di pavimentazioni impermeabilizzanti.

8. RIEPILOGO DEGLI ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI DEL PROGETTO

Quadro economico, con specificazione anche rispetto a:

- Oneri della sicurezza
- Rilievi, accertamenti e indagini
- Imprevisti
- Acquisizione aree o immobili, indennizzi;
- Spese tecniche;
- Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche e collaudi
- Collaudi

8.1 GENERALITÀ

Le voci più importanti che concorrono alla realizzazione di un quadro economico per la realizzazione di un parco fotovoltaico, possono essere attribuiti agli investimenti iniziali e di sviluppo della promozione (studio di fattibilità, costi di progettazione, autorizzazioni/concessioni, costo dei moduli fotovoltaici, ecc.) ed alla gestione (costi di manutenzione ordinaria e straordinaria, affitto dei terreni, ecc.).

Per quel che concerne i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria va detto che questi vengono definiti attraverso dei contratti di “service” tra il committente e il fornitore dei moduli fotovoltaici, inverter. Tali contratti prevedono la manutenzione ordinaria del campo fotovoltaico, con controlli periodici e revisione delle apparecchiature meccaniche ed elettriche. La manutenzione straordinaria è, solitamente, inserita parzialmente nei contratti di service. Tali contratti, inoltre, vengono stipulati all’acquisto dei moduli fotovoltaici ed hanno una durata di 10 anni. Saranno previsti, all’interno del contratto, anche dei corsi di formazione e specializzazione per gli operai della maintenance.

Tra le voci di costo, in fase iniziale, si prevede anche la fase di smontaggio delle componenti del campo fotovoltaico.

8.2 COSTI DELL’INVESTIMENTO INIZIALE

Ai fini della realizzazione di un impianto agrivoltaico, quindi, del suo avviamento, i costi maggiori da sostenere sono concentrati nella fase autorizzativa-promozionale e di costruzione.

Nel suo complesso l’investimento può essere così suddiviso:

- attività di sviluppo e promozione;
- acquisizione moduli fotovoltaici, inverter e componentistica varia;
- realizzazione opere accessorie ed infrastrutturali;
- collegamento alla rete elettrica.

La spesa maggiore dell'intero investimento consiste nell'acquisizione dei moduli fotovoltaici e degli inverter; per quanto concerne, invece, la realizzazione delle opere accessorie, delle infrastrutture e della connessione alla rete, queste dipendono essenzialmente dalla complessità del sito ed in particolare: accessibilità con i mezzi pesanti, morfologia e natura del suolo, distanza di connessione dalla rete elettrica, ecc.

8.3 SVILUPPO DELL'INIZIATIVA

Lo sviluppo dell'iniziativa consiste nell'individuazione del sito, nella valutazione dei vincoli ambientali e non presenti sul territorio, nella sua valutazione della radiazione solare attraverso una campagna di misurazione del potenziale agrivoltaico della zona, nella progettazione dell'impianto, nell'ottenimento di tutte le autorizzazioni necessarie alla realizzazione dell'impianto stesso, dalla Valutazione d'Impatto Ambientale alla Autorizzazione Unica, come da normativa nazionale (Dlgs 387/03).

Anche se, nel complesso, dal punto di vista economico rappresenta solo il 5% circa dell'investimento totale, in realtà la sua importanza è grande in quanto una errata valutazione del sito potrà avere ripercussioni enormi sulla producibilità dell'impianto stesso. Per il suo difficile sviluppo e per le innumerevoli esternalità che caratterizzano questa fase, i tempi stimati sono quasi sempre superiori ad un anno.

8.4 INSTALLAZIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Nell'economia generale dell'investimento l'acquisto dei moduli fotovoltaici rappresenta i $\frac{3}{4}$, circa, dello stesso.

Il tipo di moduli da installare varia da diversi fattori, dalla maggiore performance elettrica alla sua resistenza nel tempo ai fattori esterni.

8.5 OPERE ACCESSORIE ED INFRASTRUTTURE

I costi relativi alle opere accessorie ed alle infrastrutture sono, generalmente, molto variabili in quanto dipendono dalle caratteristiche del sito e dalla sua complessità. Bisogna tener presente, infatti, che per realizzare di fondazioni ove previste gli scavi per i cavidotti, la viabilità necessaria per raggiungere le postazioni, la morfologia e la natura del terreno possono influenzare anche parecchio questi costi.

Se da un lato, inoltre, l'accessibilità impatta sui costi di trasporto e sull'organizzazione del cantiere, dall'altro la distanza dalle linee elettriche esistenti o da costruire determina i costi di trasmissione alla rete elettrica.

L'impianto agrivoltaico in oggetto è ubicato in un'area dotata di idonea viabilità perché le strade utilizzate per raggiungerlo, provinciali, sono tutte in buone condizioni e non presentano punti estremamente critici da adeguare.

8.6 L'ALLACCIAMENTO

Il gestore della rete propone la soluzione per la connessione alla RTN ed individua le parti di impianto necessarie:
Impianti di rete per la connessione;
Impianti di utenza per la connessione.

Per impianto di rete per la connessione si intende la porzione di impianto per la connessione di competenza del gestore di rete, con obbligo di connessione a terzi; con una parola la sottostazione. Con il termine, invece, impianto di utenza per la connessione ci si riferisce alla porzione di impianto per la connessione la cui realizzazione, gestione, esercizio e manutenzione rimangono di competenza del soggetto richiedente la connessione; con una parola l'edificio di controllo.

I fattori che caratterizzano la connessione alla RTN sono:

- potenza di connessione;
- livello di tensione al quale viene realizzata la connessione;
- tipologia dell'impianto per il quale è stato richiesto l'accesso alle infrastrutture di reti elettriche, con riferimento all'immissione o al prelievo di energia elettrica;
- tipologia della rete elettrica esistente;
- eventuali aspetti riguardanti la gestione e la sicurezza del sistema elettrico.

I gestori di rete individuano le tipologie degli impianti di rete per la connessione che possono essere progettati e realizzati a cura dei soggetti richiedenti la connessione, alle condizioni economiche fissate dall'Autorità.

Gli impianti di rete per la connessione realizzati dal soggetto richiedente sono resi disponibili al gestore di rete per il collaudo e la conseguente accettazione, nonché per la gestione, secondo la normativa vigente per la rete interessata dalla connessione, attraverso appositi contratti stipulati tra il soggetto richiedente la connessione ed il gestore medesimo, prima dell'inizio della realizzazione.

Il soggetto richiedente la connessione alla rete di un impianto elettrico, o la modifica della potenza di una connessione esistente, presenta detta richiesta al Gestore della rete o all'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale.

L'importo complessivo è estremamente variabile ed è strettamente correlato a:

- potenza dell'impianto;
- obbligo di progettazione di impianti di rete;
- tipologia di sottostazioni;
- tipologia della rete (ad alta o media tensione);
- lunghezza del cavidotto interrato;
- numero di linee di cavo interrato;
- eventuali linee aeree.

E' previsto l'allacciamento alla stazione posta in prossimità del parco eolico esistente gestito da Enel Green Power "Sa Turrina Manna" in agro di Tula (SS).

8.7 COSTI DI FUNZIONAMENTO E PRODUZIONE

I costi di funzionamento e di produzione sono relativi a:

- Costi di mantenimento in esercizio dell'impianto e di manutenzione dello stesso;
- Costi di produzione dell'energia elettrica;
- Costi sostenuti per il canone di concessione all'Ente concedente;
- Costi esterni (impatto ambientale);
- Costi di dismissione.

I costi di funzionamento di un impianto agrivoltaico riguardano, essenzialmente, l'amministrazione, il canone agli Enti locali ed ai proprietari dei terreni sui quali sono installati i moduli fotovoltaici, i premi assicurativi e la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto stesso.

Per quel che concerne l'esercizio dell'impianto, va detto che con le moderne tecnologie gli impianti sono ormai controllati a distanza e non richiedono presidi permanenti sul sito.

In relazione, invece, alla manutenzione, va detto che gli attuali moduli fotovoltaici sono realizzati per funzionare per tutta la vita dell'impianto prevista in 30 anni.

Dopo un periodo iniziale di garanzia, in genere tre anni, coperto dal costruttore, alcuni gestori d'impianti fotovoltaici stipulano un contratto di servizio con società specializzate nella manutenzione.

8.8 QUADRO ECONOMICO D'IMPIANTO (ART. 32 DPR N°207/2010)

QUADRO ECONOMICO GENERALE Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti (costi realizzazione + dismissione impianto)	24.113.168,50 €	10%	26.524.485,35 €
A.2) Oneri di sicurezza	140.092,98 €	10%	154.102,28 €
A.3) Opere di mitigazione	150.000,00 €	10%	165.000,00 €
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	120.000,00 €	10%	132.000,00 €
A.5) Opere connesse	0,00 €	10%	0,00 €
TOTALE A	24.523.261,48 €		26.975.587,63 €
B) SPESE GENERALI			
B.1) Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità	180.000,00 €	22%	219.600,00 €
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	90.000,00 €	22%	109.800,00 €
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	100.000,00 €	22%	122.000,00 €
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (includere le spese per le attività di monitoraggio ambientale)	90.000,00 €	22%	109.800,00 €
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)	170.000,00 €	22%	207.400,00 €

B.6) Imprevisti	180.000,00 €	22%	219.600,00 €
B.7) Spese varie	110.000,00 €	22%	134.200,00 €
TOTALE B	920.000,00 €		1.122.400,00 €
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (...specificare) oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero.	0,00 €	22,00%	0,00 €
"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A + B + C)	25.443.261,48 €		28.097.987,63 €

Per un totale di 25.443.261,48 IVA esclusa.

9. DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE E DI RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Prima di descrivere nel dettaglio le operazioni di dismissione, è necessario premettere che tutti i Fornitori saranno coinvolti dal Responsabile Ambientale nella verifica dell'integrità delle superfici di pavimentazioni, fusti, serbatoi, trincee all'interno del sito oggetto di dismissione. Durante l'esecuzione delle attività previste dal piano di dismissione, ciascun Fornitore dovrà prestare attenzione e tempestivamente informare il R.A. qualora osservasse la presenza di condizioni/situazioni che potrebbero indicare la presenza di potenziali vie di migrazione preferenziali verso il sottosuolo. In tal caso si dovranno immediatamente sospendere le attività di dismissione che possano portare alla migrazione di rifiuti nell'area osservata valutando con attenzione la possibilità di proseguire con l'attività ovvero notificare l'evento alle Autorità competenti ed attuare le misure di prevenzione necessarie, secondo quanto previsto dall'attuale vigente normativa, D.lgs. 152/06, art. 242 e s.m.i.

Per la dismissione del parco agrivoltaico si prevedono le seguenti fasi operative:

9.1 SEQUENZA DELLE FASI DI DISMISSIONE

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili in:

1. disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica;
2. messa in sicurezza degli generatori PV;
3. smontaggio delle apparecchiature elettriche in campo;
4. smontaggio dei quadri di parallelo, delle cabine di trasformazione e della cabina di campo;
5. Smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno;
6. Impacchettamento moduli mediante contenitori di sostegno;
7. Smontaggio sistema di illuminazione;
8. Smontaggio sistema di videosorveglianza;
9. Rimozione cavi da canali interrati;
10. Rimozione pozzetti di ispezione;
11. Rimozione parti elettriche dai prefabbricati per alloggiamento inverter;
12. Smontaggio struttura metallica;
13. Rimozione del fissaggio al suolo;
14. Rimozione manufatti prefabbricati;
15. Rimozione recinzione;
16. Rimozione ghiaia dalle strade;

17. Ripristino dell'area, piste, cavidotto;
18. Consegna materiali a ditte specializzate allo smaltimento;
19. Sistemazione del terreno e preparazione del terreno alla coltivazione.

9.2 ATTIVITÀ PRELIMINARI

Le attività di dismissione e ripristino presuppongono una dettagliata programmazione delle attività in relazione alla gestione del cantiere, attivando una fase preliminare che consenta di operare una preparazione generale del sito.

Sarà necessario creare un centro operativo di riferimento in cui mettere in atto le attività di coordinamento e programmazione, nonché tutti i riferimenti necessari per lo svolgimento delle attività (tabelle dei numeri telefonici utili o di emergenza, nominativi e riferimenti delle ditte presenti, le licenze, i programmi di lavoro, l'avvio e la fine dei lavori, i nomi dei responsabili ed i numeri di telefono da contattare).

Una volta organizzato il cantiere, occorre procedere all'interruzione dei collegamenti con la sottostazione di consegna ed alla preparazione dell'area di cantiere (aree da impiegare per lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti, per il parcheggio dei mezzi e le apparecchiature operative).

Poiché prima dello smantellamento e delle demolizioni il parco deve presentarsi come un insieme di strutture ed impianti puliti, scollegati e non pericolosi, la successiva fase preparatoria prevede lo sgombero e la rimozione di potenziali contaminanti ambientali presenti nell'area e nelle apparecchiature (rifiuti e residui).

Successivamente alla identificazione/caratterizzazione dei rifiuti e delle materie prime giacenti, i materiali saranno movimentati e raggruppati in aree di deposito temporaneo, appositamente predisposte, e successivamente smaltiti in conformità con la legislazione vigente. I rifiuti saranno disposti separatamente a seconda della tipologia, evitando il deposito in aree contigue di sostanze in grado di reagire tra loro.

9.3 BONIFICA IMPIANTI E MACCHINARI

Per bonifica di impianti e macchinari si intendono le attività necessarie per rendere questi componenti puliti, scollegati elettricamente, in definitiva non pericolosi. Le attività principali da eseguire saranno:

- verifica preliminare, mediante rilevatore, di assenza di vapori infiammabili e rilascio da parte di personale autorizzato della certificazione "gas free";
- analisi degli schemi d'impianto, individuazione della strategia d'intervento e identificazione di tutti i circuiti che collegano i diversi dispositivi;

- aspirazione e raccolta delle acque di lavaggio prodotte nella fase di pulizia e recupero di depositi oleosi, compreso lo stoccaggio in bidoni.

Terminate le operazioni di cui sopra gli impianti ed i macchinari saranno privi di contaminanti ed i residui della pulizia (acque di lavaggio, residui inquinanti, teli protettivi ecc.) saranno raccolti in aree temporanee di stoccaggio e successivamente smaltiti in accordo alla normativa ambientale vigente.

Le attività di dismissione includeranno l'abbattimento delle coibentazioni in fibra minerale artificiale eventualmente presenti negli isolamenti, mettendo in atto un programma di monitoraggio preventivo dell'aria, in fase costruttiva e periodico.

In tale piano di dismissione non sono state considerate attività riguardanti bonifica, rimozione e smaltimento di materiali contenenti amianto, poiché in Italia l'utilizzo di amianto nei materiali di costruzione è stato bandito nel 1992 e pertanto non ne è prevista la presenza all'interno del parco di nuova costruzione.

9.4 INTERVENTI DI RIMOZIONE E DEMOLIZIONE

Una volta ottenute strutture ed impianti puliti secondo le attività precedentemente descritte sarà possibile procedere con gli interventi di rimozione e demolizione degli stessi. Si prevede lo smontaggio e rimozione dei macchinari, degli impianti ed eventuali serbatoi fuori terra, l'attività di pulizia delle superfici, la demolizione degli edifici e delle strutture interrato.

9.4.1 Smontaggio e rimozione di macchinari e impianti

L'attività di dismissione ha l'obiettivo di consentire la demolizione/rottamazione degli impianti senza rischi per i lavoratori o per l'ambiente, correlati alla presenza di residui di processo e di rifiuti nelle varie parti del parco.

L'attività di dismissione degli impianti avrà luogo secondo le fasi logiche di seguito elencate:

- verifica di assenza di vapori infiammabili, tramite rilevatore;
- delimitazione delle varie aree di lavoro, nel rispetto del piano operativo di sicurezza;
- verifica di disconnessione di tutte le alimentazioni elettriche;
- acquisizione di tutti gli schemi di processo e individuazione della strategia di intervento;
- definizione delle sequenze di intervento;
- collegamento del circuito/apparecchiatura da recuperare ai sistemi di spurgo e di raccolta di eventuali liquidi residui a seguito delle attività di bonifica descritte in precedenza.

La demolizione delle parti metalliche, carpenteria ed impianti, tubazioni, etc., verrà suddivisa in due parti:

- operazioni a freddo: usando mezzi operativi quali escavatrici a ruota su camion dotate di cesoie per materiali ferrosi;

- operazioni a caldo: effettuate dal personale impiegando cannello ossipropánico, previa verifica che non vi siano materiali, residui e/o inquinanti né vapori infiammabili, o qualunque altra cosa che possa innescare fiamme o esplosioni o il rilascio di gas nocivi. Quotidianamente, per ciascuna operazione a caldo, saranno rilasciati degli appositi permessi dal responsabile di cantiere, dopo aver effettuato un'ispezione visiva dell'area di lavoro;

Le attività sui macchinari e sugli impianti includeranno, tra l'altro la rimozione dei cavi elettrici e trasmissione dati, delle tubazioni idrauliche e dell'aria (dove presenti). Le tubazioni aperte saranno chiuse con flange cieche, tutte le vasche e trincee saranno riempite di terreno non contaminato e protette superiormente mediante lastre di cemento armato con rete metallica.

9.4.2 Rimozione dei pannelli fotovoltaici

I materiali tecnologici elettrici ed elettronici verranno smaltiti secondo direttiva Europea 2012/19/CE– recepita in Italia con il Dlgs 49/2014. Il prodotto più tecnologicamente sviluppato e maggiormente presente in peso nel campo è il modulo fotovoltaico: è stata istituita un'associazione/progetto di produttori di celle e moduli fotovoltaici, chiamata PV-Cycle. L'associazione consta al momento di circa 40 membri tra i maggiori paesi industrializzati, tra cui TOTAL, SHARP, REC e molti altri giganti del settore. Il progetto si propone di riciclare ogni modulo a fine vita. Sono attualmente attive 2 linee di riciclaggio sperimentale avviate dalle società First Solar e SolarWorld. Il costo dell'operazione è previsto da sostenersi a cura dei produttori facenti parte dell'associazione.

Per quanto riguarda lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici montati sulle strutture fuori terra l'obiettivo è pertanto quello di riciclare pressoché totalmente i materiali impiegati. Infatti circa il 90 – 95 % del peso del modulo è composto da materiali che possono essere riciclati attraverso operazioni di separazione e lavaggio; i principali componenti di un pannello agrivoltaico sono:

- Silicio;
- Componenti elettrici;
- Metalli;
- Vetro;

Le operazioni previste per la demolizione e successivo recupero/smaltimento dei pannelli fotovoltaici consisteranno nello smontaggio dei moduli ed invio degli stessi ad idonea piattaforma che effettuerà le seguenti operazioni di recupero:

- recupero cornice di alluminio;
- recupero vetro;
- recupero integrale della cella di silicio o recupero del solo wafer;
- invio a discarica delle modeste quantità di polimero di rivestimento della cella.

9.4.3 Rimozione 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. 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.

9.4.4 Attività di lavaggio

Durante le attività di dismissione si procederà al lavaggio a pressione di tutte le pavimentazioni ed i muri degli edifici indipendentemente dal fatto che siano o meno oggetto di demolizione.

Le attività di pulizia includeranno la rimozione preliminare dei materiali di contaminazione grossolana, tra cui detriti, scorie, sporcizia e fango, dalle superfici di colonne, muri, pavimenti, pozzi neri, tramite semplici mezzi meccanici (ad esempio scope e aspiratori). Una volta terminate le operazioni di rimozione dei rifiuti grossolani, le aree di lavoro saranno preparate tramite lavaggio, dopo aver tappato tutti gli scarichi e tutti i tubi aperti al fine di prevenire la dispersione delle acque di lavaggio o di risciacquo dell'area di decontaminazione.

Le attività di lavaggio saranno effettuate tramite lavaggio a vapore ed a macchina; ove necessario, le attività di pulizia includeranno anche la scarifica. Dopo il lavaggio e risciacquo di muri, pavimenti e pilastri, l'acqua sarà aspirata e le aree bagnate saranno asciugate. Tutti i rifiuti inclusi i fanghi, le acque di risciacquo e quelle di lavaggio, saranno raccolti da una ditta incaricata, posti in contenitori e gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia.

9.4.5 Demolizione degli edifici, dei basamenti e delle strutture interrato

Al termine delle attività di lavaggio nei siti ove esso sia necessario e dopo aver smantellato e rimosso le varie componenti degli impianti, si procederà alla demolizione degli edifici, dei basamenti e delle strutture interrato, procedendo secondo la seguente sequenza:

- demolizione delle strutture civili esterne (fabbricati);
- demolizione dei supporti, basamenti, vasche interrato, sottoservizi.

I detriti inerti derivanti dall'attività di demolizione potranno essere conferiti presso un centro di recupero, sempre in sinergia con i principi dell'economia circolare..

9.5 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL SITO

Secondo l'attuale destinazione urbanistica, il Parco agrivoltaico insiste su un'area a destinazione agricola.

Le attività di produzione di una centrale fotovoltaica non producono rifiuti contaminanti significativi pertanto la eventuale caratterizzazione di suolo e sottosuolo sarà limitata ad alcune aree in prossimità della stazione elettrica, qualora si siano verificati incidenti e/o versamenti significativi di oli lubrificanti. Per quanto sopra, prima di concludere tutte le attività di demolizione (a valle della rimozione delle apparecchiature e degli impianti e dopo la pulizia delle superfici) verrà effettuata una caratterizzazione seppur minimale del suolo e del sottosuolo, al fine di valutare la conformità del terreno e delle acque ai limiti normativi (CSC, Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previsti dalla vigente normativa e di seguito specificati:

- Terreni- CSC Indicate dal D.Lgs. 152/06, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1, colonna A, per i siti a destinazione Verde pubblico, privato e residenziale;
- Acque: CSC indicate dal D.Lgs. 152/06, Titolo V, Allegato 5, Tabella 2.

La caratterizzazione consisterà nella realizzazione di un modesto numero di sondaggi e piezometri all'interno dell'area di studio, per il successivo campionamento del terreno e delle acque di falda da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio. I risultati ottenuti saranno confrontati con i limiti normativi precedentemente indicati.

Inoltre, qualora durante le diverse fasi di dismissione si osservassero condizioni che possano indicare mancanza di integrità delle superfici o si verificassero situazioni tali da essere potenzialmente in grado di contaminare le matrici ambientali (suolo e/o acque) del sito, il Responsabile Ambientale provvederà a darne tempestiva comunicazione alle Autorità competenti e ad attuare le misure di prevenzione necessarie, secondo quanto previsto dall'attuale vigente normativa, D.Lgs. 152/06, ad. 242.

In tal modo si darà inizio all'iter previsto per la bonifica dei siti contaminati e dovranno essere predisposti i relativi documenti da sottoporre ad approvazione degli Enti competenti.

Analogamente a quanto precedentemente indicato nel presente paragrafo, la verifica di conformità della matrice terreno sarà effettuata confrontando i valori di concentrazione ottenuti per i vari parametri sui campioni di terreno prelevati durante le indagini preliminari, con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previsti dall'attuale normativa vigente per i siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (D.Lgs. 152/06, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1, colonna A). In merito alle acque di falda, i valori di concentrazione ottenuti saranno confrontati con i valori di Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previsti dall'attuale D.Lgs. 152/06, Titolo V, Allegato 5, Tabella 2. A valle delle attività di Messa in Sicurezza e dell'esecuzione delle indagini preliminari, si potrà verificare una delle seguenti situazioni:

- a) tutti i valori di concentrazione sono inferiori alle CSC (sia per le acque che per i terreni): in tal caso verrà richiesta la chiusura dell'iter di bonifica;
- b) anche solo un valore di concentrazione superiore alle CSC (per le acque e/o per i terreni): in tal caso

si dovrà procedere con il Piano di Caratterizzazione dei sito.

Il Piano della Caratterizzazione, come già anticipato dovrà essere presentato agli Enti competenti per approvazione, prima della sua realizzazione. Il Piano della Caratterizzazione consiste nella realizzazione di un congruo numero di sondaggi e piezometri all'interno dell'area di studio, per il successivo campionamento del terreno e delle acque di falda da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio. I risultati ottenuti saranno confrontati con i limiti normativi precedentemente indicati. Tali indagini ambientali permetteranno di accertare e definire la tipologia, l'entità e l'estensione della potenziale contaminazione delle matrici ambientali (suolo/acque).

9.6 SMALTIMENTO DEI RIFIUTI

Le attività di raccolta, caratterizzazione e smaltimento liquidi, residui da vasche interrato e/o serbatoi fuori terra, terreno scavato per la rimozione delle vasche interrato, nonché di tutti i rifiuti prodotti nel corso delle attività di dismissione del parco saranno gestiti da fornitori qualificati.

In considerazione del limitato impatto delle attività del Parco sul sottosuolo, la tipologia di realizzazione, le misure adottate al fine di prevenire eventuali contaminazioni, non si prevede che venga prodotto suolo contaminato; è prevista tuttavia una verifica dello stato di qualità ambientale nel corso delle attività di dismissione del parco.

I rifiuti prodotti durante la dismissione del Parco saranno gestiti in conformità a quanto disposto dalla normativa vigente al momento di effettuazione delle attività. Nel presente capitolo si fa riferimento alla normativa attualmente vigente (D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 e s.m.i.).

Le attività di gestione dei rifiuti all'interno dell'area di cantiere includeranno i seguenti aspetti:

- raccolta per lo smaltimento;
- identificazione del rifiuto con il codice CER appropriato, ottenuto dalle MSDS (Schede di Sicurezza Materiali), dall'analisi chimica o dalla fonte del relativo rifiuto;
- confezionamento ed etichettatura;
- movimentazione interna dal sito di produzione sino all'area dedicata al deposito temporaneo dei rifiuti in attesa di trasferimento esterno;
- deposito temporaneo in aree appositamente predisposte, dotate di bacini di contenimento e provviste di protezione da precipitazioni meteoriche;
- caricamento dei rifiuti su veicoli autorizzati;

- trasporto;
- smaltimento presso gli impianti autorizzati.

In aggiunta ai rifiuti solitamente generati nelle attività del parco le operazioni di dismissione produrranno anche i seguenti materiali:

- rifiuti non pericolosi
 - inerti da demolizione e terre di scavo (calcestruzzo, laterizi, refrattari, isolatori ceramici, ghiaie, etc. CER 170904);
 - metalli misti facilmente recuperabili (acciaio, rame, ferro, alluminio, etc., CER 170407);
 - materiali plastici ed in fibra (es. vetroresina, CER 170904);
 - materiali e apparecchiature composite (quadri elettrici ed elettronici CER 160216);
 - fanghi ed acque di lavaggio (CER 160304);
- rifiuti pericolosi
 - coibentazioni (CER 170603*);
 - oli di circuiti idraulici e di lubrificazione (130208*);
 - oli isolanti (CER 130310*).

9.6.1 OPERAZIONI DI RECUPERO E RICICLAGGIO

Le attività di dismissione del Parco comporteranno la produzione di limitate tipologie di rifiuti che, a seconda della loro origine e composizione, potranno essere avviati a recupero o smaltimento ed eventualmente riutilizzati nel sito stesso.

Nell'ambito della gestione delle attività di dismissione, obiettivo prioritario sarà l'adozione di tutte le strategie necessarie a favorire il recupero dei materiali, rispetto al loro smaltimento, così da minimizzare la produzione di rifiuti e gli impatti associati e ridurre al minimo il consumo di materie prime necessarie al ripristino dell'area.

Per i metalli, la possibilità di recupero come materie prime secondarie è elevata e quindi suscettibile di interesse economico. I fanghi e parte dei materiali plastici saranno senz'altro oggetto di smaltimento; per alcuni materiali più "puliti" è prevedibile un recupero "energetico".

I macchinari elettromeccanici, i quadri elettrici e altre apparecchiature simili sono estremamente soggetti agli andamenti di mercato in funzione della loro riutilizzabilità; cautelativamente, in questa fase, non se ne prevede il recupero. I materiali ferrosi sono invece soggetti a recupero.

L'ultima fase di demolizione relativa alle strutture interrato sarà svolta in parallelo con il rimodellamento dell'area al fine di consentire i recuperi di materiale riducendo le movimentazioni e ottimizzando il sistema. In particolare si fa riferimento ai materiali lapidei (calcestruzzo e laterizi opportunamente frantumati, ghiaie e

ciottoli, etc.), i quali potranno essere utilizzati in situ, previa autorizzazione, per riempimenti e per costruire un fondo naturale drenante per l'area.

Per gli inerti le possibilità di riutilizzo sono al momento scarse, ma in forte crescita con il miglioramento dalle tecnologie di selezione e l'innalzamento dei costi del materiale di cava; in considerazione dell'inesistente grado di contaminazione che ci si attende da tale materiale, se ne prevede il riutilizzo, possibilmente completo, per altri lavori civili.

Il campionamento e la classificazione dei rifiuti, il deposito temporaneo, l'etichettatura, i registri di carico e scarico ed i formulari di identificazione del rifiuto, le autorizzazioni, le integrità delle superfici, le verifiche ispettive saranno conformi a quanto sarà previsto dalla normativa in atto al momento della dismissione.

I principali materiali che saranno del tutto o in parte riciclati nel sito stesso sono gli inerti (strade), l'acciaio delle strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici, il rame delle infrastrutture elettriche, l'alluminio, la ghisa, la vetroresina, il PVC e l'olio minerale.

L'acciaio è una lega a base di Ferro la cui caratteristica principale è la totale riciclabilità. Basti pensare che il 40% della produzione mondiale di acciaio si basa su materiali di riciclo (rottami di Ferro). La raccolta differenziata rappresenta un notevole risparmio di materie prime, ma costituisce anche un vantaggio economico per le discariche principali. Dopo il ritiro dei componenti, il materiale viene preparato per il riciclo. I rottami ferrosi vengono puliti, frantumati e separati dallo stagno; nelle acciaierie o le fonderie essi vengono rifusi e trasformati in nuovo acciaio.

Il processo di isolamento dell'alluminio primario, estratto dal minerale bauxite, è piuttosto complesso e costoso in termini di energia (per 1 kg di Alluminio ci vogliono 14 kWh di energia). Per fortuna anche l'alluminio è totalmente riciclabile e per la produzione di 1 kg di alluminio secondario, cioè alluminio nuovo da quello usato, servono invece solo 0,7 kWh. In merito a questo enorme risparmio il riciclo dell'alluminio usato è diventato un'attività economica molto remunerativa. L'Italia, infatti, è il primo produttore europeo di alluminio riciclato. Dopo il ritiro gli oggetti di alluminio vengono separati da materiali diversi (metalli ferrosi, vetro o plastica); l'alluminio viene poi pressato per ridurre il volume e portato nelle fonderie. Dopo un pre-trattamento a 500° per eliminare sostanze estranee, viene fuso, il forno deve arrivare a 800° per ottenere alluminio liquido. I blocchi che vengono formati sono della stessa qualità dell'alluminio originale.

Per il rame nudo, il processo di riciclo risulta immediato e semplice mentre per il rame con guaina protettiva si dovrà procedere alla "triturazione" del cavo, che riduce quest'ultimo in grani molto fini per poi arrivare alla separazione a secco della limatura di rame dalla guarnizione in gomma attraverso un procedimento elettromagnetico di separazione dei componenti, oppure si dovrà ricorrere all'utilizzo di macchinari specializzati che eliminano la guaina dal cavo lasciandolo integro (spela cavi). Il rame non emette sostanze nocive per l'ambiente e risulta riciclabile 100%. Le nazioni tecnologicamente più avanzate recuperano i prodotti contenenti

rame al termine della loro vita utile: ad esempio il rame è la materia prima di cui l'Italia dispone maggiormente, pur non possedendo miniere. Questo contribuisce a ridurre la dipendenza dalle importazioni. L'elevato riciclo dei rottami rende praticamente trascurabile il contributo del rame all'incremento costante dei rifiuti solidi e industriali. Quasi la metà del rame attualmente utilizzato in Italia proviene dal riciclo. Tale percentuale è destinata ovviamente a salire, visto che la disponibilità di rottami è strettamente correlata al consumo di 20 -30 anni prima e quest'ultimo è andato sempre aumentando; si calcola che l'80% circa del rame estratto fin dall'antichità sia ancora in uso sotto varie forme. Il rame riciclato ha le stesse caratteristiche chimico-fisiche e tecnologiche del rame primario e quindi non subisce limitazioni di utilizzo o diminuzione di valore. E' da sottolineare che il riciclo consente un notevole risparmio di energia, in quanto i processi di estrazione e di raffinazione vengono "scavalcati". Lo stesso ciclo di produzione del rame primario segue strade più attente ai problemi ecologici. Una quota sempre maggiore della produzione mondiale è ottenuta attraverso le biotecnologie: la separazione del metallo dagli inerti avviene con particolari ceppi di flora batterica, che metabolizzano il rame contenuto nel minerale senza emissioni industriali nell'atmosfera. Si stima che circa l'80% del rame estratto da sempre sia, dopo essere stato ri-fuso e lavorato più volte, tutt'ora in uso, con evidenti vantaggi in termini di sfruttamento non aggressivo delle risorse minerarie potenzialmente disponibili.

9.6.2 Individuazione dei siti specializzati per le operazioni di recupero

Le strutture di sostegno, sia quelle verticali in acciaio che i telai in alluminio, i paletti di sostegno della recinzione in acciaio ed i cancelli di accesso all'impianto potranno essere conferite, a spese della Società proponente il progetto, nell'area di smaltimento e recupero Demoltores Gruppo F. Lli Busia- Località Truncu Reale 41 - 07100 - Sassari (SS). o G.L.B. ROTTAMI srl – via G. Agnelli s.n.c. – 09010 – VILLASPECIOSA (CA). Analogamente i cavi elettrici potranno essere trasportati presso l'area di smaltimento e recupero gestita dalla Società IRECO S.r.l Z.I. VILLACIDRO (Prov. Sud Sardegna), dove verranno venduti a tale società. Il trasporto sarà a carico della Società proponente e il ricavato della vendita del materiale andrà ad ammortizzare i costi di smaltimento e dismissione dell'intero impianto.

Tutti i materiali assimilabili a pietrisco e ghiaia utilizzati per la viabilità interna dell'impianto, potrebbero essere direttamente rimpiegati nell'edilizia, evitando così l'estrazione di nuovo materiale, a questo fine bisognerà far analizzare il materiale al momento della dismissione e portarlo a punti di riciclo vicini all'impianto. Nel caso in cui il materiale si presentasse in buono stato, potrebbe esser riutilizzato o depositato in un'altra cava attiva al momento della dismissione; quest'ultima soluzione sarebbe ottimale in vista di un risparmio economico e ambientale.

9.7 GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

Si riporta nel seguito una disamina delle principali tipologie di materiali di risulta derivanti dall'attività di dismissione. Per ciascuna tipologia si illustra la disciplina gestionale applicabile ai sensi della legge attualmente in vigore.

Materiale	Destinazione finale
Acciaio	Riciclo in appositi impianti
Materiali ferrosi	Riciclo in appositi impianti
Rame	Riciclo e vendita
Inerti da costruzione	Conferimento a discarica
Materiali provenienti dalla demolizione delle strade	Conferimento a discarica
Materiali compositi in fibre di vetro	Riciclo
Materiali elettrici e componenti elettromeccanici	Separazione dei materiali pregiati da quelli meno pregiati. Ciascun materiale verrà riciclato/venduto in funzione delle esigenze del mercato alla data di dismissione del parco eolico

Nel presente piano si fa riferimento alle normative attualmente in vigore, che andranno necessariamente riviste all'atto della definizione del progetto di dismissione che sarà redatto, in aggiornamento al precedente, per l'effettiva dismissione.

9.7.1 FERRO ED ACCIAIO PULITI (SUPPORTI METALLICI DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI)

Il ferro e l'acciaio puliti prodotti dalle attività di dismissione saranno soggetti alla disciplina dei rifiuti e potranno essere recuperati come codice CER 170405 tramite conferimento, a mezzo di trasportatori autorizzati, a soggetti autorizzati al recupero. Le modalità di recupero che verranno adottate dal soggetto autorizzato saranno conformi a quanto previsto dal Decreto 5 febbraio 1998.

3.1 Tipologia: rifiuti di ferro, acciaio e ghisa [120102] [120101] [100210] [160117] [150104] [170405] [190118][190102] [200140] [191202] e, limitatamente ai cascami di lavorazione, i rifiuti identificati dai codici [100299] e[120199].

3.1.1 Provenienza: attività industriali, artigianali, agricole, commerciali e di servizi; lavorazione di ferro, ghisa e acciaio, raccolta differenziata; impianti di selezione o di incenerimento di rifiuti; attività di demolizione.

3.1.2 Caratteristiche del rifiuto: rifiuti ferrosi, di acciaio, ghisa e loro leghe anche costituiti da cadute di officina, rottame alla rinfusa, rottame zincato, lamierino, cascami della lavorazione dell'acciaio, e della ghisa, imballaggi, fusti, latte, vuoti e lattine di metalli ferrosi e non ferrosi e acciaio anche stagnato; PCB, PCT <25 ppb, ed eventualmente contenenti inerti, metalli non ferrosi, plastiche, etc., <5% in peso, oli <10% in peso; non radioattivo ai sensi del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230.

9.7.2 CAVI IN ALLUMINIO - SCHERMATURA IN RAME (CAVIDOTTO, COLLEGAMENTI ELETTRICI DEI PANNELLI)

I cavi in alluminio con schermatura in rame con isolante prodotti dalle attività di dismissione saranno soggetti alla disciplina dei rifiuti e potranno essere recuperati come codice. CER 170411 tramite conferimento, a mezzo di trasportatori autorizzati, a soggetti autorizzati al recupero.

Le modalità di recupero che verranno adottate dal soggetto autorizzato saranno conformi a quanto previsto dal Decreto 5 febbraio 1998 ".

5.7 Tipologia: spezzoni di cavo con il conduttore di alluminio ricoperto [160216] [170402] [170411].

5.7.1 Provenienza: scarti industriali o da demolizione e manutenzione di linee elettriche, di telecomunicazioni e di apparati elettrici, elettrotecnici e elettronici.

5.7.2 Caratteristiche del rifiuto: fili o cavi o trecce di alluminio puro o in lega ricoperti con materiali termoplastici, elastomeri, carta impregnata con olio o tessuto fino al 50%, piombo fino al 55%.

9.7.3 ELEMENTI IN C.A. PULITO (EVENTUALE SMANTELLAMENTO FONDAZIONI CABINE E STAZIONE ELETTRICHE)

Il calcestruzzo armato pulito prodotto dalle attività di dismissione sarà soggetto alla disciplina dei rifiuti e potrà essere recuperato come codice. CER 170904, tramite conferimento a mezzo di trasportatori autorizzati, a soggetti autorizzati al recupero. Le modalità di recupero che verranno adottate dal soggetto autorizzato saranno conformi a quanto previsto dal Decreto 5 febbraio 1998

7.1 Tipologia: rifiuti costituiti da laterizi intonaci e conglomerati di cemento armato e non, comprese le traverse e traversoni ferroviari e i pali in calcestruzzo armato provenienti da linee ferroviarie, telematiche ed elettriche e frammenti di rivestimenti stradali, purché privi di amianto {101311} {101311} {17010.1} {170102} {170103} {170802} {170107} {170904} {200301}.

7.1.1 Provenienza: attività di demolizione, frantumazione e costruzione; selezione da RSU e/o RAU; manutenzione reti; attività di produzione di lastre e manufatti in fibrocemento.

7.1.2 Caratteristiche del rifiuto: materiale inerte, laterizio e ceramica cotta anche con presenza di frazioni metalliche, legno, plastica, carta e isolanti escluso amianto

9.7.4 TRASFORMATORI

E' stato ipotizzato che i trasformatori dismessi possano ancora trovare una collocazione nel mercato dell'impiantistica e pertanto possano essere riutilizzati attraverso appositi contratti di cessione/vendita verso soggetti terzi che potranno essere individuati al momento della dismissione.

9.7.5 QUADRI ELETTRICI, INVERTERS E APPARECCHIATURE ELETTRICHE/ELETTRONICHE

Allo stato attuale l'Italia ha recepito attraverso il Decreto Legislativo 25 luglio 2005, n.151 le direttive 2002/95/CE (Waste of Electric and Electronic Equipment, nota in Italia come RAEE, acronimo di "Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche"), 2002/96/CE e 2003/108/CE. Tali direttive hanno principalmente lo scopo di regolare la produzione di rifiuti costituiti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) attraverso una progettazione orientata al riciclo del prodotto, e alla gestione del RAEE improntata al recupero.

All'interno del D.L. sono identificate le figure e gli obblighi degli attori della catena commerciale di prodotto:

- Il distributore ha l'obbligo di ritirare a titolo gratuito i materiali dismessi al momento dell'acquisto di nuovo materiale da parte del cliente.
- Il produttore ha diversi obblighi tra cui quello di organizzare lo smaltimento dei prodotti o di dare mandato ad un consorzio specializzato (ente terzo) che esegua l'operazione

Quanto sopra allo stato attuale fa riferimento a diversi oggetti (tipico esempio gli elettrodomestici). Allo stato attuale le apparecchiature elettriche ed elettroniche facenti parte di impianti fissi non rientrano tra le categorie di apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE) contemplate dal Decreto: pertanto, fermo restando la normativa in vigore, non è ipotizzabile che la disciplina regolata dal D.lgs. 25 luglio 2005, n.151 possa essere applicata alle apparecchiature elettriche/elettroniche da smettere che dovranno quindi essere gestite come codice CER 160213* .(rifiuti non contemplati tra i codici inclusi nel DM 5 Febbraio 1998 e s.m.i.)

9.7.6 MATERIALI INERTI (MESSA IN PRISTINO DI PISTE)

Tali materiali potranno essere recuperati come codice. CER 170504, tramite conferimento, a mezzo di trasportatori autorizzati, a soggetti autorizzati al recupero. Le modalità di recupero che verranno adottate dal soggetto autorizzato saranno conformi a quanto previsto dal Decreto 5 febbraio 1998.

7.3 Tipologia: sfridi e scarti di prodotti ceramici crudi smaltati e cotti [101201] [101206] [101208].

7.3.1 Provenienza: fabbricazione di prodotti ceramici, mattoni, mattonelle e materiale di costruzione smaltati.

7.3.2 Caratteristiche del rifiuto: prodotti ceramici, terrecotte smaltate e non, materiale da costruzione di scarto eventualmente ricoperti con smalto crudo in concentrazione

9.8 RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA

9.8.1 GENERALITÀ CIRCA GLI INTERVENTI NECESSARI AL RIPRISTINO VEGETAZIONALE

Per quelle parti dell'impianto fotovoltaico, per le quali si procederà allo smantellamento, la dismissione dell'impianto potrebbe provocare fasi di erosioni superficiali e di squilibrio di coltri detritiche, questi inconvenienti saranno prevenuti mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica abbinate ad una buona conoscenza del territorio di intervento.

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;
- proteggere le superfici contro l'erosione
- consentire una migliore re-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 adagiamento della terra vegetale, facendo prima un 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;
- definizioni dei materiali ed azioni 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:

- a) 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. Il rullaggio prima della semina è indispensabile per mettere la terra in contatto stretto con il seme e favorire il flusso di acqua intorno ad essa. In pratica, semina e rullaggio sono due lavori frequentemente alternati. Sarà importante realizzare queste due operazioni con criterio, ossia in funzione delle condizioni del

suolo, delle coltivazioni e del clima, per aumentare le possibilità di accrescimento delle specie proposte. Tutte queste operazioni si rendono necessarie per sgretolare eventuali ammassi di suolo e per prepararlo alle fasi successive.

b) 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:

- Rigenerare il suolo, costituendo un substrato umido che possa permettere la successiva colonizzazione naturale senza manutenzione;
- 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'obiettivo ottimale è quello di ottenere una copertura erbacea del 50-60%; in questo modo 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.

9.8.2 TRATTAMENTO DEI SUOLI

In funzione dei condizionamenti descritti, le soluzioni generali che si adotteranno durante l'esecuzione delle attività di dismissione per il trattamento dei suoli o terra vegetale, saranno:

- formazione di cumuli di terra recuperata, scavata selettivamente, e seminata, per la protezione delle loro superfici nei confronti dell'erosione, fino al momento della loro ricollocazione sulle aree manomesse;

- stesura di terra vegetale, proveniente dagli stesi cumuli;
- preparazione e compattazione del suolo, secondo tecniche classiche.

La terra vegetale sarà depositata, separata adeguatamente e libera da pietre e resti vegetali grossolani, come pezzi di legno e rami, per la sua utilizzazione successiva nelle superfici da ripopolare.

Quando le condizioni del terreno lo permettano, si realizzerà un passaggio di rullo prima della semina. Questo è un altro lavoro che prevede lo sminuzzamento dello strato superficiale (rottura delle zolle), il livellamento e la leggera compattazione del terreno.

Il rullaggio prima della semina è indispensabile per mettere la terra in contatto stretto con il seme e favorire il flusso di acqua intorno ad essa. Sarà importante realizzare queste due operazioni con criterio, ossia in funzione delle condizioni del suolo, delle coltivazioni e del clima, per aumentare le possibilità di accrescimento delle specie proposte.

9.8.3 SEMINA

Una volta terminati i lavori di trattamento del suolo, la semina di specie erbacee con grande capacità di attecchimento si realizzerà mediante la tecnica di idrosemina senza pressione.

La semina svolge la funzione di:

- stabilizzare le superfici dei pendii nei confronti dell'erosione;
- rigenerare il suolo, costituendo un substrato umido che possa permettere la successiva colonizzazione naturale senza manutenzione;

L'obiettivo ottimale è quello di ottenere una copertura erbacea del 50-60%; inoltre, la zona interessata si arricchirà celermente con i semi provenienti dalle zone limitrofe e l'evoluzione naturale farà scomparire più o meno rapidamente alcune specie della miscela seminata a vantaggio della flora autoctona.

Le specie erbacee selezionate dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

attecchimento rapido, poiché, non essendo interrate, potrebbero essere sottoposte a dilavamento;

- poliannuali, per dare il tempo di entrata a quelle spontanee;
- rusticità elevata ed adattabilità su suoli accidentati e compatti;
- sistema radicale forte e profondo per l'attecchimento e la resistenza alla siccità.

9.8.4 CRITERI DI SCELTA DELLE SPECIE

Per la scelta delle tecniche e delle specie da adottare sono stati seguiti i seguenti tre criteri:

- obiettivo primario degli interventi;
- ecologia delle specie presenti;
- ecologia delle specie da inserire e provenienza (biogeografia) delle stesse.

L'ecologia delle specie presenti è stata dedotta dallo studio delle associazioni vegetali presenti nell'area (cfr. il quadro di riferimento ambientale, parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale). È infatti chiaro come l'ecologia delle specie presenti sia espressione delle condizioni stazionali. Poiché, nelle opere di sistemazione previste, dovranno essere impiegate unicamente specie vegetali autoctone, la scelta sulle specie da adottare è possibile soltanto previa l'analisi sulla vegetazione. Le associazioni individuate nell'area soggetta ad indagine mostrano una certa variabilità nei gradienti ecologici, che pone la progettazione del verde di fronte a scelte che mirino a obiettivi polifunzionali.

L'ecologia delle specie da inserire dovrà essere molto simile a quella delle specie già presenti. Non saranno dunque ammissibili scelte di specie con le seguenti caratteristiche:

- specie invasive con forti capacità di espansione in aree degradate;
- specie alloctone con forte capacità di modifica dei gradienti ecologici;
- specie autoctone ma non proprie dell'ambiente indagato.

Si interverrà per associazioni di essenze; tali associazioni dovranno rispondere inoltre alle seguenti caratteristiche:

- larga amplitudine ecologica;

facoltà di colonizzare terreni grezzi di origine antropogenica e capacità edificatrici;

- resistenza alla sollecitazione meccanica;
- azione consolidante del terreno.

In relazione a quanto fin qui riportato e alla zona fitoclimatica di appartenenza delle aree oggetto di intervento, il Lauretum, sottozona media, per la messa a dimora delle specie si farà ricorso alle essenze del tipo di seguito riportate: Specie erbacee (*Trifolium incarnatum*, *Trifolium rubens*, *Trifolium pratense*, *Trifolium hybridum*, *Petasites hybridus*, *Petasites .albus*, *Petasite paradoxus*, *Calamagrostis varia*, *Calamagrostis villosa*, *Calamagrostis arundinacea*, *Calamagrostis lanceolata*).

9.9 ANALISI DEI COSTI DELLA DISMISSIONE

Sulla base delle informazioni tecniche e dei dati disponibili è stata eseguita una valutazione preliminare dei costi di dismissione del Parco fotovoltaico. Inoltre, poiché molte voci di costo non sono ordinarie, sono state svolte alcune analisi prezzi.

Nella valutazione economica delle operazioni connesse alla dismissione dell'impianto, è necessario evidenziare i limiti di tale analisi in relazione ai seguenti aspetti:

- le tecnologie di demolizione, smaltimento e recupero utilizzabili al momento della dismissione;
- la disponibilità di impianti/discariche al momento della dismissione;
- lo scenario normativo esistente al momento della dismissione (standard di qualità dei suoli, specifiche per lo smaltimento o il recupero, destinazioni d'uso, etc.);
- i costi operativi di demolizione, smaltimento e recupero, che saranno necessariamente vincolati ai punti precedenti.

L'effettivo onere economico della dismissione sarà quindi valutato nel "piano esecutivo" che sarà messo a punto prima della data prevista per la cessazione delle attività produttive, verificando la reale situazione delle variabili sopra descritte.

Il presente documento contiene quindi una valutazione dei costi in via preliminare, non ritenendo tali costi vincolanti per la reale cessazione dell'attività e quindi di dismissione del Parco.

Si precisa che tale analisi dei costi è il frutto delle seguenti assunzioni:

- Lo smaltimento dei moduli fotovoltaici è stato considerato a costo zero in quanto il recupero dei moduli sarà demandato ai produttori di moduli fotovoltaici che potranno riciclarne pressoché totalmente i materiali e soprattutto il wafer in silicio (che potrà essere rigenerato ed utilizzato per la realizzazione di nuove celle).
- Lo smaltimento dell'acciaio derivante dallo smantellamento delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e viti di fondazione, dei pali da illuminazione, di recinzione e cancelli è stato considerato a costo zero in quanto, essendo materiale differenziato al 100%, potrà essere venduto a fonderie per il suo completo riciclaggio. Anche in questo caso, non essendo ad oggi esattamente computabile l'eventuale ricavo derivabile dalla vendita dell'acciaio usato si sceglie in via cautelativa di trascurare l'eventuale ricavo relativo.
- Lo stesso discorso fatto per l'acciaio vale anche per i cavi elettrici in rame usati, tipologia di "rifiuto" già oggi di alto pregio e facilmente rivendibile sul mercato.

Si sottolinea nuovamente come tale costo sia una stima del tutto cautelativa in quanto non tiene conto dei ricavi ottenibili dalla vendita dei moduli fotovoltaici a fine vita, dei cavi di rame e dell'acciaio.

Nella stima dei costi è stata inoltre destinata una cifra dell'importo totale dei lavori per la gestione della Sicurezza.

La stima dei costi di dismissione del parco agrivoltaico è riportata nella tabella qui di seguito:

Tabella 12 Quadro economico di dismissione parco agrivoltaico "16153 Martis"

QUADRO ECONOMICO LAVORI DI DISMISSIONE	
TOTALE LAVORI A CORPO	€ 955.317,97
TOTALE ONERI DELLA SICUREZZA	€ 41.258,25
TOTALE IMPORTO LAVORI	€ 996.576,23

Si rimanda all'elaborato *Computo metrico estimativo della dismissione e del ripristino* per ulteriori dettagli.