

SINTESI NON TECNICA

**Realizzazione di un Parco Agrivoltaico Avanzato
di potenza nominale pari a 24 MWp
denominato "MACOMER" sito nel
Comune di Macomer (NU)**

Località "Figuranchida"

PROPONENTE:



Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.

Rev00	Emissione per procedura di VIA	Data ultima elaborazione: 25/01/2023	
Redatto	Formattato	Verificato	Approvato
Dott. Agr. Patrick VASTA Ing. Annamaria PALMISANO	Dott.ssa I. Castagnetti	Dott. Agr. P. Vasta	ENERLAND ITALIA s.r.l.
Codice Elaborato		Oggetto	
MAC-IAR11		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	

TEAM ENERLAND:

Dott. Agr. Patrick VASTA
Ing. Annamaria PALMISANO
Dott.ssa Ilaria CASTAGNETTI

Ing. Emanuele CANTERINO
Dott. Claudio BERTOLLO
Dott. Guglielmo QUADRIO

GRUPPO DI LAVORO:

Geol. Nicola DEMURTAS
Dott. Rosario PIGNATELLO
Arch. Rosella APA
Ing. Gianluca VICINO
Dott.ssa Agnese Elena Maria CARDACI

Ing. Graziella TORRISI
Dott. Agr. Giovanni VACCARO
Ing. Fabio Massimo CALDERARO
Ing. Vincenzo BUTTAFUOCO

INDICE

1. PREMESSA.....	1
1.1 Soggetto proponente.....	3
1.2 Sistemi agrivoltaici.....	5
1.3 Area di intervento.....	6
1.4 Screening VInCA.....	6
2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	8
2.1 Piani e programmi internazionali e nazionali	8
2.1.1 Il PNIEC e il Piano per la transizione ecologica	8
2.1.2 Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).....	9
2.2 Pianificazione territoriale e ambientale.....	10
2.2.1 Analisi del sito rispetto ai vincoli paesaggistico-ambientali, archeologici e architetturati (d. Lgs. 42/2004)	10
2.2.1.1 Assetto ambientale (Parte III, Titolo I).....	11
2.2.1.2 Assetto storico-culturale (Parte III, Titolo II).....	13
2.2.1.3 Assetto insediativo (Parte III, Titolo III).....	14
2.2.2 Rete Natura 2000: SIC, ZPS e ZSC	16
2.3 Programmazione regionale.....	19
2.3.1 PEARS 2030.....	19
2.3.2 Delibera di Giunta Regionale 59/90 del 2020	19
2.3.3 Piano di tutela delle acque PTA	21
2.3.3.1 Caratterizzazione climatica	21
2.3.3.2 Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e Piano di gestione del rischio alluvioni	23
2.3.3.3 Analisi del rischio idrogeologico	25
2.3.4 Piano Paesaggistico regionale.....	30
2.3.5 Zone gravate da usi civici.....	32

2.4	Pianificazione provinciale e comunale di riferimento.....	33
2.4.1	Piano urbanistico provinciale.....	33
2.4.2	Piano urbanistico comunale di Macomer.....	33
2.5	Potenziati criticità riscontrate.....	36

3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE..... 38

3.1	Descrizione alternative progetto.....	38
3.1.1	Alternativa "zero".....	38
3.1.2	Alternative di localizzazione.....	40
3.1.2.1	<i>Analisi dell'area vasta</i>	41
3.1.2.2	<i>Analisi a scala locale</i>	44
3.1.2.3	<i>Analisi di sintesi delle alternative localizzative</i>	46
3.1.3	Alternative tecnologiche.....	48
3.1.3.1	<i>Alternative impiantistiche</i>	48
3.1.3.2	<i>Alternative tecniche</i>	51
3.2	Progetto agronomico.....	53
3.2.1	Indirizzo produttivo.....	54

4. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE..... 55

4.1	Atmosfera.....	55
4.1.1.1	<i>Atmosfera</i>	55
4.1.1.2	<i>Precipitazioni</i>	56
4.1.1.3	<i>Temperature</i>	56
4.1.1.4	<i>Vento</i>	56
4.2	Ambiente idrico.....	57
4.1.2	Analisi dell'impatto potenziale.....	57
4.3	Suolo e sottosuolo.....	59
4.1.3	Analisi dell'impatto potenziale.....	59

4.4	Pedologia e morfologia	69
4.1.4	Analisi dell'impatto potenziale	69
4.5	Biodiversità, flora e fauna	72
4.5.1	Analisi dell'impatto potenziale	72
4.6	Rumore	77
4.1.5	Analisi dell'impatto potenziale	77
4.7	Paesaggio e patrimonio	78
4.1.6	Analisi dell'impatto potenziale	78
4.8	Polveri.....	83
4.1.7	Analisi dell'impatto potenziale	83
4.9	Traffico.....	84
4.1.8	Analisi dell'impatto potenziale	84
4.10	Valutazione economica e ricadute socio-occupazionali	85
4.1.9	Analisi dell'impatto potenziale	85
5.	STIMA DEGLI IMPATTI.....	85
5.1	Fase di cantiere.....	86
5.2	Fase di esercizio	87
5.3	Sintesi degli impatti.....	88
6.	MISURE DI MITIGAZIONE E INTERVENTI DI COMPENSAZIONE	89
6.1	Fase di costruzione.....	91
6.1.1	Atmosfera.....	91
6.1.2	Rumore	91
6.1.3	Impatto visivo e luminoso	92
6.2	Fase di esercizio	92
6.2.1	Rumore	92
6.2.2	Mitigazione e compensazione ambientale e paesaggistica.....	93

6.2.3 Fotosimulazioni di impatto estetico – percettivo.....97

7. CONCLUSIONI	101
8. INDICE DELLE FIGURE	104
9. INDICE DELLE TABELLE.....	106
10. BIBLIOGRAFIA.....	107

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce lo "Studio di Impatto Ambientale" (redatto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.), relativo al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico costituito da tracker a inseguimento monoassiale e relative opere connesse (infrastrutture impiantistiche e civili), ubicato in Sardegna, nel Comune di Macomer, con potenza pari a 24 MWp. L'area occupata dalle strutture sarà complessivamente pari a 10,99 ettari, su circa 54,75 ettari totali.

L'impianto è soggetto al rilascio di Autorizzazione Unica, ai sensi dell'art. 12 comma 3 del D.Lgs. n. 387 del 2003; il progetto proposto rientra, ai sensi dall'art. 31 comma 6 della legge n. 108 del 2021, tra quelli previsti nell'allegato II alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006 (impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW), pertanto, l'intervento è soggetto, ai sensi dell'art. 6 comma 7 (comma così sostituito dall'art. 3 del D.Lgs. n. 104 del 2017) del D.Lgs. 152/2006 a provvedimento di VIA (Valutazione di Impatto Ambientale).

Un parco fotovoltaico è la sintesi di un numero congruo di pannelli fotovoltaici, comunemente realizzati in materiale monocristallino, interconnessi tra loro al fine di produrre energia elettrica sfruttando l'effetto fotovoltaico. L'insieme dei pannelli viene quindi collegato a una stazione di inverter in cui l'energia elettrica viene trasformata prima di essere trasferita alla rete attraverso un sistema di linee elettriche solitamente interrate.

L'area oggetto di intervento presenta una superficie con destinazione agricola e di proprietà di soggetti privati. Il sito è caratterizzato da un'orografia tendenzialmente pianeggiante. La quota altimetrica media a cui si colloca il sito è di circa 450 m s.l.m.

Il presente progetto si inserisce nell'ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili quale fonte energetica e della riduzione di inquinanti atmosferici e gas clima-alteranti, secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia (es. Protocollo di Kyoto).

La soluzione di connessione alla RTN qui descritta fa riferimento alla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), che la Società Terna ha elaborato per l'allacciamento alla RTN, ai sensi dell'art.21 dell'allegato A alla deliberazione ARG/ELT/99/08 dell'ARERA ss.mm.ii.

Essa prevede che il parco fotovoltaico, mediante trasformatori appositi BT/AT - 0.80/36 kV (Allegato A.2 Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete di Terna – del 18/11/21), venga connesso, mediante attestazione di questi ultimi ad un'unica cabina di consegna, e da questa alla stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/220/150kV di Macomer 380,

sulla sezione di futura realizzazione esercita a 36kV, da inserire entra – esci sulla linea esistente RTN a 380 kV "Ittiri-Selargius", di cui al Piano di Sviluppo Terna.

L'esercizio dell'impianto agrivoltaico come configurato nel progetto, oggetto di tale relazione, consentirà di contribuire al raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale, mantenendo una produzione agricola di tipo sostenibile destinata all'alimentazione umana ed animale.

Considerata la potenza complessiva dell'impianto di 24.000,00 kWp e una producibilità media annua di 44.404,00 MWh, la produzione media nei 30 anni risulta essere di circa 1.332.120 MWh. Ciò consentirà di raggiungere importanti benefici in termini di riduzione di emissioni di gas climalteranti in atmosfera, rispetto ad una equivalente produzione di energia da combustibili fossili.

Inoltre, considerando una produzione annua 44.404.000,00 kWh si eviterà di emettere in atmosfera una quantità di CO₂ pari a 19.781.982,00 kg ogni anno. Come fattore di conversione si è considerato il coefficiente 0,4455 kgCO₂/kWh (ISPRAmbiente, 2019)¹.

¹ ISPRA, 2019: *Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei*, A. Caputo (a cura di), Roma Edizione 2019, pag. 29.

1.1 Soggetto proponente

Enerland Group è una società fondata nel 2007 a Saragozza, in Spagna, specializzata in sviluppo, costruzione, gestione e in attività di O. & M. di parchi fotovoltaici su terreni e di impianti industriali su tetti.

L'azienda si occupa dello sviluppo, costruzione, messa in opera e manutenzione degli impianti, seguendone fase per fase lo stato di avanzamento.

Tali attività vengono condotte a livello internazionale, disponendo di un organico multidisciplinare che si compone di circa 200 dipendenti, con più di 10 sedi aziendali in tutto il mondo, presenti quindi in 14 paesi.

I numeri di Enerland sono:

+400 MW installati

+800 GWh prodotti

+50 progetti in portfolio di sviluppi a livello internazionale

+20 parchi fotovoltaici costruiti

+200 impianti di autoconsumo industriale

Enerland persegue gli obiettivi di sostenibilità (Sustainable Development Goals) promossi dalle Nazioni Unite all'interno dell'Agenda 2030. L'azienda si impegna a raggiungere tali obiettivi attraverso la realizzazione di parchi fotovoltaici in diversi paesi europei e, in particolare, nel contesto italiano si sta occupando attualmente di sistemi agrivoltaici, con l'auspicio di conciliare l'attività agricola con il settore delle energie rinnovabili.

L'azienda ambisce al raggiungimento di un futuro a basse emissioni, la salvaguardia del pianeta, lo sviluppo sostenibile e il benessere della società.

La nostra storia:

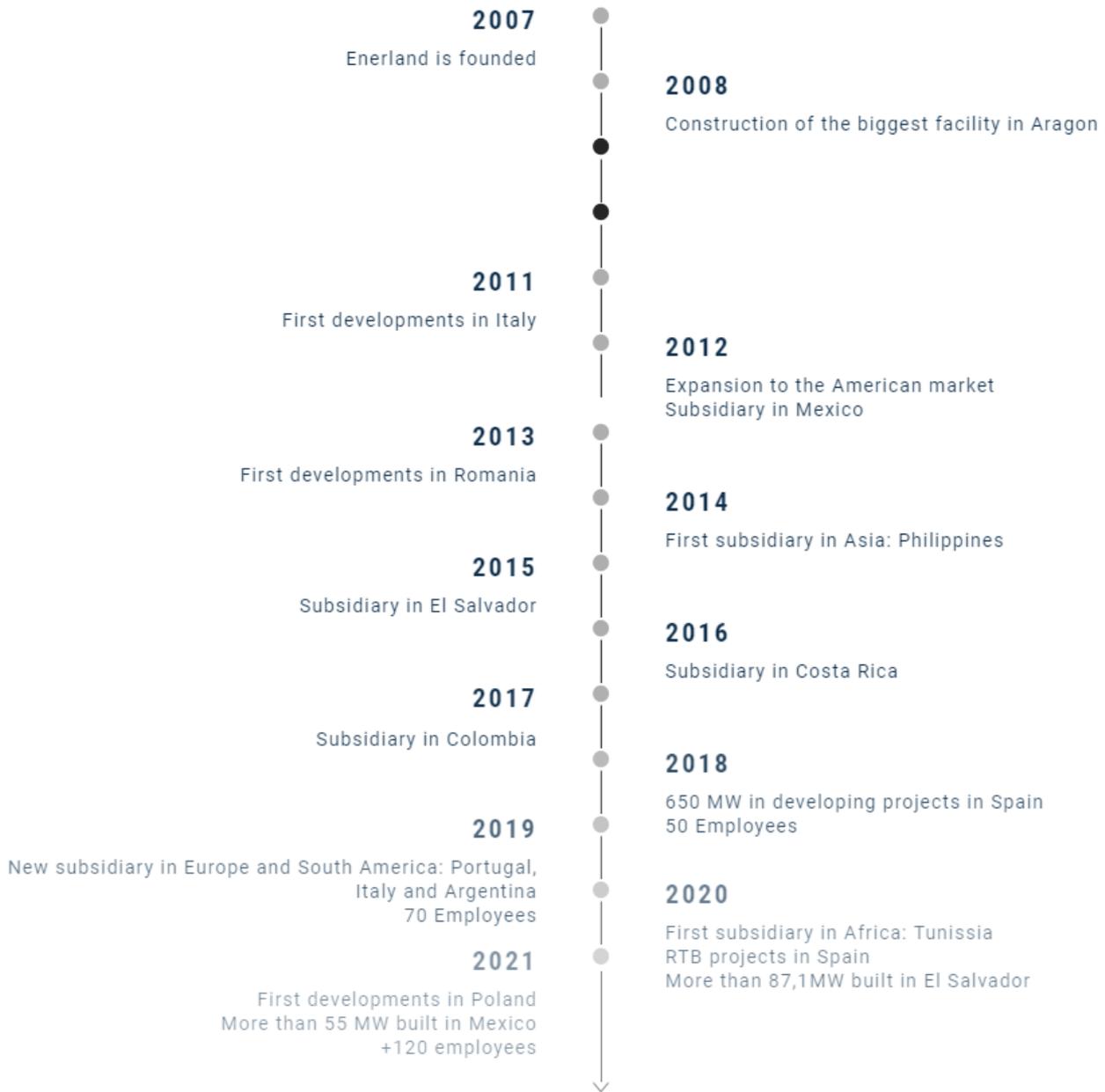


FIGURA 1 – STORYMAP DI ENERLAND

1.2 Sistemi agrivoltaici

Uno dei punti fondamentali perseguiti dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) riguarda l'accelerazione del percorso di crescita sostenibile del Paese, anche attraverso lo sviluppo degli impianti a fonti rinnovabili realizzati su suolo agricolo. A questo proposito la Missione 2, Componente 2, del PNRR ha come obiettivo principale l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte. Le finalità perseguite dai sopra citati piani sono supportate dal documento di recente pubblicazione relativo alle *Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici* (Ministero della Transizione Ecologica, et al., 2022), in cui sono contenute le caratteristiche minime e i requisiti di un impianto agrivoltaico e agrivoltaico avanzato, oltre ad una serie di indicazioni tecniche su questo sistema integrato di produzione. Il progetto presentato rientra nella categoria dei sistemi agrivoltaici avanzati in quanto rispondente dei parametri e requisiti espressi dal Ministero della Transizione Ecologica.

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, che prevede la compresenza di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica e un'attività agricola o pastorale in una stessa area. Un impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto fotovoltaico a terra tradizionale, presenta una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza e nei sistemi di supporto e nelle tecnologie impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola.

Gli impianti agrivoltaici si contraddistinguono per una serie di aspetti e requisiti. Anzitutto il sistema deve essere progettato al fine di integrare attività agricola e produzione elettrica senza comprometterne la continuità produttiva e, attraverso la scelta di un'adeguata tecnologia e configurazione spaziale, garantire un'alta resa per entrambi i sottosistemi. La continuità produttiva sottintende l'esistenza della coltivazione, da accertare in fase di installazione dei sistemi agrivoltaici e il mantenimento dell'indirizzo produttivo o la conversione delle coltivazioni a nuove dal valore economico più elevato.

Gli impianti agrivoltaici sono realizzati con soluzioni tecnologiche innovative e la disposizione e altezza dei moduli consentono di ottimizzare le prestazioni del sistema, con benefici anche per il settore agricolo sotto diversi punti di vista per la biodiversità, come si vedrà in seguito in un paragrafo dedicato ai benefici derivanti dalla realizzazione di questa tipologia di sistemi.

Tali sistemi infine sono dotati di un sistema di monitoraggio per la verifica di parametri fondamentali di impatto ambientale. In primo luogo, viene monitorato il risparmio idrico, direttamente correlato con l'impatto sulle colture e la loro produttività. In secondo luogo, si conducono analisi in merito alla fertilità del suolo, al microclima e alla resilienza ai cambiamenti climatici.

1.3 Area di intervento

L'area di intervento si colloca su di un'area agricola in agro del comune di Macomer (NU), nella località denominata "Figuranchida" (quota media di 450 m.s.l.m.). Infatti, la zona prevista per la realizzazione dell'impianto si sviluppa grossomodo intorno alla località appena citata; a Nord-Est è presente il centro abitato di Macomer, che dista circa 2 km, mentre, ad Est ad una distanza di circa 2 km è presente la Zona Industriale Tossilo.

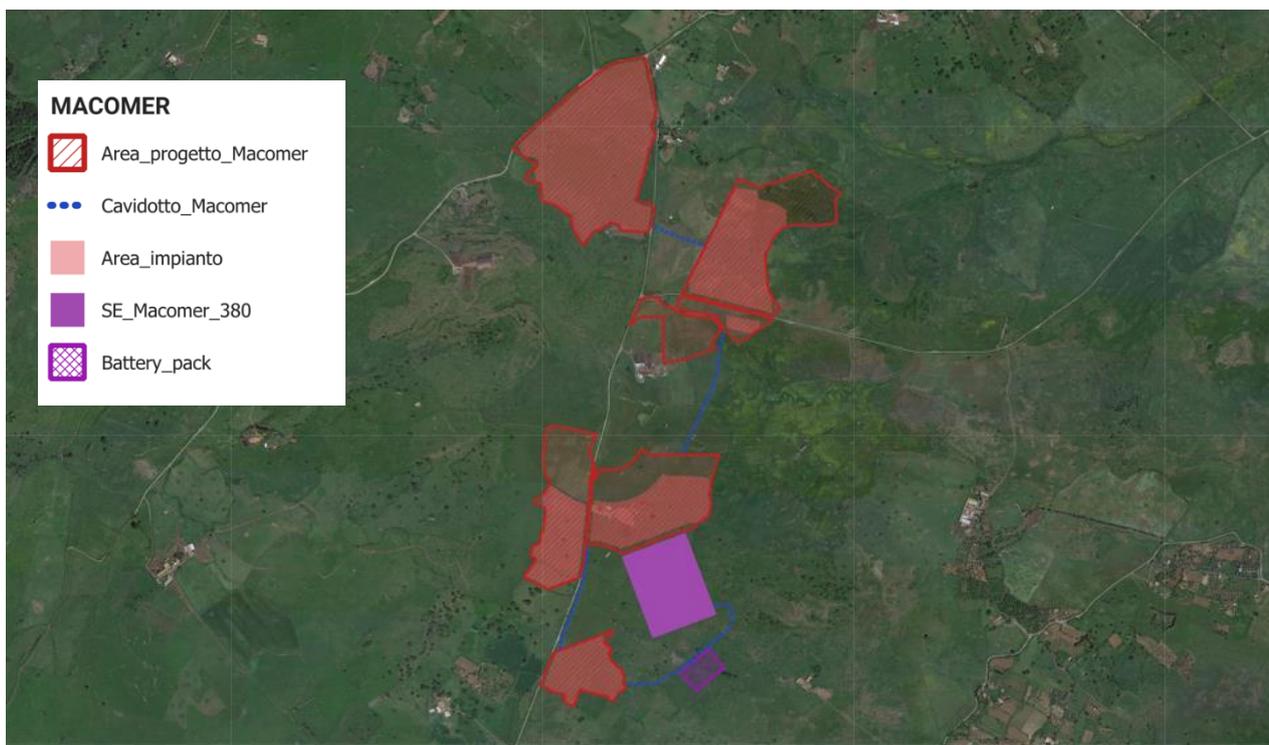


FIGURA 2 – INQUADRAMENTO SU ORTOFOTO - ESTRATTO ELABORATO CARTOGRAFICO MAC-PDT01

1.4 Screening VInCA

Poiché parte dell'area di progetto ricade entro 5 km dal Sito di Interesse Comunitario censito con il codice ITB023051, "Altopiano di Abbasanta", si è reso necessario procedere anche con la Valutazione d'Incidenza – Fase di Screening (MAC-IAR12).

Questa trova il suo fondamento sulle normative relative alla conservazione della natura promulgate a livello europeo e, successivamente, adottate dai singoli paesi membri, che ne hanno stabilite le esatte procedure. Tra le normative comunitarie troviamo la Direttiva 92/43/CEE "Habitat" e la Direttiva 409/89 "Uccelli"; la Direttiva Habitat nello specifico stabilisce le norme per la gestione dei siti Natura 2000 e la valutazione d'incidenza (art. 6). Il recepimento della Direttiva è avvenuto in Italia nel 1997 attraverso il Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357, modificato e integrato dal D.P.R. 120 del 12 marzo 2003. Ai fini della valutazione d'incidenza i proponenti di piani e interventi non finalizzati unicamente alla conservazione di specie e habitat di un sito Natura 2000, presentano uno "studio" volto ad individuare e valutare i principali effetti che il piano o l'intervento può avere sul sito interessato.

Lo studio per la valutazione d'incidenza è stato redatto secondo gli indirizzi dell'allegato G al DPR 357/1997. Le risultanze dello studio hanno stabilito che la fase di screening è sufficiente ad escludere che la realizzazione dell'impianto oggetto del presente studio possa generare effetti negativi in termini di alterazione dello stato di conservazione di habitat e/o specie floro-faunistiche d'interesse conservazionistico oppure determinare modifiche del livello d'integrità del Sito di Interesse Comunitario ITB023051 "Altopiano di Abbasanta" (per approfondimenti consultare la Valutazione d'Incidenza – MAC-IAR12).

2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

La presente sezione mira a verificare le risposdenze tra l'iniziativa progettuale ed una serie di strumenti di pianificazione energetica e del territorio su differenti livelli (internazionale, nazionale e locale) ritenuti di interesse e coerenti con le finalità dello studio. Per tali strumenti si analizza la tipologia di correlazione secondo il seguente schema:

Coerente	L'iniziativa progettuale soddisfa i principi e gli obiettivi del piano ed è coerente con le modalità attuative di quest'ultimo.
Compatibile	L'iniziativa progettuale soddisfa i principi e gli obiettivi del piano anche se non è previsto dallo strumento di pianificazione.
Non coerente	L'iniziativa progettuale soddisfa i principi e gli obiettivi del piano; tuttavia, si pone in contrasto con le modalità attuative di quest'ultimo.
Non compatibile	L'iniziativa progettuale è in contrasto con i principi e gli obiettivi del piano analizzato.

2.1 Piani e programmi internazionali e nazionali

2.1.1 Il PNIEC e il Piano per la transizione ecologica

Il comunicato stampa del MISE evidenzia che i principali obiettivi del PNIEC italiano sono:

- una percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30%, in linea con gli obiettivi previsti per il nostro Paese dalla UE;
- una quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti del 21,6% a fronte del 14% previsto dalla UE;
- una riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007 del 43% a fronte di un obiettivo UE del 32,5%;
- la riduzione dei "gas serra", rispetto al 2005, per tutti i settori non ETS del 33%, obiettivo superiore del 3% rispetto a quello previsto dall'UE.

Livello di correlazione del progetto con obiettivi e traguardi PNIEC:

Coerente	L'iniziativa progettuale soddisfa i principi e gli obiettivi del piano ed è coerente con le modalità attuative di quest'ultimo.
-----------------	---

2.1.2 Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

Il Piano italiano prevede investimenti pari a 191,5 miliardi di euro, finanziati attraverso il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza, lo strumento chiave del NGEU. Il Piano prevede ulteriori 30,6 miliardi di risorse nazionali, che confluiscono in un apposito Fondo complementare finanziato attraverso lo scostamento di bilancio approvato nel Consiglio dei ministri del 15 aprile e autorizzato dal Parlamento, a maggioranza assoluta, nella seduta del 22 aprile. Il totale degli investimenti previsti per gli interventi contenuti nel Piano arriva a 222,1 miliardi di euro, a cui si aggiungono 13 miliardi del *React EU*. Nel complesso, il 27 per cento delle risorse è dedicato alla digitalizzazione, il 40 per cento agli investimenti per il contrasto al cambiamento climatico e più del 10 per cento alla coesione sociale.

Il Piano destina 82 miliardi al Mezzogiorno sui 206 miliardi ripartibili secondo il criterio del territorio, corrispondenti a una quota del 40%. Per una disamina più approfondita relativa a tali interventi si rinvia al tema Il Mezzogiorno nel PNRR.

Il Piano si articola in sei missioni.

La **prima missione**, "Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura", stanziava complessivamente 49,1 miliardi – di cui 40,7 miliardi dal Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza e 8,5 miliardi dal Fondo complementare.

La **seconda missione**, "Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica", stanziava complessivamente 68,6 miliardi – di cui 59,4 miliardi dal Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza e 9,1 miliardi dal Fondo complementare.

La **terza missione**, "Infrastrutture per una Mobilità Sostenibile", stanziava complessivamente 31,4 miliardi – di cui 25,4 miliardi dal Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza e 6,06 miliardi dal Fondo complementare.

La **quarta missione**, "Istruzione e Ricerca", stanziava complessivamente 31,9 miliardi di euro – di cui 30,9 miliardi dal Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza e 1 miliardo dal Fondo complementare.

La **quinta missione**, "Inclusione e Coesione", stanziava complessivamente 22,5 miliardi – di cui 19,8 miliardi dal Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza e 2,7 miliardi dal Fondo complementare.

La **sesta missione**, "Salute", stanziava complessivamente 18,5 miliardi, di cui 15,6 miliardi dal Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza e 2,9 miliardi dal Fondo.

Nel presente Studio si porrà un **focus sulla missione 2**: rivoluzione verde e transizione ecologica, per le quali le risorse da allocare sono schematizzate nella sottostante figura:



FIGURA 3 – COMPONENTI E RISORSE IN MILIARDI DI EURO - FONTE WWW.GOVERNO.IT

Livello di correlazione del progetto con obiettivi e del PNRR:

Coerente	L’iniziativa progettuale soddisfa i principi e gli obiettivi del piano ed è coerente con le modalità attuative di quest’ultimo.
-----------------	---

2.2 Pianificazione territoriale e ambientale

2.2.1 Analisi del sito rispetto ai vincoli paesaggistico-ambientali, archeologici e architettonici (d. Lgs. 42/2004)

In base al Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna, il Comune di Macomer non ricade in nessuno dei 27 ambiti di paesaggio costieri per i quali il PPR definisce disposizioni immediatamente efficaci.

I terreni interessati risultano catastalmente adibiti a seminativo e pascolo e sono caratterizzati da un andamento piano altimetrico pressoché regolare.

Nei due comuni interessati dall’intervento ricadono altresì alcuni beni identitari definiti ai sensi dell’art. 6 del PPR come “categorie di immobili, aree e/o valori immateriali che consentono il riconoscimento del senso di appartenenza delle comunità locali alla specificità della cultura sarda”.

L’analisi territoriale concerne la ricognizione dell’intero territorio regionale e costituisce la base della rilevazione e della conoscenza per il riconoscimento delle sue caratteristiche naturali, storiche e insediative nelle loro reciproche interrelazioni e si articola in:

- a. assetto ambientale, di cui alla Tavola 2 del PPR (cfr. MAC-IAT06_Carta dei dispositivi di tutela ambientale);

- b. assetto storico-culturale, di cui alla Tavola 3 del PPR (cfr. MAC-IAT07_Carta dell'assetto storico – culturale);
- c. assetto insediativo, di cui alla Tavola 4 del PPR (cfr. MAC-IAT08_Carta dell'assetto insediativo).

2.2.1.1 ASSETTO AMBIENTALE (PARTE III, TITOLO I)

L'assetto ambientale è costituito dagli insiemi di elementi territoriali (componenti) di carattere biotico (flora, fauna ed habitat) e abiotico (geologico e geomorfologico), in relazione fra loro, le cui caratteristiche prevalenti determinano il livello di naturalità o di antropizzazione, anche in funzione delle eventuali singole emergenze geologiche, forestali e agrarie di pregio. Le componenti a valenza ambientale sono costituite dalle aree naturali, dalle aree seminaturali e da quelle ad utilizzazione agro forestale.

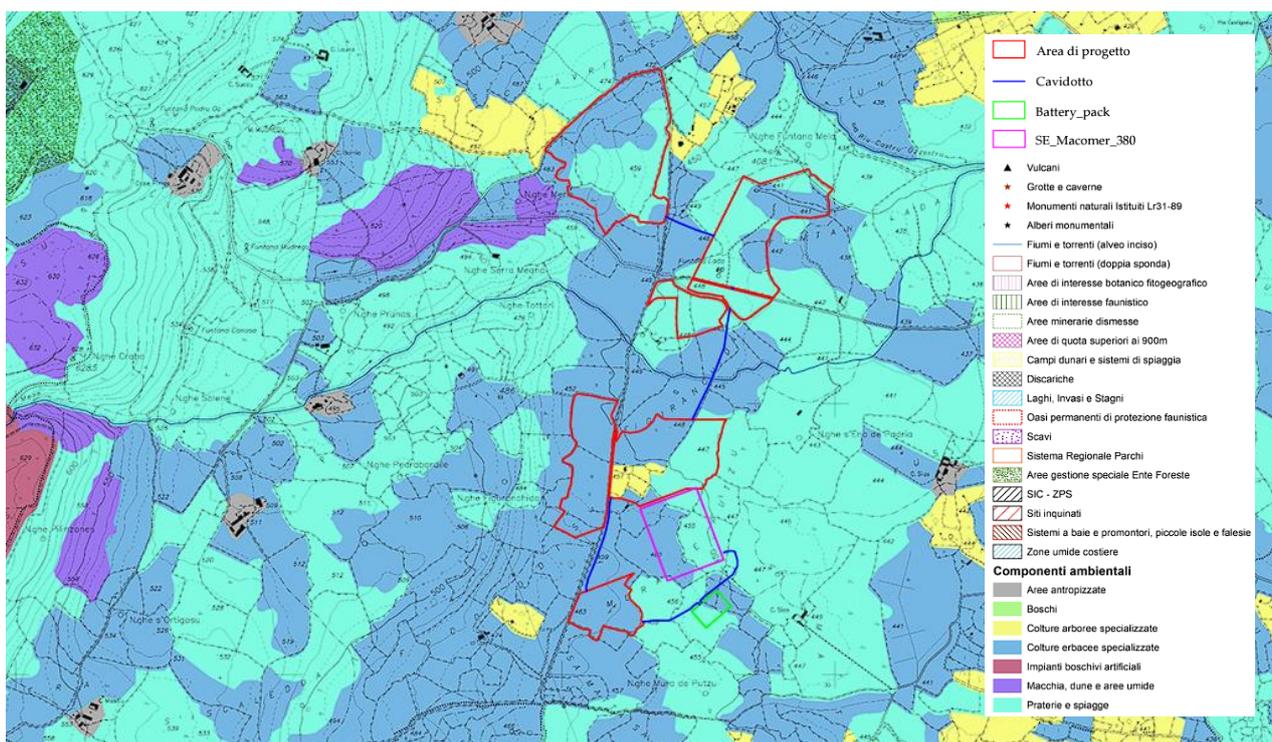


FIGURA 4 - ESTRATTO CARTA DEI DISPOSITIVI DI TUTELA AMBIENTALE - CODICE ELABORATO MAC-IAT06

L'assetto ambientale è costituito dalle seguenti componenti di paesaggio:

- a) Aree naturali e subnaturali;
- b) Aree seminaturali;

c) Aree ad utilizzazione agro-forestale.

Si ritiene che l'intervento sia compatibile con quanto prescritto all'art.26 in quanto non è in grado di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica del luogo in quanto nonostante le aree saranno destinate all'impianto delle strutture, alcune zone saranno lasciate libere dagli interventi e destinate alla compensazione e alla ricolonizzazione naturale da parte di flora e fauna.

Anche in accordo a quanto prescritto dall'art.29, l'intervento è compatibile in quanto non interessa suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, ma aree interessate da utilizzo zootecnico.

Sia le aree di progetto che l'area della Battery Pack e della SE Terna non sono interessate da aste fluviali, nemmeno minori, ad eccezione che del lotto 2, attraversato a nord-est da due piccoli impluvi, affluenti del principale Riu Murtazzolu. Le aree sono esterne alle fasce di rispetto ai sensi dell'art.142 del D.Lgs. 42/2004 ad eccezione di una minima parte sud-ovest del lotto 4 che tuttavia non sarà interessata dalle strutture ma sarà destinata a compensazione e conservazione. Le più vicine aste fluviali sono il Riu Mene (Macomer) 134 m a sud del lotto 4, il Riu Murtazzolu (Macomer) circa 200 m a nord-est del lotto 2, il Riu Figuruggia (Macomer) circa 700 m a nord del lotto 1 e il Riu Siddu (Borore) a 2,30 km a Sud del lotto 7.

Il cavidotto, lungo il suo breve percorso, attraversa due aste fluviali, ovvero il Riu Mene, tra il lotto 4 e il lotto 6 - in questo tratto ricade interamente all'interno della fascia di rispetto ai sensi dell'art.142 del D.Lgs. 42/2004 - ed un affluente del Riu Murtazzolu, a confine tra i lotti 3 e 4. Gli attraversamenti avverranno tramite TOC; ad ogni modo non sono previste opere fuori terra e lo stato dei luoghi sarà ripristinato.

Rispetto alle considerazioni esposte in maniera approfondita nella relazione paesaggistica (MAC-IAR04), si può ritenere il progetto compatibile con il Piano Paesaggistico Regionale rispetto alla componente ambientale. L'area di progetto non ricade in aree sottoposte a particolari regimi di tutela, inoltre non crea interferenze o impatti negativi sul paesaggio circostante. Non si registrano, in ultima analisi, incompatibilità rispetto all'assetto geologico e idrogeologico, né con le componenti di carattere biotico, anche in funzione delle eventuali singole emergenze geologiche, forestali e agrarie di pregio e loro interrelazioni.

2.2.1.2 ASSETTO STORICO-CULTURALE (PARTE III, TITOLO II)

L'assetto storico-culturale è costituito dalle aree e dagli immobili, siano essi edifici o manufatti, che strutturano e caratterizzano il territorio a seguito di processi storici di antropizzazione di lunga durata.

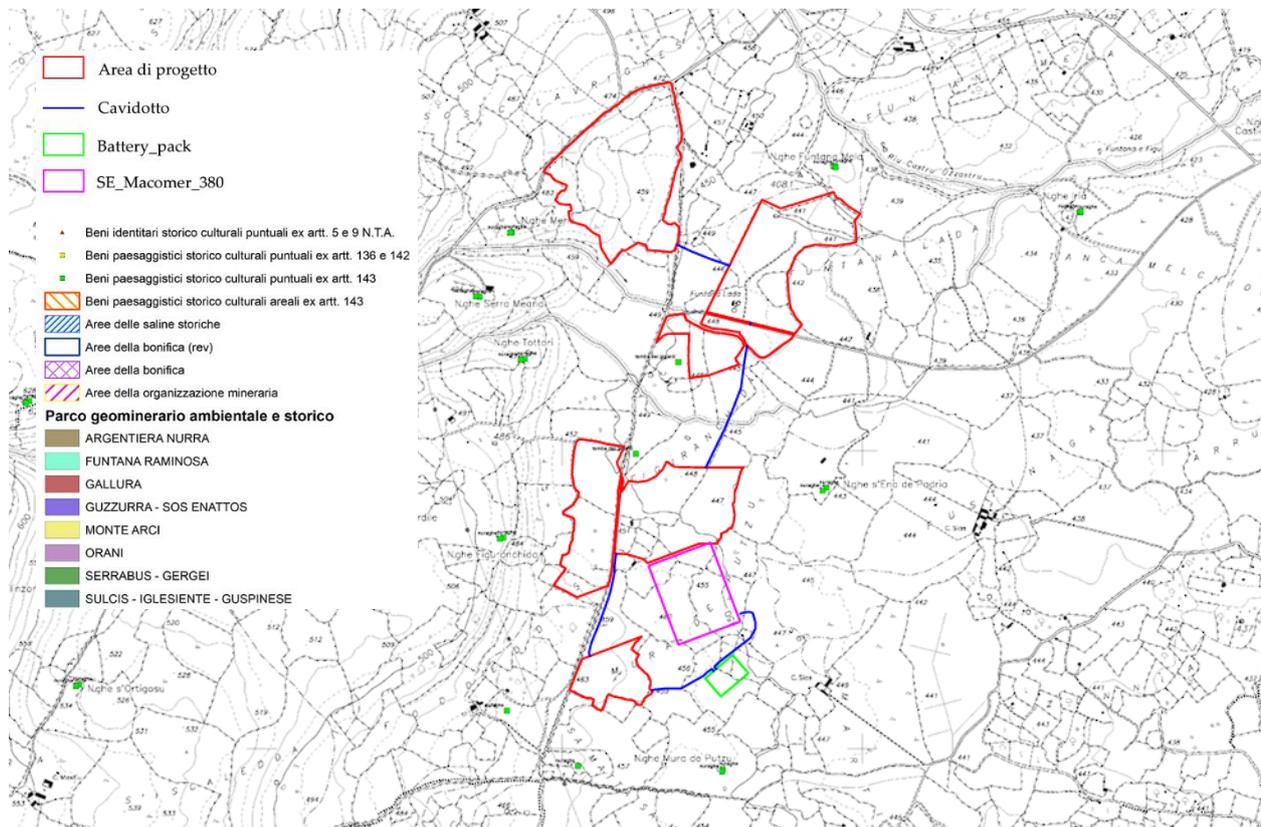


FIGURA 5 - ESTRATTO CARTA DELL'ASSETTO STORICO-CULTURALE - CODICE ELABORATO MAC-IAT07

Come evidenziato in cartografia, all'interno delle aree di progetto non sono presenti beni paesaggistici e identitari; nei dintorni si riscontra invece la presenza di diversi beni paesaggistici ex art.143, puntuali, in particolar modo Nuraghe e Tombe dei Giganti, le cui fasce di rispetto non intercettano le aree interessate dal progetto.

Come visto, le aree di progetto non interferiscono con nessun bene paesaggistico e/o identitario anche se in parte ricadono all'interno della fascia di tutela dei 100 m di tre beni paesaggistici, nello specifico:

- Lotto 2: Nuraghe Funtana Mela (cod. bur.9057) _ 90 m a Nord;
- Lotto 4: Tomba dei Giganti Figurachida (cod. bur.886) _ 31 m a Sud-Ovest;
- Lotto 5: Tomba dei Giganti di Solene (cod. bur.885) _ 42 m a Nord-Est.

Tuttavia, queste porzioni non saranno interessate dal posizionamento delle strutture ma ricadono all'interno di grandi aree destinate a interventi di compensazione e conservazione. Le prescrizioni relative ai beni in oggetto, al punto 1 b) prescrivono che *nelle aree è vietata qualunque edificazione o altra azione che possa comprometterne la tutela*. Gli interventi di compensazione naturalmente non comporteranno alcuna edificazione o azione che possa compromettere in alcun modo i beni suddetti; anzi, faranno ulteriormente da filtro tra l'impianto e gli stessi. Pertanto, si esclude qualsiasi interferenza. In riferimento al cavidotto invece, questo è esterno alla fascia di tutela dei 100 m dei beni paesaggistici.

Dal punto di vista dell'assetto storico-culturale, l'area studio non determina situazioni negative tali da pregiudicare gli elementi presenti né il loro valore identitario. Per quanto riguarda i beni singoli individuati in prossimità dell'impianto, si attueranno misure *ad hoc* atte ad evitare qualsiasi genere di disturbo dato dalla realizzazione dell'opera.

2.2.1.3 ASSETTO INSEDIATIVO (PARTE III, TITOLO III)

L'assetto insediativo rappresenta l'insieme degli elementi risultanti dai processi di organizzazione del territorio funzionali all'insediamento degli uomini e delle attività.

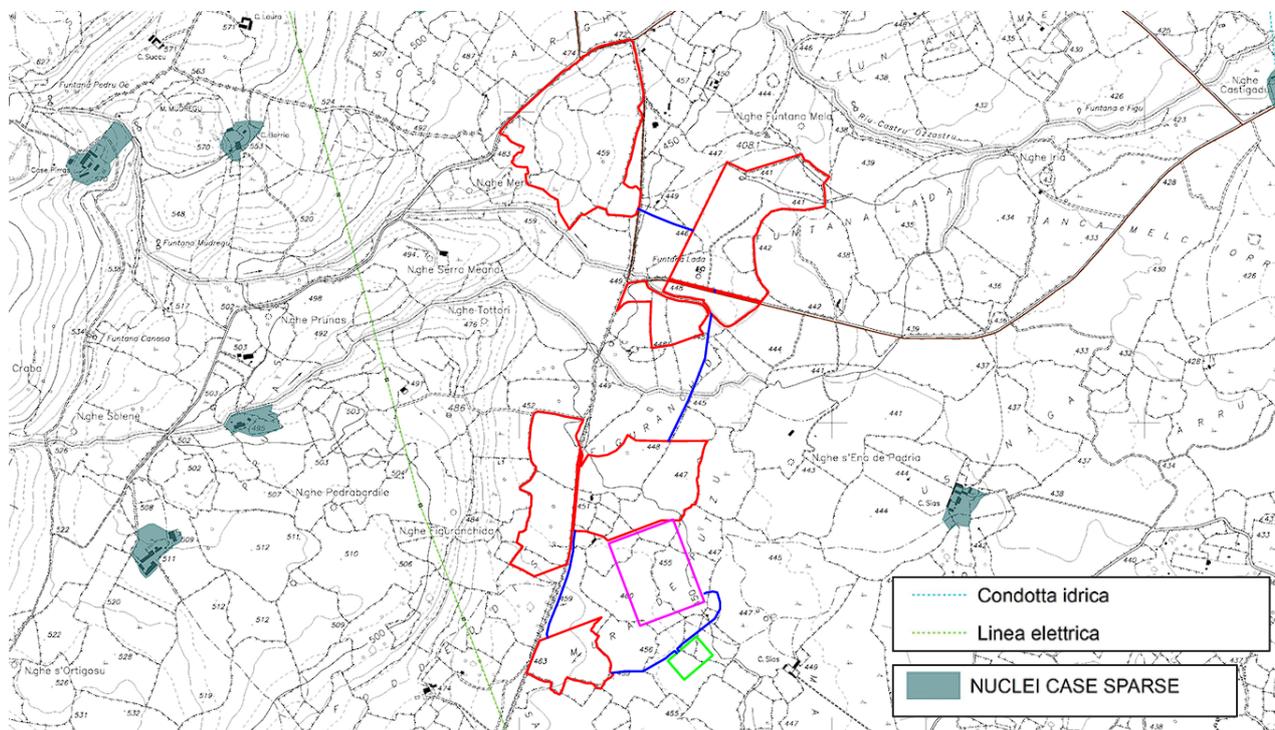


FIGURA 6 - ESTRATTO CARTA DELL'ASSETTO INSEDIATIVO - CODICE ELABORATO MAC-IAT08

Il progetto è orientato ad integrare l'impianto agrivoltaico con l'ambiente, l'agricoltura e le attività già presenti sul posto con attenzione alle matrici storico-ambientali dell'area interessata. Le aree di progetto ricadono all'interno di aree agricole; dalla carta dell'assetto insediativo, si riscontra al loro interno la presenza di due fabbricati appartenenti alla categoria Edificato; questi ricadono uno nel lotto 2, cerchiato in verde nella figura seguente, che risulta cartografato ma non più esistente, e uno nel lotto 6 che verrà mantenuto e tutta l'area di pertinenza sarà lasciata libera da interventi. Gli insediamenti rurali presenti nella zona sono perlopiù aziende agricole legate all'attività pastorizia. In riferimento al sistema delle infrastrutture, l'intervento, pur non ricadendo all'interno di aree di elevato pregio paesaggistico o in aree sottoposte a vincolo paesaggistico, è stato progettato prevedendo interventi di mitigazione degli impatti visivi e ambientali. In accordo con le prescrizioni, le nuove linee MT saranno in cavo interrato.

Le nuove strade di servizio per la viabilità di progetto saranno realizzate con terreno compattato eventualmente con trattamento antipolvere, o con sistemazioni e tecnologie similari, ad esclusione dei cementi e asfalti, così come prescritto. Le aree di progetto non interferiscono con strade a specifica valenza paesaggistica e panoramica o di fruizione turistica o strade di impianto a specifica valenza paesaggistica e panoramica o di fruizione turistica. Il progetto prevede la realizzazione di una fascia perimetrale arborea di 3 mt che mitigherà l'impatto visivo del progetto ai fruitori separato dalla strada oltre che da un delle strade vicine. In particolare, il lotto 3 è a fascia di mitigazione perimetrale di 10 m costituita da un filare di olivo doppio anche da un'area di compensazione e conservazione in quel punto larga oltre 11 m. Il lotto 4 è invece interamente destinato alla compensazione e conservazione e al prato stabile, per cui si esclude qualsiasi interferenza di natura visiva.

Il progetto proposto è orientato ad integrare l'impianto agrivoltaico con l'ambiente, l'agricoltura e le attività già presenti, con attenzione alle matrici storico-ambientali, prevedendo anche il riutilizzo e riqualificazione dei manufatti presenti *in loco*. Le azioni proposte mirano al mantenimento della configurazione originaria dell'assetto insediativo e delle sue peculiarità, inoltre non comporta modificazioni alle tessiture degli spazi rurali, per i quali viene salvaguardato il valore ambientale e paesaggistico. I suoli con potenzialità agricole sono preservati e valorizzati in un'ottica produttiva attraverso il mantenimento della destinazione agricola delle aree, inoltre, per quanto riguarda la delimitazione dei poderi, si garantisce l'utilizzo di specie arboree e arbustive autoctone che permettano di riconoscere i margini dei percorsi e al contempo costituiscano una cortina di mitigazione funzionale.

2.2.2 Rete Natura 2000: SIC, ZPS e ZSC

Rete Natura 2000 è il principale strumento dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

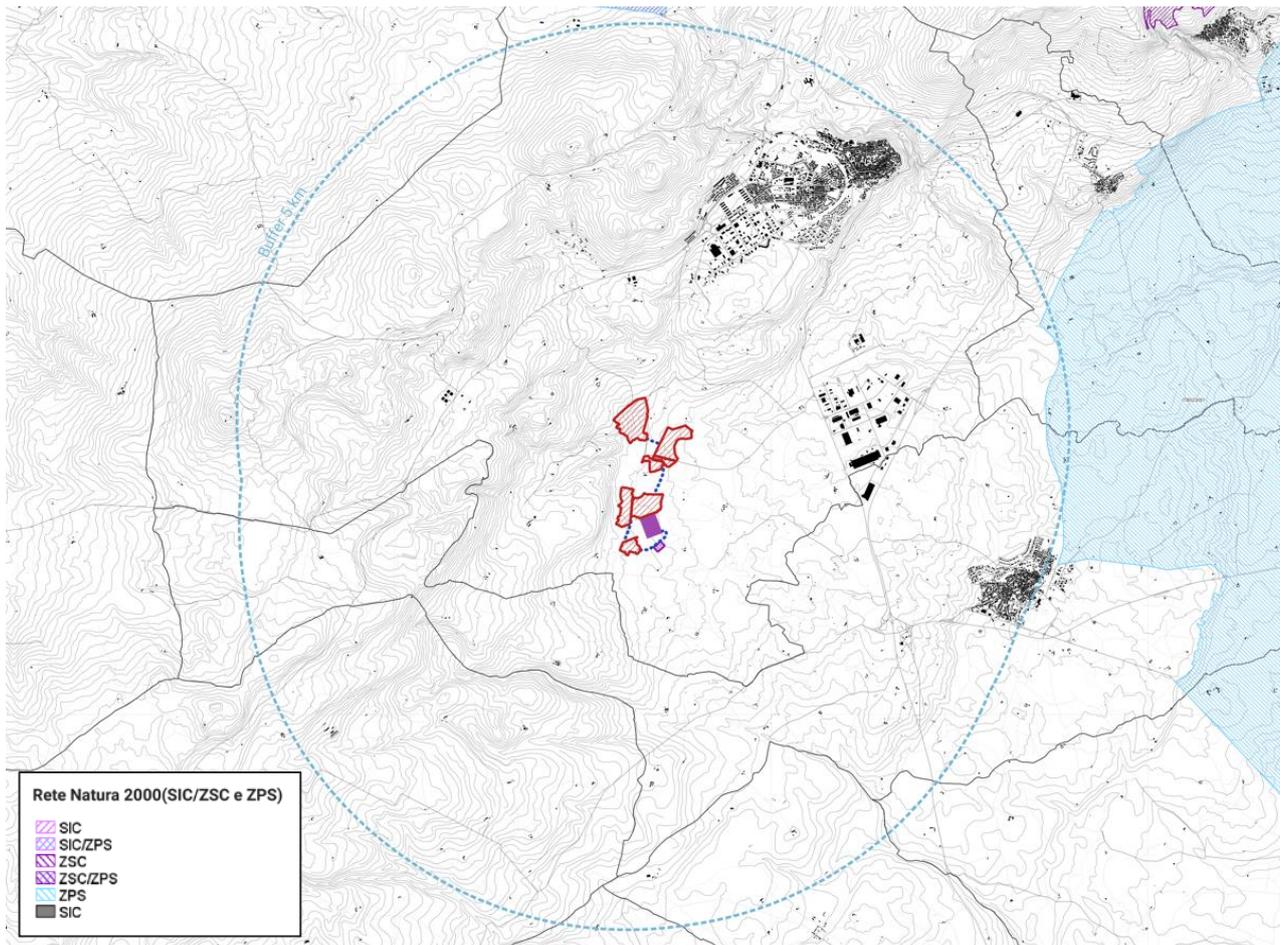


FIGURA 7 – ESTRATTO INQUADRAMENTO SU RETE NATURA 2000 CON BUFFER DI 5 KM - CODICE ELABORATO MAC- IAT03

Dall'analisi del sito rispetto ai siti di interesse individuati da Rete Natura 2000, si riscontra la presenza dei seguenti siti nel raggio di 10 km dall'area d'impianto:

- **ZPS ITB023051 - Altopiano di Abbasanta**, a 4,8 km ad Est;
- SIC ITB012212 - *Catena del Marghine e del Goceano*, a 8,5 km a Nord-Est;
- SIC ITB023050 - *Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali*, a 7,5 km a Nord;
- SIC ITB021101 - *Altopiano di Campeda*, a 7,5 km a Nord.

Come si può vedere dalla carta, le aree interessate dal presente progetto sono esterne ai siti afferenti alla Rete Natura 2000. La realizzazione dell'impianto agrivoltaico non comporta inoltre interferenze con gli equilibri ambientali dei siti individuati. Il presente progetto è stato sottoposto alla Valutazione di Incidenza Ambientale (codice elaborato MAC-IAR12) poiché parte delle aree di progetto rientrano in un buffer di 5 km dal sito ZPS ITB023051 "Altopiano di Abbasanta". È bene sottolineare che le aree di progetto e lo scavo del cavidotto non interferiscono direttamente con nessun sito Natura 2000. La fase di Screening si considera sufficiente ad escludere che la realizzazione dell'impianto agrivoltaico "MACOMER" possa generare effetti negativi in termini di alterazione dello stato di conservazione di habitat oppure determinare modifiche del livello di integrità del Sito Natura 2000.

Il progetto non comporta, inoltre, uno specifico impatto sulla fauna; le interferenze degli interventi previsti sono trascurabili, oltre che reversibili, in quanto limitate al solo periodo di esecuzione dei lavori, e sono legate essenzialmente al disturbo connesso con la fase di cantiere, generato dalla presenza di mezzi, macchine operatrici e del relativo personale. Nella fase di esercizio, in considerazione della tipologia di progetto in esame, si esclude qualsiasi tipo di interferenza negativa sulle specie animali e vegetali e sui relativi habitat tutelati nel Sito Natura 2000 oggetto del presente Studio, dal momento che non si assiste ad un radicale cambiamento dello stato attuale ovvero non si passa da un'area a spiccata naturalità ad una a forte impatto antropico.

Pertanto, si può concludere che l'intervento in progetto non genera alcun tipo di interferenza rispetto ai siti Natura 2000 più vicini, la realizzazione dell'impianto non genera effetti negativi in termini di alterazione dello stato di conservazione di habitat, che non si riscontrano nell'area di progetto. Inoltre, non essendo presenti specie floro-faunistiche d'interesse conservazionistico – come dimostra la Carta della presenza di potenziale flora a rischio estinzione (MAC-IAT30) – l'inserimento dell'impianto nel contesto non determina modifiche del livello di integrità dei siti interessati.

Nel caso in esame non si assiste ad un particolare impatto sulla vegetazione presente, in generale l'area è attualmente agricola e adibita a pascolo.

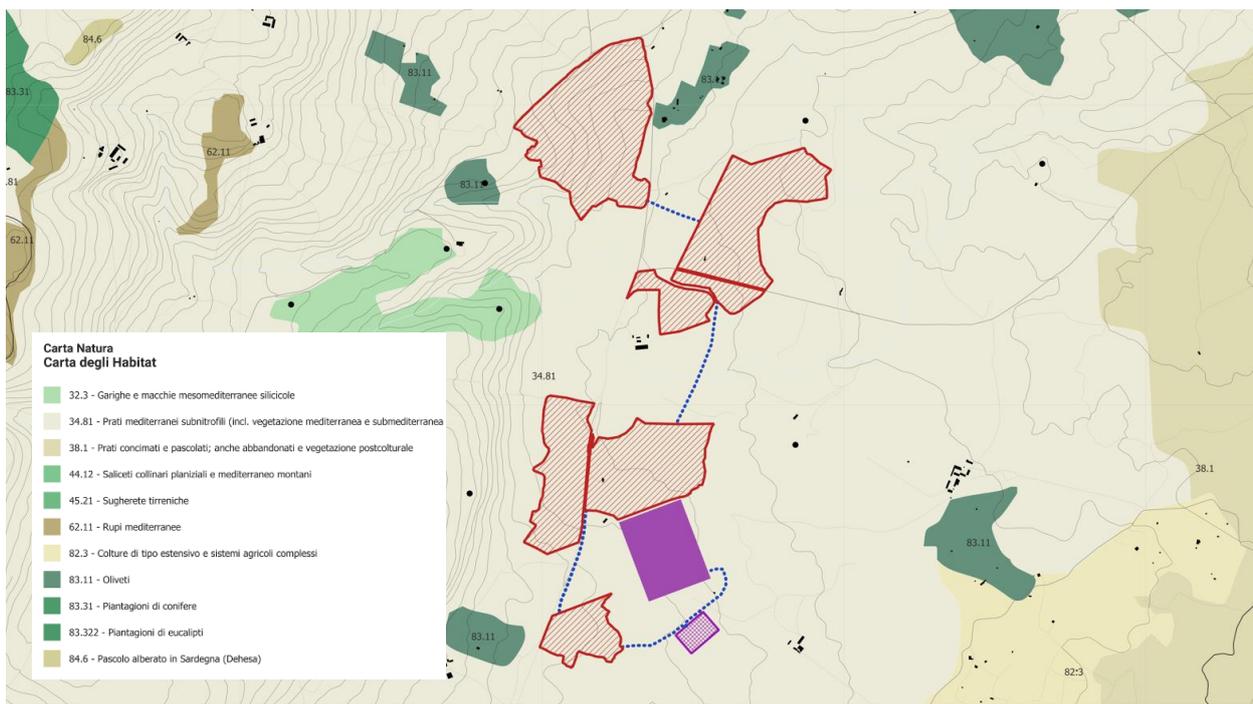


FIGURA 8 – INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO RISPETTO ALLA CARTA DEGLI HABITAT PRODotta DA ISPRA – STRALCIO DELL'ELABORATO CARTOGRAFICO MAC-IAT19

Consultando la Carta degli Habitat, prodotta da ISPRA, si evince, inoltre, che l'area di progetto non comprende aree interessate dalla presenza di Habitat prioritari di interesse conservazionistico. Il terreno su cui ricade l'area di progetto è, di fatto, caratterizzato prevalentemente dalla presenza di *Prati mediterranei subnitrofilii* – Codice 34.81. – e una piccola porzione di *Oliveti* – Codice 83. Le classi di appartenenza delle aree adiacenti all'area di progetto sono tutte riportate in Figura 8.

Il cavidotto collega l'area di progetto con la Stazione Elettrica "Macomer 380" seguendo i tracciati della viabilità rurale e in minima parte correndo al di sotto di terreni agricoli.

Si può concludere che il sito oggetto di studio non interferisce con elementi di Rete Natura 2000 né con aree riconosciute come habitat, per un maggiore approfondimento relativo all'impatto che il progetto potrebbe avere su flora, fauna e habitat si rimanda agli elaborati floro-faunistici MAC-IAR06 e MAC-IAR07.

2.3 Programmazione regionale

2.3.1 PEARS 2030

La Proposta Tecnica di Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna è stata adottata dalla Giunta Regionale per il periodo 2015 - 2030, con la delibera n. 5/1 del 28 gennaio 2016. Il documento è stato redatto sulla base delle Linee di Indirizzo Strategico del Piano "*Verso un'economia condivisa dell'Energia*" adottate con DGR n. 37/21 del 21.07.2015 e approvate in via definitiva con DGR n. 48/13 del 02/10/2015. L'adozione del PEARS assume un'importanza strategica soprattutto alla luce degli obiettivi europei al 2020 ed al 2030 in termini di riduzione dei consumi energetici, riduzione delle emissioni di CO₂ da consumi energetici e di sviluppo delle FER.

Le linee di indirizzo del Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna, riportate nella Delibera della Giunta Regionale n. 48/13 del 2.10.2015, indicano come obiettivo strategico di sintesi per l'anno 2030 la *riduzione delle emissioni di CO₂ associate ai consumi della Sardegna del 50% rispetto ai valori stimati nel 1990*.

Per il conseguimento di tale obiettivo strategico sono stati individuati dal Piano i seguenti Obiettivi Generali (OG):

- OG1 - Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (*Sardinian Smart Energy System*)
- OG2 - Sicurezza energetica
- OG3 - Aumento dell'efficienza e del risparmio energetico
- OG4 - Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico.

2.3.2 Delibera di Giunta Regionale 59/90 del 2020

Con la deliberazione n. 45/40 del 2 agosto 2016 la Giunta regionale ha approvato in via definitiva il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna "*Verso un'Economia condivisa dell'Energia*" (PEARS) a seguito dell'esito positivo della procedura di Valutazione Ambientale Strategica (VAS).

Il documento prodotto dalla commissione individua una lista di aree particolarmente sensibili e vulnerabili alle trasformazioni territoriali o del paesaggio potenzialmente ascrivibili alla installazione di impianti fotovoltaici su suolo. Per ogni area non idonea così identificata, viene riportata la descrizione

delle incompatibilità riscontrate con gli obiettivi di protezione individuati. In particolare, tra le aree non idonee ai sensi della D.G.R. 59/90 del 2020 troviamo:

- i siti dell'UNESCO, le aree ed i beni di vincolati dal D.Lgs. 42/2004 (codice dei beni culturali e del paesaggio);
- aree naturali soggette a tutela diversi livelli (europeo, nazionale, regionale, locale);
- altre aree che svolgono funzioni determinanti per la conservazione della biodiversità;
- aree agricole interessate da produzioni agricole alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali).
- zone individuate ai sensi dell'Art. 142 del D.Lgs. 42/2004 (aree tutelate per legge)

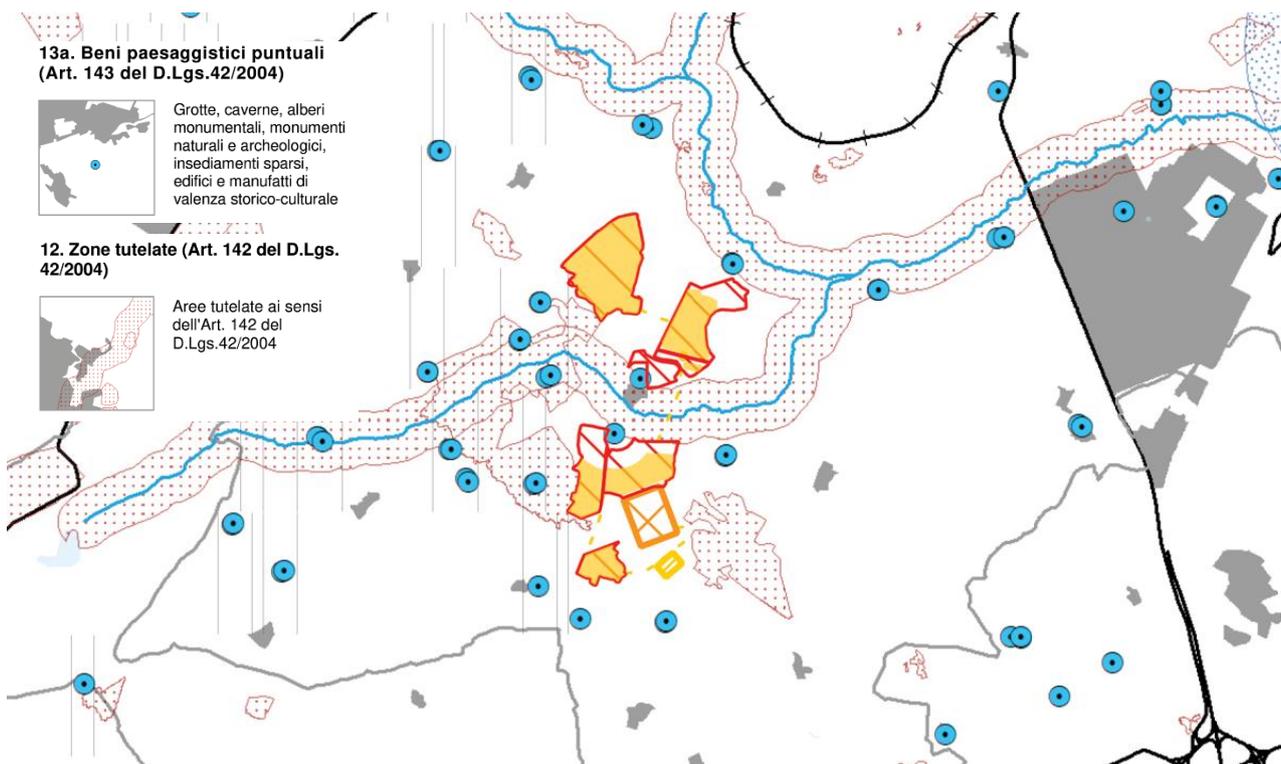


FIGURA 9 – INQUADRAMENTO DEL SITO SU CARTA DELLE AREE NON IDONEE ALL'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FER AI SENSI D.G.R. 59/90 DEL 2020 – AREA DI PROGETTO IN ROSSO E AREA DI IMPIANTO IN GIALLO (ESTRATTO DALL'ELABORATO CARTOGRAFICO MAC-IAT15)

L'analisi relativa alla scelta del sito di localizzazione dell'impianto fotovoltaico è stata condotta anche sulla base di quanto contenuto nella D.G.R. 59/90 del 2020 valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che rendano le aree prescelte incompatibili con la realizzazione degli impianti.

2.3.3 Piano di tutela delle acque PTA

Il Piano di Tutela delle Acque è stato redatto ai sensi dell'art. 44 del D. Lgs. 152/99 e ss.mm.ii, dell'art. 2 della L.R. 14/2000 e della Direttiva 2000/60/CE. Il PTA, costituente un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art 17, comma 6-ter della legge n.183 del 1989 (e ss.mm.ii.), è stato approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n.14/16 del 4 aprile 2006.

Obiettivo prioritario del Piano è la costruzione di uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico, attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela degli aspetti qualitativi e quantitativi della risorsa idrica.

In particolare, il PTA si prefigge il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D. Lgs. 152/99 e i suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e qualità delle risorse idriche, compatibilmente con le diverse destinazioni d'uso;
- recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive, in particolare quelle turistiche, in quanto rappresentative di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
- raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
- lotta alla desertificazione.

2.3.3.1 CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA

Il clima locale è quello tipico del Mediterraneo, temperato caldo, caratterizzato da inverni miti e piovosi durante i quali non si osservano temperature inferiori a zero gradi, e da estati piuttosto torride e asciutte, con elevata escursione termica e una forte irraggiamento solare.

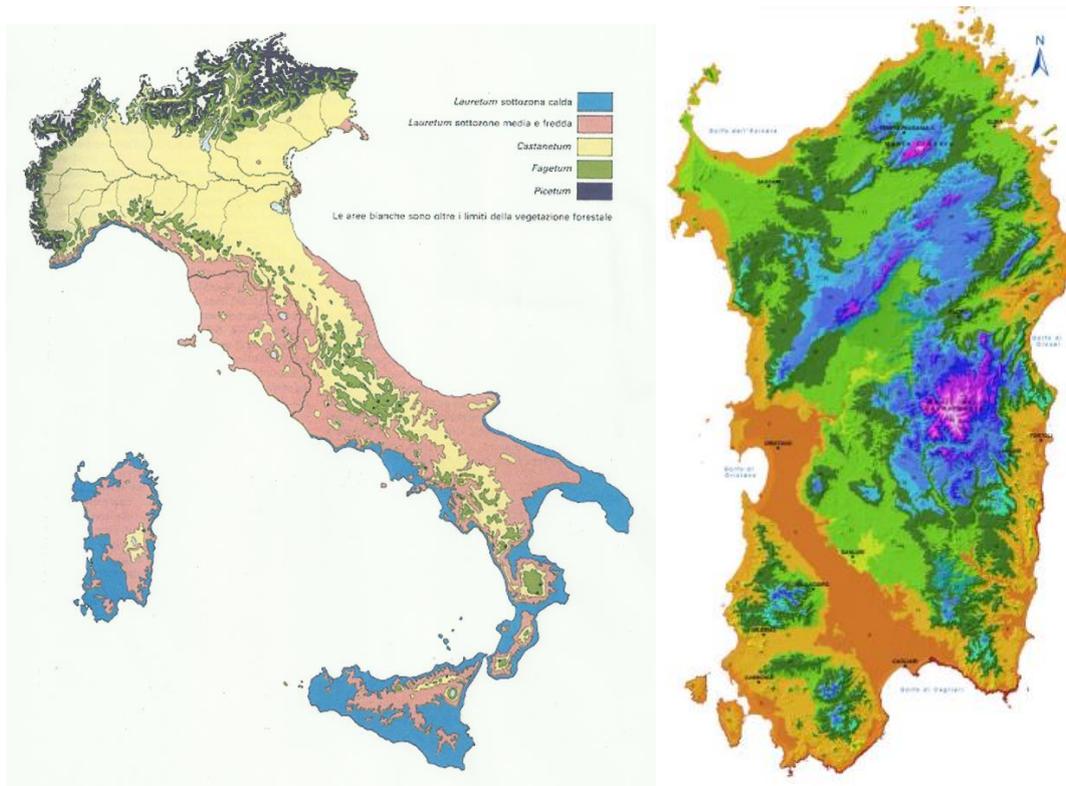


FIGURA 10 – ZONE FITOCLIMATICHE SECONDO PAVARI (A SX) E ZONE BIOCLIMATICHE DELLA REGIONE SARDEGNA (A DX)

Nel prospetto della classificazione fitoclimatica del Pavari, l'area è inserita nella fascia del **Lauretum – sottozona calda**. Nella carta della classificazione bioclimatica della Regione Sardegna, l'areale in esame è inserito nel bioclina mesomediterraneo inferiore, subumido inferiore, euoceanico attenuato.

Il regime delle precipitazioni evidenzia una sostanziale omogeneità con quello medio delle coste della Sardegna, pur attestandosi su valori leggermente inferiori alla media regionale (715 mm annui contro 754 mm della media sarda). Le piogge si concentrano soprattutto nella stagione autunnale con eventi più rari nei primi mesi dell'inverno che tendono a decrescere rapidamente con l'approssimarsi della primavera e a scomparire quasi completamente in estate. Tale andamento si evince piuttosto chiaramente dal sottostante grafico delle precipitazioni in cui il minimo si colloca in luglio, con una media mensile di soli 5,4 mm di pioggia. Il massimo assoluto è ubicato nel mese di dicembre con quasi 130,6 mm di pioggia.

L'andamento delle temperature manifesta, com'era lecito attendersi, un *trend* esattamente opposto, con valori più bassi nei mesi invernali, il cui minimo si registra a febbraio con media diurna di 6,2 °C, e temperature più elevate nel periodo estivo con il massimo diurna assoluto a luglio (22,8 °C).

Secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna, che mostra i diversi Isobioclimi del territorio sardo, il termotipo delle aree interessate dal progetto fa parte della tipologia mesomediterraneo inferiore, l'ombrotipo è del tipo subumido inferiore. Secondo la carta fitoclimatica d'Italia, riportata nel Geoportale Nazionale, l'area ricade all'interno del Clima mediterraneo oceanico debolmente di transizione presente nelle pianure alluvionali del medio e alto Tirreno; presenze significative nelle aree interne delle isole maggiori (Mesomediterraneo subumido).

2.3.3.2 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) E PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- la funzione conoscitiva, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- la funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- la funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

Idrograficamente il territorio della Sardegna viene considerato un bacino unico idrografico suddiviso, sulla base di studi di settore (SISS, Piano Acque) in sette sub-bacini, ognuno caratterizzato da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche.

Il vincolo idrogeologico è disciplinato dalla L.R. 06/04/1996 n.16, che all'art. 9 precisa che "il rilascio delle autorizzazioni e/o dei nulla-osta concernenti i terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici previsti dal regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, e dal regolamento approvato con regio decreto 16 maggio 1926, n. 1126, nonché dall'articolo 23 della legge regionale 10 agosto 1985, n. 37, rientra nella competenza degli Ispettorati ripartimentali delle foreste". Il Regio Decreto-legge n. 3267/1923 "Riordinamento e riforma in materia di boschi e terreni montani", sottopone a "vincolo per scopi idrogeologici" i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9 (dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio

del pascolo), possono, con danno pubblico, subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque" (art. 1).

Lo scopo principale del vincolo idrogeologico, dunque è quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di garantire che tutti gli interventi che vanno ad interagire con il territorio non compromettano la stabilità dello stesso, né inneschino fenomeni erosivi, ecc., con possibilità di danno pubblico, specialmente nelle aree collinari e montane. Il vincolo idrogeologico, pertanto, concerne terreni di qualunque natura e destinazione, ma è localizzato principalmente nelle zone montane e collinari e può riguardare aree boschive o non boschive; inoltre, non preclude la possibilità di intervenire sul territorio, ma subordina gli interventi in queste aree all'ottenimento di una specifica autorizzazione (articolo 7 del R.D.L. n. 3267/1923).

L'idrografia superficiale è contraddistinta da corsi d'acqua che hanno un bacino idrografico assai più esteso dell'areale di studio, identificato come bacino del Tirso (RAS, 2000), che comprende i bacini imbriferi dell'omonimo fiume Tirso, del Taloro e del Massari. L'area di progetto è collocata nella porzione più occidentale del bacino ove la rete di drenaggio assume un aspetto sub-dendritico, regimata dai due affluenti del Tirso, denominati Rio Flumineddu e del Rio Ponte Merchis: essi scorrono sul plateau basaltico in direzione est, sino ad immettersi in sponda destra nel Tirso.

Nel dettaglio si distinguono 3 bacini imbriferi minori socchiusi immediatamente a valle dell'area di progetto:

- Il sub-bacino del Rio Murtazzolu, di 44,78 km² che interessa la porzione nord;
- Il sub-bacino del Rio Siddo, di 24,33 km² che interessa la porzione centrale;
- Il sub-bacino del Rio Zanni, di 15,40 km² che interessa la porzione sud.

Il Rio Mene Murtazzolu appartiene al bacino del Rio Flumineddu, mentre le acque del Rio Siddo e del Rio Zanni convergono nel Rio di Ponte Merchis.



FIGURA 11 – IMMAGINE ORTOFOTO –AREA INTERVENTO E RETICOLO IDROGRAFICO SUPERFICIALE

Questi corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime torrentizio con portate generalmente limitate o nulle e piene violente ed improvvise in occasione di precipitazioni intense che avvengono con una frequenza abbastanza ravvicinata.

2.3.3.3 ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Il rischio idrogeologico è una grandezza che mette in relazione la pericolosità, intesa come caratteristica di un territorio che lo rende vulnerabile a fenomeni di dissesto (frane, alluvioni, ecc.) e la presenza sul territorio di beni in termine di vite umane e di insediamenti urbani, industriali, infrastrutture, beni storici, artistici, ambientali, ecc. esso è correlato a:

- **Pericolosità (P)** ovvero alla probabilità di accadimento dell'evento calamitoso entro un definito arco temporale, con determinate caratteristiche di magnitudo (intensità);
- **Vulnerabilità (V)**, espressa in una scala variabile da zero (nessun danno) a uno (distruzione totale), intesa come grado di perdita atteso, per un certo elemento, in funzione dell'intensità dell'evento calamitoso considerato;

- **Valore esposto (E)** o esposizione dell'elemento a rischio, espresso dal numero di presenze umane e/o dal valore delle risorse naturali ed economiche che sono esposte ad un determinato pericolo.

In termini analitici, il rischio idrogeologico può essere espresso attraverso una matrice funzione dei tre fattori suddetti, ovvero: $R = R(P, V, E)$.

Con riferimento al DPCM 29 settembre 1998, è possibile definire quattro classi di rischio, secondo la classificazione di seguito riportata:

- Moderato R1, per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- Medio R2, per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- Elevato R3, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- Molto elevato R4, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socioeconomiche.

Nella relazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI, aggiornata con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.35 del 21/03/2008, la Pericolosità Idraulica viene trattata al capo II artt. 27, 28, 29, 30 e vengono individuati 4 livelli di pericolosità:

- Hi4 – Molto elevata
- Hi3 – Elevata
- Hi2 – Media
- Hi1 – Moderata

Il Capo III delle NTA riporta, invece, la disciplina che regola le aree di pericolosità da frana agli artt. 31, 32, 33, 34 che individuano 4 livelli di pericolosità da frana:

- Hg4 – Molto elevata

- Hg3 – Elevata
- Hg2 – Media
- Hg1 – Moderata

Al Capo I art. 23 sono invece riportate le “Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica”.

Lo studio geomorfologico di dettaglio è stato integrato dall’analisi delle informazioni fornite dagli strumenti di pianificazione noti. Ovvero:

- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, è stato approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006.
- Piano Stralcio Fasce fluviali, DELIBERAZIONE n° 1 del 20.06.2013

Dalla consultazione delle carte tematiche P.A.I. Sardegna, in particolare dalla consultazione della carta di pericolosità geomorfologica (Figura 14) non vengono individuate aree affette da pericolo di frana, si può invece notare che il cavidotto interseca la fascia C geomorfologica del PSFF, riferita a un evento di piena con tempo di ritorno di 500 anni, nella carta della pericolosità idraulica.

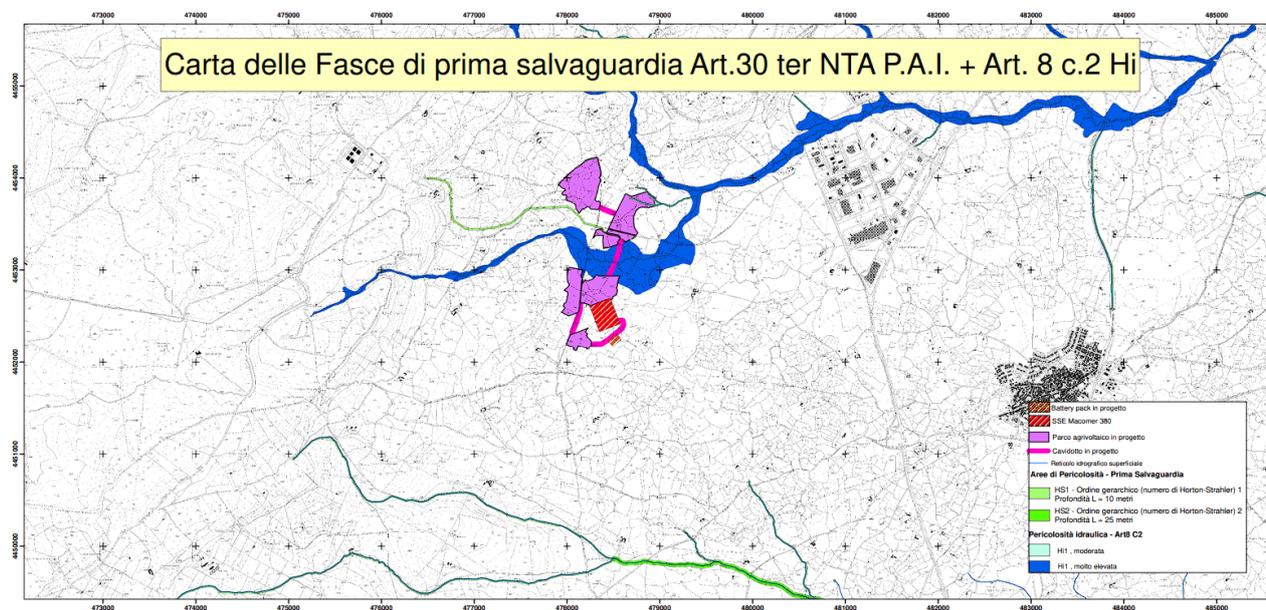


FIGURA 12 – INQUADRAMENTO AREA DI PROGETTO SU CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA – STRALCIO DELL’ELABORATO CARTOGRAFICO MAC-IAT10

Si tratta di una fascia le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico (art. 30 bis del PAI), all’interno delle quali i comuni sono tenuti ad effettuare un apposito

studio idrologico-idraulico di approfondimento, coerentemente con quanto indicato nelle norme del PAI, al fine di determinare le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1). In assenza degli studi comunali, in queste aree viene istituita una pericolosità Hi4, ove sono consentiti gli interventi previsti dall'articolo 27 e 27 bis delle NA del PAI.

Nel settore in studio **sono presenti aree delimitate dal PAI**. Tuttavia, risulta importante mettere in evidenza che all'interno delle classi di pericolosità Hg2, Hg3, Hg4 – Hi2, Hi3, Hi4 non sono previsti interventi in progetto relativi al parco Agrivoltaico, ma esclusivamente opere di compensazione e mitigazione che prevedono il nuovo impianto di ulivi e il mantenimento del manto erboso per scopi pascolativi.

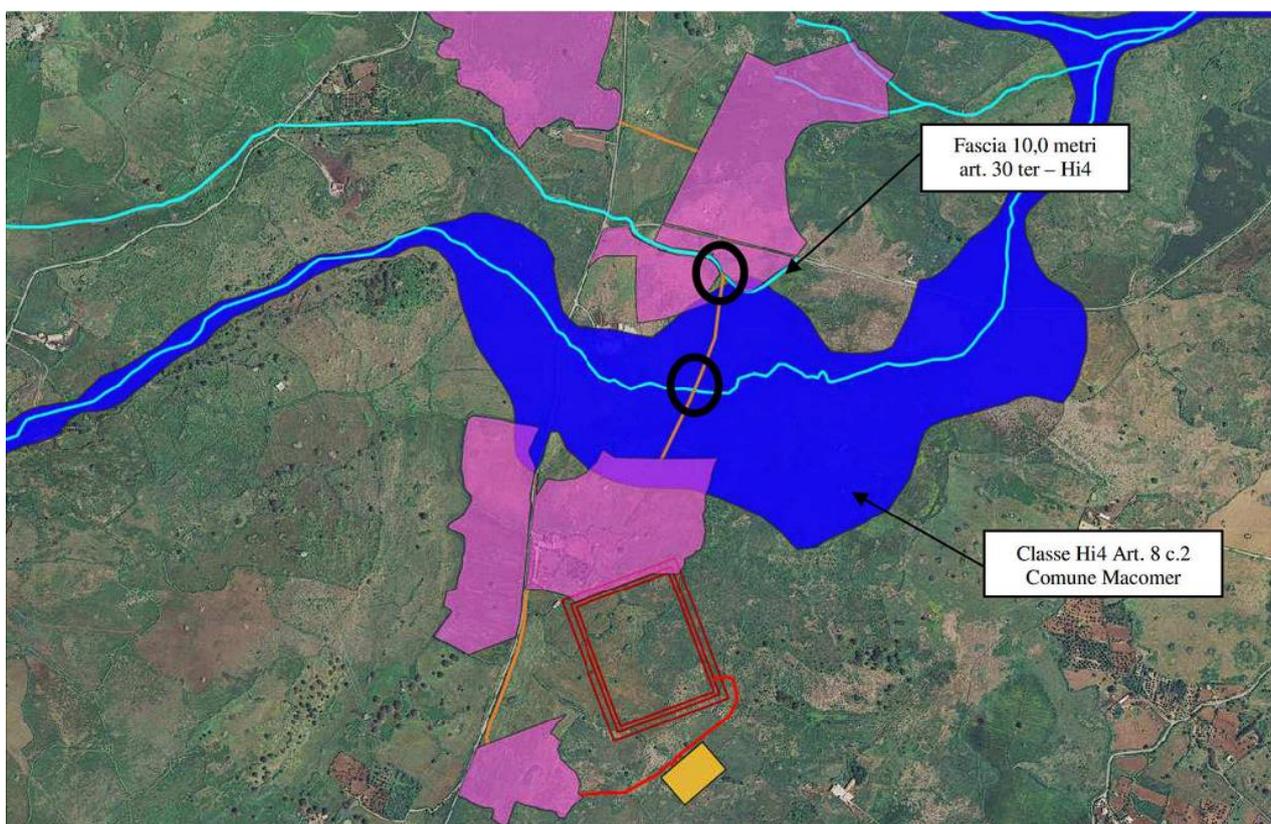


FIGURA 13 - FASCE DI SALVAGUARDIA RELATIVE ALL'ART. 30 TER DELLE NTA DEL PAI HORTON STRAHLER + VINCOLO PAI HI4 ART. 8 C.2 COMUNE DI MACOMER

Nelle aree Hi4 sopra descritte le norme di attuazione stabiliscono una verifica della coerenza del progetto con le finalità del PAI indicate nell'**art. 23 comma 6 lettera B** (Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli **articoli 24 e 25**, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dai rispettivi articoli prima del provvedimento di approvazione del

progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9), attraverso uno studio di compatibilità idraulica disciplinato dall'art.24 e redatto secondo i contenuti indicati nell'ALLEGATO E delle norme di attuazione (per le aree in Hi4).

Per quanto concerne gli attraversamenti trasversali del cavidotto è bene precisare che le **norme tecniche del PAI all'art. 21 comma 2 lettera c** prevedono l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale, con la condizione che tra fondo alveo e estradosso della condotta ci sia almeno un metro di ricoprimento. Per tali attraversamenti in sub-alveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme e il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese le condotte qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.

Ciò è ribadito **dall'art. 27 comma 3 lettera g** secondo cui sono ammesse esclusivamente le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui **all'articolo 24** delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm, che per le situazioni di parallelismo non ricadano in alveo e area golenale e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.

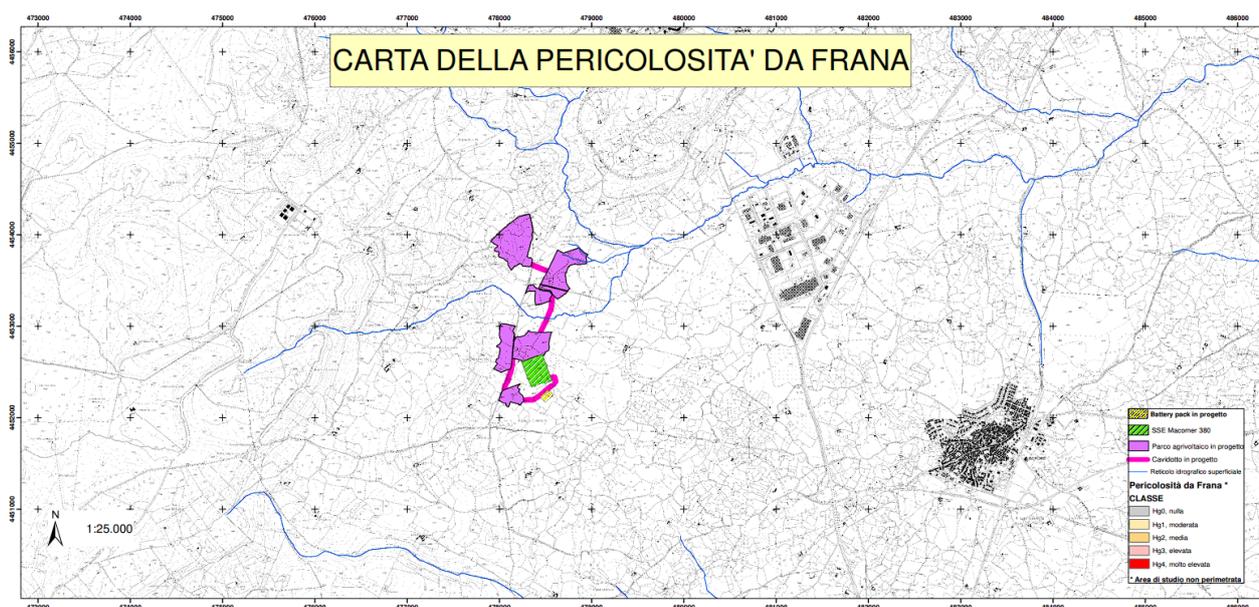


FIGURA 14 – INQUADRAMENTO AREA DI PROGETTO SU CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA – STRALCIO DELL'ELABORATO CARTOGRAFICO MAC-IAT10

L'area in esame sottende un complesso geologico di età quaternaria e cenozoica, costituito principalmente dalle andesiti basaltiche (basalti del plateau basaltico plio-pleistocenico e delle argille dell'Olocene).

L'installazione dell'impianto agrivoltaico in progetto non provoca denudazione del suolo, innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità, turbamento del regime delle acque. Pertanto, in relazione a quanto sopra specificato, si ritiene che il progetto sia compatibile con l'area in esame sia nella fase di realizzazione che nella fase di esercizio.

Sulla base degli elementi raccolti nello studio geologico e geomorfologico, consultabile nel complesso all'elaborato MAC-IAR10, si riassume quanto segue:

- Le opere non ricadono in aree a pericolosità geomorfologica e a pericolosità idraulica del PAI;
- Il cavidotto attraversa una fascia C del PSFF ubicata a contorno del Rio Perda Niedda. Si tratta di una fascia le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico (art. 30 bis del PAI), all'interno delle quali i comuni sono tenuti ad effettuare un apposito studio idrologico-idraulico di approfondimento, coerentemente con quanto indicato nelle norme del PAI, al fine di determinare le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1). In assenza degli studi comunali, in queste aree viene istituita una pericolosità Hi4, ove sono consentiti gli interventi previsti dall'articolo 27 e 27 bis delle NA del PAI;
- Sia nell'impianto agrivoltaico che a intersezione con il cavidotto sono altresì presenti degli impluvi su cui vige l'art. 30 ter del PAI, intorno ai quali, come misura di prima salvaguardia, è istituita una fascia di rispetto **Hi4** di larghezza proporzionata all'ordine gerarchico del corpo idrico.

Ciò premesso, si ritiene che le opere in progetto siano compatibili con i caratteri fisico-ambientali del territorio al contorno.

2.3.4 Piano Paesaggistico regionale

Con Decreto del Presidente della Regione n. 82 del 7 settembre 2006 è stato approvato in via definitiva il Piano Paesaggistico Regionale, Primo ambito omogeneo - Area Costiera, in ottemperanza

a quanto disposto dall'articolo 11 della L.R. 22 dicembre 1989, n. 45, modificato dal comma 1 dell'articolo 2 della L.R. 25.11.2004, n. 8.

Il Piano è entrato in vigore a decorrere dalla data di pubblicazione sul Bollettino Regionale (BURAS anno 58 n. 30 dell'8 settembre 2006).

Attraverso il Piano Paesaggistico Regionale, di seguito denominato P.P.R., la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli caratteri del paesaggio sardo, costituito dalle interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, intese come elementi fondamentali per lo sviluppo, ne disciplina la tutela e ne promuove la valorizzazione (Regione Sardegna, 2006).

Conformemente a quanto prescritto dal D.Lgs. 42/04, nella sua scrittura antecedente al D.Lgs. 63/2008, il P.P.R. individua i beni paesaggistici, classificandoli in (art. 6 delle NTA, commi 2 e 3):

- beni paesaggistici individuati, cioè quelle categorie di beni immobili i cui caratteri di individualità ne permettono un'identificazione puntuale;
- beni paesaggistici d'insieme, cioè quelle categorie di beni immobili con caratteri di diffusività spaziale composti da una pluralità di elementi identitari coordinati in un sistema territoriale relazionale.

Il P.P.R. si applica, nella sua attuale stesura, solamente agli ambiti di paesaggio costieri, individuati nella cartografia del P.P.R., secondo l'articolazione in assetto ambientale, assetto storico-culturale e assetto insediativo. Per gli ambiti di paesaggio costieri, che sono estremamente importanti per la Sardegna poiché costituiscono un'importante risorsa potenziale di sviluppo economico legato al turismo connesso al mare ed alle aree costiere, il P.P.R. detta una disciplina transitoria rigidamente conservativa, e un futuro approccio alla pianificazione ed alla gestione delle zone marine e costiere basato su una prassi concertativa tra Comuni costieri, Province e Regione.

Peraltro, i beni paesaggistici ed i beni identitari individuati e tipizzati dal P.P.R., pur nei limiti delle raccomandazioni sancite da alcune sentenze di Tribunale Amministrativo Regionale, sono comunque soggetti alla disciplina del Piano, indipendentemente dalla loro localizzazione o meno negli ambiti di paesaggio costiero (art. 4, comma 5 NTA).

Per quanto riguarda specificamente il territorio interessato dalle opere in progetto, come già detto, non ricade in fascia costiera e, quindi, in nessuno dei 27 ambiti di paesaggio costieri e non è interessata dalla presenza di beni paesaggistici vincolati.

2.3.5 Zone gravate da usi civici

Con l'espressione "Usi Civici", nella Regione Sardegna si definiscono i diritti delle collettività sarde ad utilizzare beni immobili comunali e privati, rispettando i valori ambientali e le risorse naturali. Gli usi civici appartengono ai cittadini residenti nel Comune nella cui circoscrizione sono ubicati gli immobili soggetti all'uso. (L.R. 14 marzo 1994 n. 12, art. 2)

Le funzioni amministrative in materia di usi civici, ivi compreso l'accertamento dei terreni gravati da uso civico, sono esercitate dall'Amministrazione regionale tramite l'Assessorato regionale dell'agricoltura e riforma agro – pastorale e l'ARGEA.

La Legge di riferimento per la Regione Sardegna è la L.R. 14 marzo 1994, n. 12. Norme in materia di usi civici.

Ogni Comune sardo è dotato di un inventario, redatto dall'Assessorato dell'Agricoltura e Riforma Agropastorale (Servizio Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale), contenente i riferimenti catastali delle terre civiche, ovvero le particelle su cui gravano usi civici. Attraverso la verifica del documento "Provvedimenti formali di accertamento ed inventario terre civiche al 23 novembre 2020" pubblicato dalla Regione Sardegna² è stato possibile accertare la compatibilità del progetto con il contesto territoriale, con una verifica puntuale delle vocazioni d'uso di ciascuna particella catastale. Gli inventari terre civiche del comune di Macomer non presentano particelle localizzate all'interno dell'area del presente progetto. Da questo punto di vista l'impianto agrivoltaico presentato si può definire compatibile con e prescrizioni della L.R. in materia di Usi Civici.

² disponibile al link: https://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14_126_20201218103946.pdf

2.4 Pianificazione provinciale e comunale di riferimento

2.4.1 Piano urbanistico provinciale

Il Piano Urbanistico Provinciale (PUP) della Provincia di Nuoro è stato approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 131 del 07/11/2003. Obiettivo prioritario del PUP è quello di promuovere ed incentivare lo sviluppo socio-economico del territorio attraverso la coniugazione degli strumenti economico-finanziari con la pianificazione territoriale, sia essa locale o provinciale. Tra gli obiettivi generali figurano anche lo sviluppo sostenibile del territorio, la riqualificazione dei centri urbani, la tutela dei beni culturali ed ambientali e la valorizzazione delle identità locali. In relazione a quanto previsto nell'art. 16 della L.R. 45/89, i contenuti tematici del Piano sono strutturati in Piani di settore, i quali trovano applicazione nei Sistemi Insediativo, Ambientale, Economico e della Mobilità. Tali Sistemi compongono il quadro provinciale e di pianificazione e contengono rispettivamente un'analisi dello stato di fatto e delle proiezioni previsionali orientate alla gestione e sviluppo del territorio. In coerenza alle analisi ed alle elaborazioni sviluppate per le singole aree tematiche, il PUP definisce degli "Ambiti Territoriali", individuati in base a caratteristiche di omogeneità (storica, culturale, linguistica, ambientale, economico-produttiva) e di complementarità dei potenziali di crescita economica e culturale di aree specifiche e sono costituiti da aggregazioni aperte di territori.

Una delle specificità del piano concerne la tematica ambientale e consiste nell'attuazione di politiche di tutela delle risorse ambientali che assecondi le esigenze dello sviluppo economico/produttivo della collettività provinciale. In particolare, il Piano attribuisce al territorio provinciale una forte valenza ambientale, il cui valore dipende dalla sua conservazione e il suo legame con i suoi aspetti culturali e identitari.

2.4.2 Piano urbanistico comunale di Macomer

Il P.U.C. di Macomer è stato approvato con D.C.C. n.96 del 16.11.2000 e pubblicato sul BURAS n. 2 del 19 gennaio 2001.

Nel Piano Urbanistico Comunale lo spazio rurale è classificato con le seguenti zone:

- *subzona E1*: aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata;
- *subzona E2*: aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni;
- *subzona E3*: aree che, caratterizzate da un elevato frazionamento fondiario, sono contemporaneamente utilizzabili per scopi agricolo-produttivi e per scopi residenziali;

- *subzona E4*: aree che, caratterizzate dalla presenza di preesistenze insediative, sono utilizzabili per l'organizzazione di centri rurali;
- *subzona E5*: aree marginali per attività agricole nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale.

L'area di progetto ricade nelle *subzone E1* ed *E2*.

SUBZONA E1

Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata. In attesa della formazione dei piani zonali di sviluppo agricolo sono state individuate alcune zone che, per particolari caratteristiche, potrebbero in via sperimentale essere suscettibili di una trasformazione produttiva tipica e specializzata. Per queste sottozone come per altre che non hanno trovato allo stato attuale una idonea classificazione rispetto alle direttive regionali prevalgono le norme di carattere generale.

Ai fini delle direttive agricole regionali nella *subzona E1* è possibile la realizzazione di infrastrutture necessarie allo sviluppo delle attività economiche e la localizzazione dei servizi connessi alla residenza.

Nella sottozona sono ammessi gli interventi di straordinaria manutenzione, di restauro e di risanamento conservativo, quelli riguardanti la ristrutturazione e la costruzione di nuovi edifici da adibire all'attività agricola ed alla residenza dell'imprenditore agricolo a titolo principale, ai sensi dell'art. 12 della Legge 09/05/1975, n. 153, in funzione della conduzione del fondo.

Il rilascio della autorizzazione e della concessione edilizia è subordinato alle stesse prescrizioni di cui alle *subzona E2*.

SUBZONA E2

Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni.

Il P.U.C. individua (tav. A) alcune aree vaste che, pur non avendo allo stato attuale tutte le caratteristiche previste dalle direttive regionali, presentano una struttura fondiaria e caratteristiche elementari di infrastrutturazione tali da poter prevedere, con apposito piano zonale di sviluppo agricolo, una facile ristrutturazione produttiva ed un potenziamento di quella attuale, sostanzialmente rivolta al settore lattiero caseario.

La presenza, inoltre, di aziende di dimensione media, rispetto al contesto, può far prevedere l'esigenza di creare le condizioni, mediante la ristrutturazione dell'assetto fondiario, per l'organizzazione di centri rurali con funzioni di servizio.

Ai fini delle direttive agricole regionali nella *subzona E2* è possibile la realizzazione di infrastrutture necessarie allo sviluppo delle attività economiche e la localizzazione dei servizi connessi alla residenza.

Nella sottozona sono comunque ammessi gli interventi di straordinaria manutenzione, di restauro, di risanamento conservativo e quelli riguardanti la ristrutturazione e la costruzione di nuovi edifici da adibire all'attività agricola ed alla residenza dell'imprenditore agricolo a titolo principale, ai sensi dell'art. 12 della Legge 09/05/1975, n. 153, in funzione della conduzione del fondo.

SUBZONA E3

Aree che, caratterizzate da un elevato frazionamento fondiario, sono utilizzabili per scopi agricolo-produttivi di carattere individuale. Nelle zone, situate in fregio agli abitati o comunque da essi facilmente accessibili, è possibile esercitare l'attività agricola non a titolo principale, durante il tempo libero e per autoconsumo (**agricoltura periurbana**). In dette zone è consentita l'edificazione di piccole costruzioni di tipo tradizionale in pietrame, non abitabili da adibire a rimessaggio degli attrezzi agricoli necessari alla conduzione del fondo, con un indice fondiario di 0,02 mc/mq e su lotto minimo di 2.000 mq, ottenibile anche attraverso l'accorpamento di due lotti, comunque preesistenti al 1995 e quindi senza alterazione della maglia fondiaria, coperte con tetto a falde e con altezza massima al colmo di m 3. L'eventuale vano interrato non partecipa al computo della volumetria. Il rilascio della concessione edilizia è subordinato al risanamento dell'area, con demolizione di ogni precedente costruzione eseguita in precario, rimozione di baracche prefabbricate, di materiali lasciati allo scoperto, e quant'altro rechi pregiudizio ai luoghi. In ogni caso, nell'esercizio dell'attività agricola periurbana è vietata qualsiasi alterazione della massa vegetale costituita dalle alberature di alto fusto.

SUBZONA E5

Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale. Appartengono a questa categoria la maggior parte dei suoli del territorio di Macomer e del Marghine più in generale. Per quanto gran parte delle aree appartenenti sotto il profilo agropedologico e geologico alla subzona E5 siano stati classificati H per particolari condizioni e caratteristiche paesistico-ambientali, anche quei suoli possono ritenersi in gran parte marginali. Oltre gli interventi di straordinaria manutenzione, di restauro e di risanamento conservativo, quelli riguardanti la ristrutturazione e la costruzione di nuovi edifici da adibire all'attività silvo-pastorale, ivi compresa la residenza del conduttore. Il rilascio della autorizzazione e della concessione edilizia è subordinato alle stesse prescrizioni di cui alle *subzone E1, E2, E4*. Qualora l'attività del conduttore del fondo rivesta caratteristiche produttive tali da giustificare una diversa volumetria, potrà essere presa in considerazione la possibilità di applicare una diversa normativa sempre nei limiti della normativa generale fissata dalle direttive.

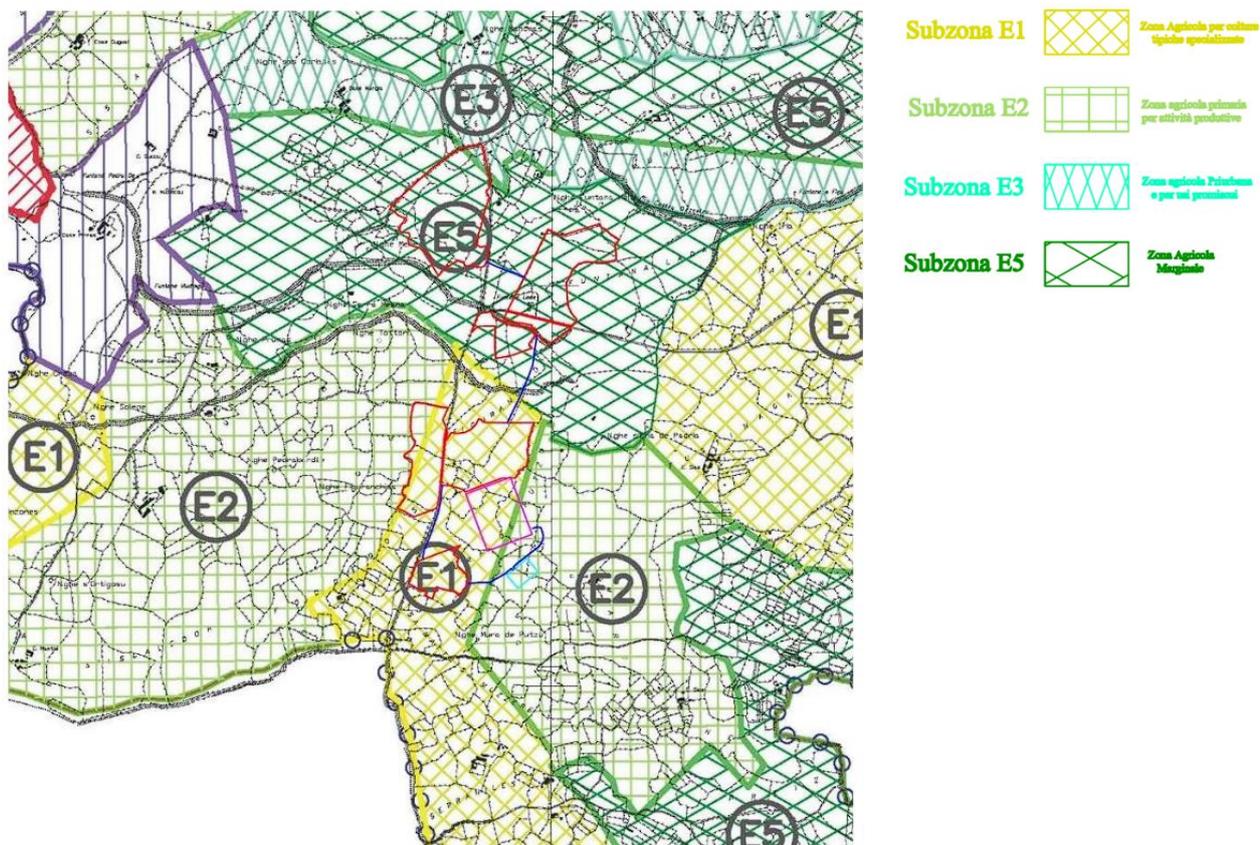


FIGURA 15 - INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO SUL PIANO URBANISTICO COMUNALE DI MACOMER - CODICE ELABORATO MAC-PDT03

Le aree interessate dal progetto non presentano in atto colture tipiche specializzate, in quanto hanno destinazione d'uso a seminativo e pascolo. Il futuro uso agricolo dell'area si ritiene compatibile con la destinazione prevista dal P.U.C. in quanto la soluzione prevista è quella del mantenimento del pascolo con prato migliorato permanente di leguminose.

2.5 Potenziali criticità riscontrate

In accordo a quanto previsto al punto 12 dell'Allegato VII alla parte seconda del d.Lgs. 152/2006, di seguito alcune considerazioni.

Il presente studio è il risultato della collaborazione di diverse figure professionali esperte e abilitate, ognuna con proprie specifiche competenze. Sono state utilizzate, per quanto possibile, le fonti dati più aggiornate.

Poiché lo studio è stato effettuato su un ambito territoriale antropizzato, non sono state riscontrate particolari difficoltà nel reperire dati significativi e informazioni da fonti autorevoli, tra cui letteratura accademica, database pubblici e studi di amministrazioni pubbliche.

I dati disponibili per l'area in esame sono stati tutti attentamente analizzati e confrontati. È emerso che alcuni dati disponibili sul Geoportale della Regione Sardegna non erano però stati aggiornati secondo le ultime informazioni disponibili a livello nazionale. Questa incongruenza nei dati ha portato i progettisti ad effettuare un'analisi più approfondita delle fonti e al confronto con enti regionali e nazionali. Tale confronto ha portato a stabilire quali dei dati a disposizione della proponente ritenere più attendibili e quindi utilizzare per la valutazione.

Si evidenzia, inoltre, che lo Studio è stato effettuato non solo utilizzando fonti bibliografiche o studi già esistenti ma sono state fatte anche indagini di campo per la raccolta dati di natura geologica, naturalistica e agronomica.

3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Il progetto proposto è relativo alla realizzazione di un impianto che aumenti la quota di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile, nella fattispecie fotovoltaica. Date le prevedibili applicazioni delle energie rinnovabili, appare molto probabile considerare sempre crescente la domanda energetica da parte di tutti gli utenti potenzialmente interessati. Altra motivazione riguarda l'analisi dei costi e dei benefici: l'investimento richiesto per il progetto risulta assorbibile durante la vita tecnica prevista, con margini sufficienti a rendere sostenibile tale iniziativa di pubblica utilità.

3.1 Descrizione alternative progetto

Al fine di scegliere la migliore soluzione progettuale possibile, nel presente studio è stata condotta una analisi prendendo in esame alcune alternative progettuali in linea con l'idea di progetto e le sue caratteristiche, al termine dell'analisi vengono esposte le ragioni principali che hanno condotto alla scelta dell'alternativa presentata.

Di seguito verranno considerate diverse ipotesi, di tipo tecnico, impiantistico e di localizzazione, prese in considerazione durante la fase di predisposizione degli interventi in progetto. Le linee generali che hanno guidato le scelte progettuali, al fine di ottimizzare il rendimento dei singoli moduli fotovoltaici, sono state basate su fattori quali: caratteristiche climatiche, irraggiamento dell'area, orografia del sito, accessibilità (esistenza o meno di strade, piste), disponibilità di infrastrutture elettriche vicine, rispetto delle distanze da eventuali vincoli presenti o da eventuali centri abitati.

3.1.1 Alternativa "zero"

Tra le alternative valutate, come prima opzione è stata considerata la cosiddetta alternativa "zero", ovvero la possibilità di non eseguire l'intervento. Tale opzione va considerata per completezza dello studio. Al fine di mettere in luce gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto, vengono di seguito esaminati gli effetti positivi che ne derivano. La realizzazione del progetto apporta numerosi vantaggi nell'ambito della pianificazione energetica sostenibile e genera di conseguenza benefici per l'ambiente implicando anche una crescita dal punto di vista socio-economico.

I principali vantaggi ottenibili attraverso la realizzazione del progetto si riflettono nelle seguenti considerazioni:

- Dal punto di vista ambientale si riscontrano evidenti **riduzioni di emissione di gas a effetto serra** poiché, a parità di energia prodotta, un impianto alimentato con fonti fossili risulta più impattante. L'alternativa proposta è realizzata in conformità con la Strategia Energetica Nazionale del 2017 approvata dai Ministri dello Sviluppo Economico e dell'Ambiente con Decreto del 10 novembre 2017, che prevede la de-carbonizzazione al 2030, con dismissione totale delle centrali su territorio nazionale alimentate a carbone e pone come obiettivo la transizione energetica verso un modello di produzione più sostenibile. In aggiunta a quanto esposto, la tipologia di strutture a sostegno dei moduli proposti in progetto permette di sfruttare al meglio la risorsa sole e rende l'investimento in questa tipologia di impianti maggiormente efficiente.
- Lo sfruttamento di fonti rinnovabili costituisce una valida alternativa alle fonti energetiche fossili e in particolare il fotovoltaico è stato individuato dal governo italiano e altri organismi sovranazionali come una FER ideale per investimenti a livello di pianificazione energetica. La scelta di impianti afferenti alla produzione da fonti rinnovabili viene promossa a livello internazionale, nazionale e regionale poiché i **benefici ambientali** che ne derivano sono notevoli e facilmente calcolabili.

RISPARMIO CARBURANTE IN *	TOE
Energia elettrica - fattore di conversione dell'energia primaria [TEP/MWh]	0,187
Tep risparmiata in un anno	8.303,5
Tep risparmiato in 30 anni	249.106,40

EMISSIONI IN ATMOSFERA EVITATA *	CO2	SO2	NOx	Polveri
Specifiche emissioni in atmosfera [g / kWh]	445,00	0,54	0,49	0,02
Emissioni evitate in un anno [kg]	19.759.780	23.978	21.758	888
Emissioni evitate in 30 anni [kg]	592.793.400	719.345	652.739	26.642

- La **riduzione della dipendenza da paesi esteri dal punto di vista energetico** attraverso la riduzione delle importazioni nel nostro paese, specialmente vista l'attuale situazione geopolitica

- Sul piano socio-economico si realizza un **aumento del fattore occupazionale diretto e la possibilità di creare nuove figure professionali** sia in fase di cantiere (per le attività di costruzione e installazione dell'impianto) sia nella fase di esercizio dell'impianto (per le attività di gestione e manutenzione degli impianti).
- La creazione e lo sviluppo di società e ditte che graviteranno attorno all'impianto ricorrendo a manodopera locale, con un conseguente **aumento dell'occupazione locale**.
- La **riqualificazione dell'area** grazie alla realizzazione di recinzioni, drenaggi, viabilità di accesso ai singoli lotti, sistemazioni idraulico-agrarie.

Inoltre, si specifica che il progetto rispetta il principio secondo il quale, ai sensi dell'art. 12 comma 7 del D.Lgs. 387/2003 e ss.mm.ii. "Gli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici. Nell'ubicazione si dovrà tenere conto delle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale di cui alla legge 5 marzo 2001, n. 57, articoli 7 e 8, nonché del D.Lgs. 18 maggio 2001, n. 228, art. 14"; in quanto, come meglio specificato nei capitoli dedicati, verranno messe in atto misure di mitigazione e compensazione opportunamente valutate.

Scegliere l'alternativa "zero", quindi, sottenderebbe la rinuncia ai vantaggi elencati. Oltretutto è importante considerare che lo sfruttamento del sole per la produzione di energia fa fronte ad un impatto reversibile e accettabile con conseguenze esigue sotto il profilo visivo e paesaggistico.

3.1.2 Alternative di localizzazione

Col fine di realizzare una analisi completa delle possibili alternative di localizzazione, sono state prese in considerazione aree di estensione simile a quella di progetto per lo sviluppo della stessa potenza e terreni valutati in fase di sviluppo dalla società proponente, sui quali sono stati sviluppati dei potenziali progetti alternativi.

Lo studio delle possibili alternative di localizzazione dell'opera nell'area vasta è stato sviluppato a partire da parametri prestabiliti relativi a: la tecnologia fotovoltaica impiegata, la potenza obiettivo, l'infrastruttura di allacciamento alla Stazione Terna e quindi la relativa richiesta di connessione.

3.1.2.1 ANALISI DELL'AREA VASTA

L'area vasta considerata per la localizzazione dell'impianto agri-fotovoltaico in progetto si estende per 10 km a partire dalla Stazione Elettrica "Macomer 380" e interessa i comuni di Borore, Macomer, Santu Lussurgiu e Sindia, situati nelle province di Nuoro e Oristano. Lo studio è incentrato su una zona pianeggiante fortemente antropizzata e connotata prevalentemente da vocazione agricola e industriale. A seguito dell'analisi del territorio su scala vasta, sono state elaborate tre proposte per la localizzazione dell'impianto all'interno del buffer di **10 km** considerato dalla Stazione Elettrica e considerando aree utili per lo sviluppo di una potenza obiettivo di **24 MWp**.

A seguito di un'attenta ricognizione dell'area vasta sono state individuate alcune porzioni di territorio idonee all'installazione di un impianto agrivoltaico. In particolare, le tre proposte di localizzazione del progetto non presentano interferenze con:

- Aree afferenti alla **Rete Natura 2000**, aree protette individuate da strumenti internazionali o nazionali (Legge 394/91) o ubicate nelle immediate vicinanze (1 km dal perimetro dell'area protetta) o le relative zone periferiche di protezione;
- **Zone umide di importanza internazionale** (Convenzione di Ramsar) o riserve naturali protette;
- Aree di proprietà dei **consorzi di bonifica**, aree inondabili o vasche di captazione delle acque (conformemente al DGR 59/90 del 2020);
- Aree critiche di piani di conservazione o recupero di specie di flora e fauna minacciate, con particolare attenzione alle aree che rivestono un ruolo chiave per la salvaguardia degli uccelli e della biodiversità (**Important Bird Areas**);
- Aree vincolate dal **D.Lgs. 42/2004** e ss.mm.ii. e relativi buffer di rispetto;
- Aree con **acclività elevata** (pendenze maggiori del 10%);
- Aree incompatibili con la normativa vigente o con gli strumenti di governo del territorio;
- Aree interessate dalla presenza di colture di pregio nelle quali possono risultare pregiudicate le strategie di sviluppo locale o rurale del territorio
- Aree con maggiore qualità agronomica (aree con alta capacità di uso del suolo).
- Aree interessate da rischio idraulico o da frana elevato (Hi4/Hg4) secondo cartografia **PAI**;

Una ricognizione del territorio in funzione dei suddetti criteri ha portato ad escludere una vasta porzione dell'area considerata e restringere le possibilità di localizzazione del progetto alle 3 alternative riportate in Figura 16.

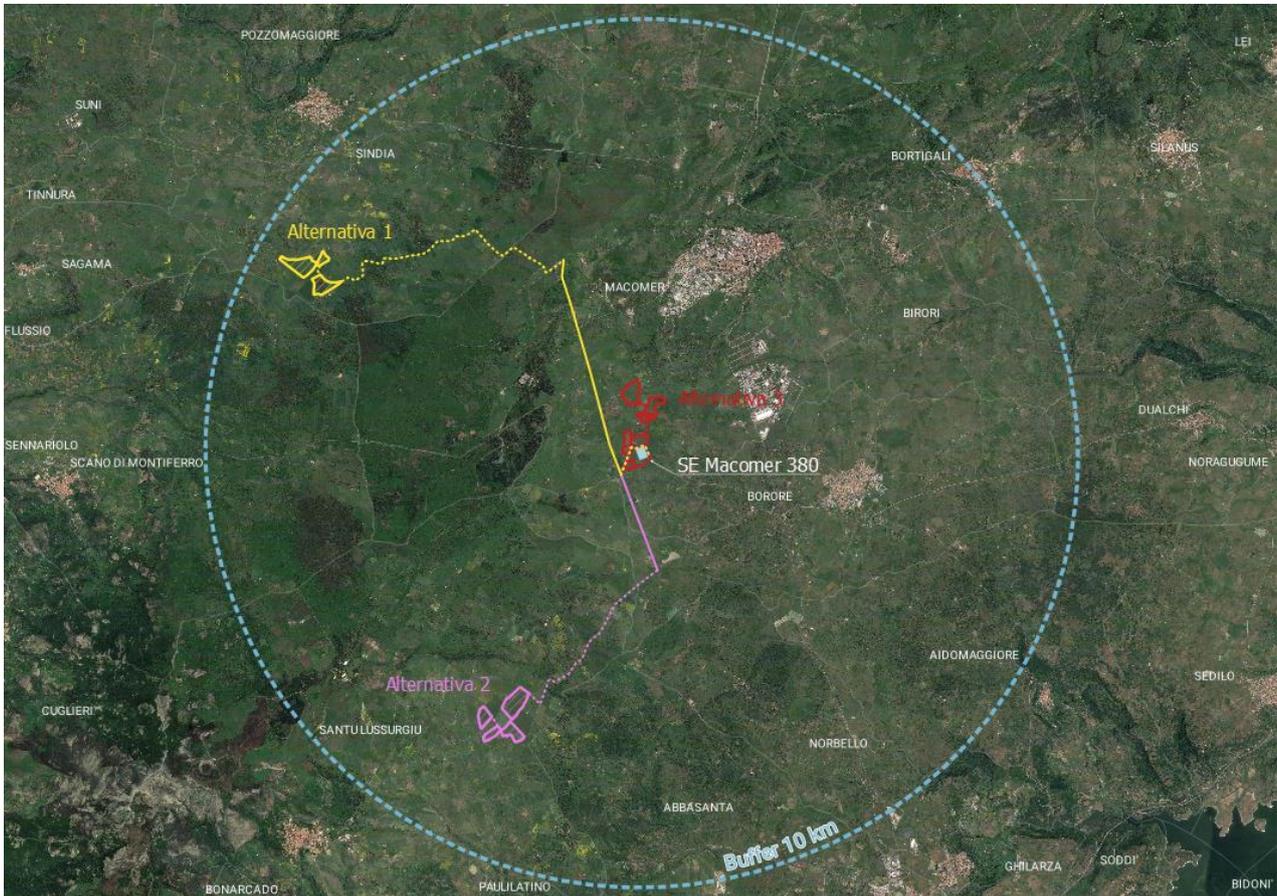


FIGURA 16 – INDIVIDUAZIONE ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE IN UN'AREA DI RAGGIO 10 KM DALLA STAZIONE TERNA MACOMER 380

CRITERI	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Estensione	42,8 ha	53,9 ha	54,8 ha
Lunghezza cavidotto	13,38 km	8,74 km	0,65 km
Tipo cavidotto	Misto (aereo/interrato)	Misto (aereo/interrato)	Interrato
N. di tralicci	Allaccio a linea esistente	Allaccio a linea esistente	0
Rischio frana	No	No	No
Rischio idraulico	No	No	No
Acclività	No	No	No
Accessibilità	Strada Provinciale	Strada poderale	Strada poderale
Impluvi	no	no	no

Capacità di uso del suolo	basso	medio-basso	basso
DGR 59/90 del 2020	Compatibile	Compatibile	Compatibile
Vincolistica	Compatibile	Compatibile	Compatibile
Zone RAMSAR	Compatibile	Compatibile	Compatibile
Aree IBA	Compatibile	Compatibile	Compatibile
Rete Natura 2000	No	No	No
Habitat di interesse comunitario	No	No	No
Beni paesaggistici	No	Aree dichiarate di notevole interesse pubblico	No
Prossimità a centri abitati	A 3 km da Sindia	A 4 km da Santu Lussurgiu	A 3 km da Macomer e 4 km da Borore
Visibilità impianto	bassa	media	bassa
Visibilità cavidotto	media	media	bassa

ALTERNATIVA 1

L'**Alternativa 1** prevede la localizzazione dell'impianto nel Comune di Sindia (NU) in località "Sa Cherina", collocata a 3 km dal centro abitato di Sindia. Si ipotizza un'area di progetto pari a 42,8 ha per lo sviluppo di 24 MWp di potenza. Il collegamento dell'area in progetto alla Stazione Elettrica verrà effettuato mediante un cavidotto misto aereo e interrato che si sviluppa per una lunghezza di 13,38 km, di cui 5,22 km di linea aerea e 8,16 interrati. La linea aerea si allaccia ad un elettrodotto già esistente. Il sito è accessibile tramite strade interpoderali collegate alla Strada Provinciale 63.

In prima analisi sono state favorite le localizzazioni più vicine al punto di connessione alla Stazione Elettrica e alla rete di immissione presente richiedendo, quindi, lo sviluppo di cavidotti di lunghezza minore e tenendo conto delle interferenze con gli elementi ambientali sensibili al fine di arrecare il minor danno alla rete ecologica esistente. Sono state, inoltre, prese in considerazione le seguenti criticità riscontrate sull'alternativa 1:

- tracciato del cavidotto più esteso delle altre alternative;
- tratto interrato del cavidotto non localizzato su viabilità esistente ma lungo terreni agricoli: intervento invasivo che interesserebbe anche alcuni boschi e sugherete presenti nell'area;
- parte dell'area di progetto è stata interessata da incendio nel 2020 ed è classificata come "pascolo" pertanto, ai sensi della legge 353/2000 art. 10, *"nelle zone boscate e nei pascoli i cui soprassuoli siano stati percorsi dal fuoco, è vietata per dieci anni la realizzazione di edifici nonché di strutture e infrastrutture finalizzate ad*

insediamenti civili ed attività produttive, fatti salvi i casi in cui per detta realizzazione siano stati già rilasciati atti autorizzativi comunali in data precedente l'incendio sulla base degli strumenti urbanistici vigenti a tale data. In tali aree è vietato il pascolo e la caccia".

Per tali ragioni si è scelto di eliminare l'alternativa 1 e approfondire l'analisi delle alternative 2 e 3.

ALTERNATIVA 2

L'**Alternativa 2** prevede la localizzazione dell'impianto nel Comune di Santu Lussurgiu (OR) in località "N.ghe Nuscu", collocata a 4 km dal centro abitato di Santu Lussurgiu. Si ipotizza un'area di progetto pari a 53,9 ha per lo sviluppo di 24 MWp di potenza. Il collegamento dell'area in progetto alla Stazione Elettrica verrà effettuato mediante un cavidotto misto aereo e interrato che si sviluppa per una lunghezza di 8,74 km, di cui 2,40 km di linea aerea e 6,34 interrati. La linea aerea si allaccia ad un elettrodotto già esistente. Il sito è accessibile dalla Strada Provinciale 77.

ALTERNATIVA 3

L'**Alternativa 3** prevede la localizzazione dell'impianto nel Comune di Macomer (NU) in località "Figuranchida", collocata a 3 km dal centro abitato di Macomer e 4 km dal centro abitato di Borore. Si ipotizza un'area di progetto pari a circa 54,8 ha per lo sviluppo di 24 MWp di potenza. Il collegamento dell'area in progetto alla Stazione Elettrica verrà effettuato mediante un cavidotto interrato che si sviluppa per una lunghezza di 0,65 km. Il sito è accessibile dalle strade interpoderali connesse alla Strada Statale 131 Carlo Felice.

3.1.2.2 ANALISI A SCALA LOCALE

Sono quindi state analizzate le alternative 2 e 3 in una scala di maggiore dettaglio, al fine di determinare quale delle due alternative generi un minor impatto sulla componente ambientale in relazione alla presenza di vegetazione, habitat di interesse comunitario, maggiore vicinanza ad aree di interesse paesaggistico e presenza di infrastrutture.

L'inquadramento delle alternative sulla Carta degli habitat mostra la presenza di prati mediterranei subnitrofilii (codice 34.81) in entrambi i casi. Non si rilevano Habitat di interesse comunitario o vegetazione di pregio all'interno delle aree; pertanto, alla luce delle considerazioni fin qui esposte, entrambe le alternative localizzative risulterebbero essere compatibili con il territorio.

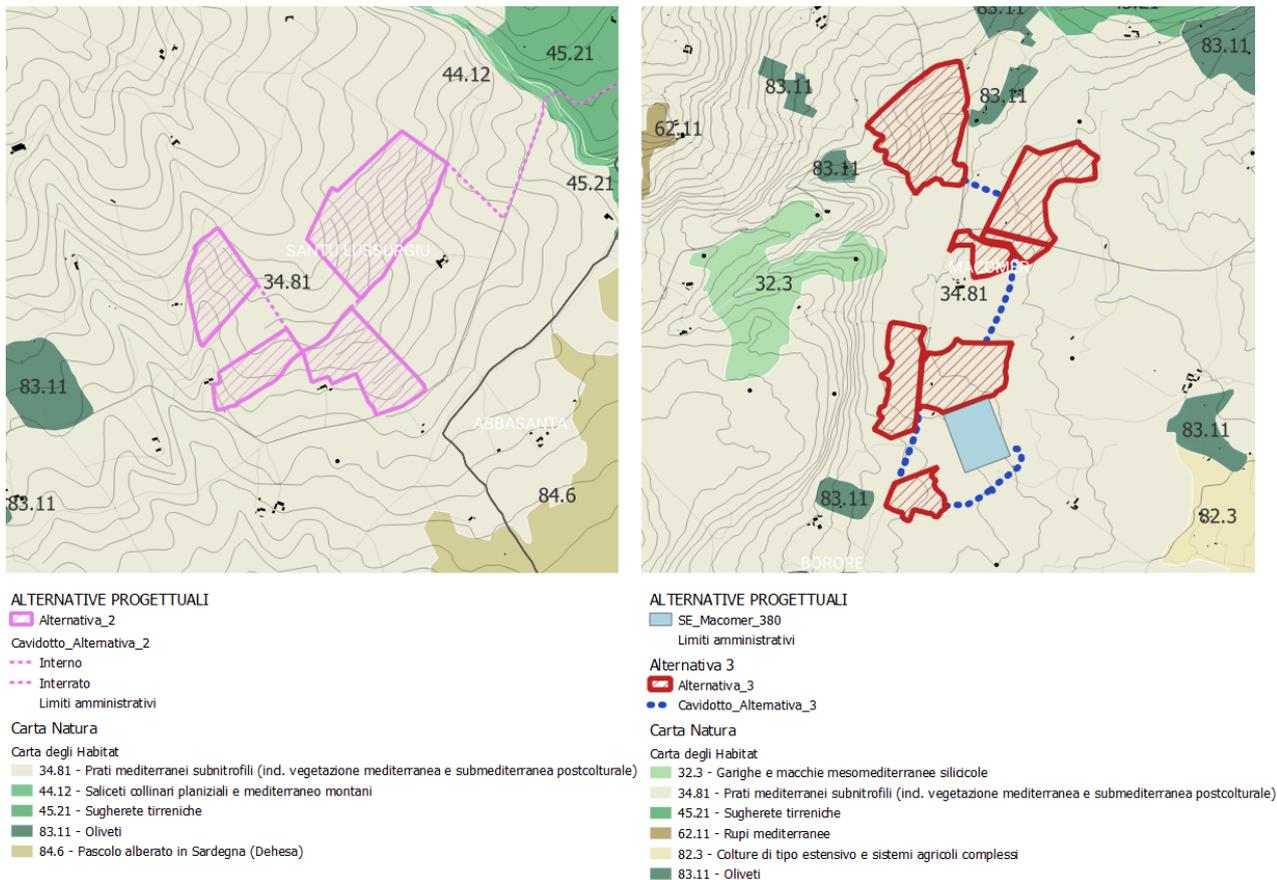


FIGURA 17 - INQUADRAMENTO ALTERNATIVA 2 (A DX) E 3 (A SX) SU CARTA DEGLI HABITAT

Con il fine di scegliere una sola alternativa di localizzazione, in ultima analisi, sono privilegiate le seguenti opzioni:

- impianti su suoli generici, zone industriali, aree di transizione o già alterate (periferie di grandi centri urbani, aree industriali, grandi infrastrutture), suoli degradati (discariche) o altre aree con scarso valore ecologico;
- impianti posti ad almeno di 1 km dai centri abitati o aree ad uso sensibile (residenziale, sanitario, scolastico, culturale);
- impianti che richiedano il minor numero di interventi infrastrutturali (viabilità; predilezione di cavidotti interrati rispetto a cavidotti aerei);
- ridotta distanza dal punto di connessione alla Stazione Elettrica.

Come evidenziato nella cartografia che segue, l'alternativa 2 si colloca in un'area a forte vocazione agricola e scarsamente contaminata, nel raggio di 3 km, inoltre, si intercetta la località denominata "San Leonardo" localizzata nel territorio comunale di Santu Lussurgiu, un centro dichiarato

di notevole interesse pubblico con Decreto Ministeriale 12 marzo 1952 e successivamente dagli art. 136 e 157 del D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii. Come affermato dal verbale della seduta dell'11 marzo 1951, la località, *"oltre ad essere sede di una importante chiesa romanica, presenta particolare interesse geologico per le manifestazioni sorgentizie prossime alla chiesa stessa, nonché spiccati caratteri di bellezza naturale per la rigogliosa e centenaria vegetazione che incornicia di verde tanto le sorgenti quanto la chiesa e le caratteristiche abitazioni alla stessa prossime"*. San Leonardo si configura sia come bellezza naturale, sia come sito dotato di rilevante panoramicità. Di conseguenza è necessario provvedere alla sua tutela anche evitando alterazione del territorio circostante.

Mentre l'alternativa 3 si colloca a poco più di 1,5 km dalla Zona Industriale Tossilo, 2 km dalla zona industriale di Macomer e 3 dal suo centro abitato. L'area si configura, quindi, come già fortemente antropizzata e con scarso valore naturalistico, anche a causa della presenza di diverse zone industriali; inoltre, in sito è limitrofo all'area di costruzione della Stazione Elettrica "Macomer 380", di conseguenza si ridurrebbero al minimo gli interventi infrastrutturali legati alla realizzazione del cavidotto.

3.1.2.3 ANALISI DI SINTESI DELLE ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE

In conclusione, per tutte le ragioni fin qui esposte, la scelta finale per la localizzazione dell'impianto agrivoltaico oggetto del presente studio è ricaduto sull'alternativa 3 che si configura come quella con il minor impatto ambientale, paesaggistico e culturale, rispetto a tutte le variabili considerate.

Per mettere in evidenza in maniera oggettiva, attraverso una scala di valori quantitativa, quale delle tre alternative di localizzazione proposte minimizzi gli impatti sull'ambiente e sul territorio circostante è stata ricavata una tabella di sintesi in cui, ad ogni alternativa, sono stati assegnati dei punteggi su una scala di valori così definita:

IMPATTO	
Molto Positivo	++
Positivo	+
Compatibile	< 25
Moderato	25 < < 50
Severo	50 < < 75
Critico	> 75

I criteri utilizzati per l'analisi sono di seguito definiti:

- Vincolistica: conformità con strumenti di piano e normative vigenti

- Economica: estensione del cavidotto AT di connessione con la Stazione Terna
- Socio-culturale: eliminazione di interferenze con centri abitati, beni identitari, aree dichiarate di notevole interesse pubblico o aree gravate da uso civico
- Ambientale: conformità con i criteri di valutazione della qualità ambientale
- Paesaggistica: limitazione degli impatti negativi sul paesaggio

TABELLA 1 – SINTESI DELL'ANALISI QUALI-QUANTITATIVA PER LA SCELTA DELL'ALTERNATIVA MIGLIORE

	Analisi di compatibilità				
	Vincolistica	Economica	Socio-culturale	Ambientale	Paesaggistica
Alternativa 1					
Alternativa 2					
Alternativa 3					

La preliminare fase di verifica del sito e gli studi condotti rispetto alle alternative di localizzazione rendono evidente che le caratteristiche dell'Alternativa 3 siano le più idonee per l'investimento. In riferimento alle due alternative di localizzazione proposte, dunque, si ritiene che l'alternativa che permette di minimizzare gli impatti sia l'Alternativa 3 poiché maggiormente compatibile con il territorio che la ospita.

Considerato che la scelta del sito per la realizzazione di un impianto fotovoltaico è di fondamentale importanza ai fini di un investimento sostenibile sia sotto il profilo tecnico sia economico ed ambientale, nella scelta del sito sono stati prima di tutto considerati elementi di natura vincolistica da cui è emerso che: l'area di intervento risulta compatibile con i criteri generali per l'individuazione di aree non idonee stabiliti dal DM 10/09/2010 (comma 7) in quanto completamente esterna ai siti indicati dallo stesso DM, (vedi punto 16.4) e come descritto precedentemente, l'area di impianto non ricade all'interno delle aree vincolate ai sensi dell'art.10 d.Lgs. 42/2004 (ex1089/39), e articoli 134 lett. a, b, c e art.142.

Oltre a elementi di natura vincolistica, sono stati considerati anche i seguenti fattori:

- l'irraggiamento dell'area che, al fine di ottenere una soddisfacente produzione di energia, risulta ottimale;

- la presenza della Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN) e la sua distanza dal sito tale da consentire l'allaccio elettrico dell'impianto senza la realizzazione di infrastrutture elettriche di rilievo;
- idonee caratteristiche geomorfologiche che consentano la realizzazione dell'opera senza la necessità di strutture di consolidamento di rilievo;
- una conformazione orografica tale che saranno evitati il più possibile ombreggiamenti sui moduli con conseguente perdita di efficienza e riduzione del rendimento dell'impianto e che permetta di realizzare le opere provvisorie, con interventi qualitativamente e quantitativamente limitati riducendo al minimo, quasi nulle, le attività di movimentazione del terreno e di sbancamento;
- l'assenza di vegetazione di pregio: alberi ad alto fusto, vegetazione protetta, habitat e specie di interesse comunitario. A tal proposito, l'area non ricade all'interno di aree protette, aree boscate SIC-ZPS, RETE NATURA2000.
- l'assenza di particolari difficoltà di accesso con mezzi pesanti, impiegati per il trasporto dei materiali di impianto.
- la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sull'area individuata è compatibile con i piani e programmi internazionali e nazionali, nonché con la pianificazione territoriale locale.

3.1.3 Alternative tecnologiche

Oltre alle possibili alternative di localizzazione dell'impianto agrivoltaico si è ritenuto di dover procedere anche con una valutazione delle altre possibili tecnologie disponibili sul mercato per la realizzazione di impianti da Fonti di Energia rinnovabile.

3.1.3.1 ALTERNATIVE IMPIANTISTICHE

In prima analisi sono state prese in considerazione le possibili soluzioni impiantistiche principali nel campo dello sfruttamento dell'energia solare: fotovoltaico classico e agri-fotovoltaico. A parità di estensione e localizzazione delle due tipologie impiantistiche sono stati analizzate alcune caratteristiche per entrambe le soluzioni, assegnando un valore positivo (verde) o negativo (rosso) a seconda di quale impianto sia più vantaggioso o svantaggioso in relazione ad ogni criterio.

CRITERI	FOTOVOLTAICO	AGRI-VOLTAICO
Producibilità elettrica	MAGGIORE	MINORE
Costi d'investimento	MINORI	MAGGIORI
Consumo suolo	MAGGIORE	MINORE
Manutenzione	MINORE	MAGGIORE
Sostenibilità ambientale	MINORE	MAGGIORE
Qualità dei suoli	PEGGIORATA	MIGLIORATA
Biodiversità	PEGGIORATA	MIGLIORATA
Colture	ELIMINATE	CONSERVATE
Redditività agricola	ANNULLATA	AUMENTATA

Dall'analisi dei suddetti criteri si evince che la scelta di installare un impianto agrivoltaico ha sicuramente dei vantaggi maggiori, in particolare dal punto di vista ambientale, ma presenta anche degli svantaggi sotto il piano puramente economico:

- **Producibilità elettrica:** a parità di superficie un impianto fotovoltaico tradizionale ha una producibilità elettrica maggiore, ne consegue che la densità dei pannelli è maggiore con minore distanza tra le file. Questo aumento di producibilità si accompagna tuttavia alla possibilità di creare il cosiddetto effetto lago con rischi potenzialmente alti per l'avifauna locale.
- **Costi di investimento:** i sistemi agrivoltaici hanno tendenzialmente dei costi di investimento maggiori rispetto agli impianti fotovoltaici tradizionali. Tali costi sottintendono in ogni caso un guadagno in termini ambientali e di produzione agricola; pertanto, si tratta di un investimento cui seguono dei benefici considerevoli.
- **Manutenzione:** gli impianti agrivoltaici, per via delle attività agricole frequenti, possono essere soggetti a deposito di polveri generate dalla lavorazione dei terreni o prodotti agricoli liquidi sulla superficie dei moduli, che causano una diminuzione dell'efficienza del pannello. Questi fattori sono da tenere presenti nel momento in cui si effettuano le stime dei costi di manutenzione, per cui è doveroso prevedere un controllo delle superfici dei pannelli e assicurarsi che la loro producibilità non venga alterata in maniera significativa. In generale, i pannelli sono sottoposti a usura e sono soggetti a rischi derivanti dai lavori agricoli, tuttavia questo genere di situazioni configurazione degli impianti e si può verificare anche nel caso di impianti fotovoltaici classici.

Agli svantaggi appena elencati si contrappongono i notevoli vantaggi dal punto di vista ambientale ed ecologico legati alla scelta di un impianto agrivoltaico:

- **Consumo di suolo:** un impianto fotovoltaico fisso non lascia spazio ad altri usi, per questo motivo la totalità dell'area interessata dalla presenza dell'impianto rientra nella categoria di suolo consumato. Con l'impianto agrivoltaico si ha invece un consumo di suolo decisamente minore legato principalmente alla presenza di opere accessorie, quali cabine e viabilità, inoltre, l'uso di strutture a inseguimento solare permette all'intero terreno su cui ricade l'impianto di godere a rotazione della presenza del sole.
- **Sostenibilità ambientale:** la riduzione del suolo consumato dall'impianto, la coesistenza di produzione energetica e attività agricola e la conservazione delle aree naturali oltre alla creazione di nuove aree naturali con la creazione di nuove fasce di mitigazione e compensazione candidate e diventare rifugi per la micro e meso-fauna, fanno sì che l'inserimento di un parco agrivoltaico in contesto agricolo comprometta in misura minore gli equilibri ecosistemici e quindi una maggiore sostenibilità dal punto di vista ambientale.
- **Miglioramento della qualità dei suoli e della biodiversità:** la qualità biologica del suolo può essere definita come la "capacità del suolo di mantenere la propria funzionalità per sostenere la produttività biologica, di mantenere la qualità dell'ecosistema e di promuovere la salute di piante ed animali". I sistemi agrivoltaici possono contribuire a favorire l'orientamento produttivo alla qualità del prodotto e al miglioramento ecologico del paesaggio agrario attraverso l'adozione dell'agricoltura di precisione o della conversione delle coltivazioni a biologico. A questo proposito, l'impiego della tecnologia agrivoltaica può generare un miglioramento della qualità ecologica del suolo e della biodiversità attraverso pratiche di riduzione o eliminazione di pesticidi e il controllo delle specie animali e vegetali presenti.
- **Vantaggi a livello colturale:** i sistemi agrivoltaici, in confronto ad altre tipologie di sfruttamento dell'energia fotovoltaica, presentano dei vantaggi relativi agli effetti che producono su alcune colture. Recenti studi condotti in Germania dal *Fraunhofer Institute* hanno riportato una prima valutazione del comportamento di differenti colture sottoposte alla riduzione della radiazione luminosa, indicando i tipi di coltivazioni più adatte per un sistema agrivoltaico, ovvero colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle rese. In alcuni casi l'ombreggiamento fornito dai moduli può costituire un beneficio per le colture sottostanti e allo stesso tempo i moduli possono limitare l'evaporazione dell'acqua nel terreno con la possibilità di ottimizzare l'utilizzo della risorsa idrica.

Nell'agricoltura tradizionale la qualità del raccolto o il rischio di perdita del raccolto dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche. Il sistema agrivoltaico permette inoltre di proteggere le colture dagli agenti atmosferici estremi e di creare un microclima più fresco in estate e più temperato in inverno con benefici per le colture e l'allevamento. I pannelli fotovoltaici proteggono le colture da alte temperature, eventi climatici estremi e scarsità d'acqua, riducendo così l'impronta idrica dell'agricoltura. Dagli studi condotti dal For Solar Energy Systems del Fraunhofer Institute (nell'ambito del progetto *Agrophotovoltaics – Resource Efficient Land Use*) si evidenzia inoltre, che i sistemi agrivoltaici aumentano la produttività del terreno fino al 60%.

- **Aumento redditività agricola e autonomia energetica:** gli investimenti da parte delle imprese agricole dedicati alla produzione di energie rinnovabili, se opportunamente dimensionati, si traducono in un abbattimento dei costi operativi in grado di innalzare la redditività agricola e migliorare la competitività. L'autoconsumo dell'energia prodotta tramite l'impianto agrivoltaico si configura pertanto come uno strumento di efficienza aziendale. Lo stesso PNRR prevede che la misura di investimento dedicata allo sviluppo degli impianti agrivoltaici contribuisca alla sostenibilità non solo ambientale, ma anche economica delle aziende coinvolte. Miglioramento della competitività delle aziende agricole riducendone fortemente i costi energetici. Raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

3.1.3.2 ALTERNATIVE TECNICHE

Un'analisi ulteriore ha riguardato principalmente le differenti tecnologie attualmente presenti sul mercato per gli impianti fotovoltaici a terra al fine identificare quella più idonea alla soluzione impiantistica scelta, tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- Impatto visivo
- Possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici
- Costo di investimento
- Costi di manutenzione
- Producibilità prevista dell'Impianto

TABELLA 2 – CONFRONTO PRO E CONTRO DI DIVERSE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE	Pro	Contro
IMPIANTO FISSO	Impatto visivo contenuto grazie all'altezza ridotta.	Maggiore ombreggiamento del terreno e ridotta scelta nell'utilizzo dei mezzi meccanici per la coltivazione.
	Costo investimento accettabile.	Producibilità di poco inferiore rispetto ad altri sistemi
	Manutenzione semplice ed economica	
INSEGUITORE MONOASSIALE INSEGUITORE DI ROLLIO	Impatto visivo contenuto: alla massima inclinazione i pannelli non superano di solito i 4,50 metri.	Costi d'investimento maggiori.
	Coltivazione meccanizzata possibile tra le interfile che riduce il rischio di desertificazione e aumenta l'area sfruttabile per fini agricoli.	
	Ombreggiamento ridotto.	
	Manutenzione semplice ed economica ma leggermente più costosa dell'impianto fisso	
	Producibilità superiore di circa il 15 % rispetto ad un fisso.	
IMPIANTO MONOASSIALE INSEGUITORE DI AZIMUTH	Producibilità superiore del 20% rispetto ad un sistema fisso	Impatto visivo elevato a causa dell'altezza delle strutture che arriva anche a 8-9 mt
		Coltivazione limitata in quanto le aree libere per la rotazione sono consistenti ma non sfruttabili a fini agricoli.
		Costi d'investimento molto elevati
		Manutenzione complessa
IMPIANTO BIASIALE	Coltivazione possibile che riduce il rischio di desertificazione; l'area sottostante è sfruttabile per fini agricoli.	Impatto visivo elevato a causa dell'altezza delle strutture che arriva anche a 8-9 mt.
	Producibilità superiore di circa il 30 % rispetto ad un fisso.	Costo investimento elevato
		Manutenzione complessa

METODO DI VALUTAZIONE

Per stabilire quale delle soluzioni confrontate sia migliore per l'investimento da parte della società proponente, si è proceduto ad assegnare un punteggio da 1 a 5 in scala crescente; sommando i valori assegnati a ciascuna componente è stato scelto l'impianto con il punteggio più basso.

	IMPATTO VISIVO	INTEGRAZIONE AGRICOLA	COSTI DI INVESTIMENTO	MANUTENZIONE	PRODUCIBILITA'	TOTALE
IMPIANTO FISSO	3	3	2	2	4	14
IMPIANTO MONOASSIALE INSEGUITORE DI ROLLIO	3	3	3	3	4	13
IMPIANTO MONOASSIALE INSEGUITORE DI AZIMUTH	4	4	4	3	2	17
IMPIANTO BIASSIALE	5	2	5	5	1	18

Dall'analisi effettuata è emerso che la migliore soluzione impiantistica, per il sito prescelto, è quella della struttura tracker. Tale soluzione, permette un significativo incremento della producibilità dell'impianto oltre che maggiori superfici utili ai fini della produzione agricola.

3.2 Progetto agronomico

La realizzazione di un parco fotovoltaico in aree agricole è un tema di grande attualità e spesso controverso. La controversia principale riguarderebbe l'impoverimento dell'area agricola ed un conseguente processo di desertificazione.

Configurandosi il progetto in esame come un agrivoltaico, eventuali esternalità negative possono essere scongiurate ed eventuali aspetti negativi possono essere mitigati e resi sostenibili prevedendo un'integrazione compatibile tra uso agricolo con destinazione produttiva e la produzione di energia rinnovabile con l'impianto.

Le scelte proposte basano il proprio fondamento sull'analisi oggettiva ex-ante ed ex-post dell'area. Si porrà particolare attenzione alle proprietà del terreno, analizzando i fattori principali quali la topografia del luogo, il tipo di suolo, il clima e l'eventuale disponibilità di acqua per uso irriguo, al fine di valutare l'indirizzo produttivo più idoneo.

Altro aspetto importante da analizzare riguarda le caratteristiche tecniche delle strutture, nello specifico, la loro altezza dal suolo, l'ingombro e distanze tra le singole strutture.

È previsto inoltre un sistema di monitoraggio dell'attività agricola, che monitorerà i fattori agro-ambientali.

Soluzione compatibile con il contesto territoriale è, il mantenimento del pascolo con "prato migliorato permanente".

A perimetro dell'intera area di progetto è prevista la realizzazione di una fascia di mitigazione a verde con piante appartenenti a specie autoctone e/o storicizzate, e che possano inserirsi bene nel contesto paesaggistico, ambientale ed agricolo. La scelta delle specie da mettere a dimora lungo quest'area è ricaduta su: olivastro (*Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot.) e lentisco (*Pistacia Lentiscus* L.), piante termofile ed eliofile che ben sopportano il clima caldo-mediterraneo dell'area in cui si intendono insediare.

3.2.1 Indirizzo produttivo

L'indirizzo produttivo proposto è perfettamente rispondente all'attuale legislazione in materia di Politica Agricola Comunitaria (P.A.C.), la quale prevede specifiche premialità per il settore.

È prevista la coltivazione di:

- Prati stabili di leguminose;
- Oliveto

L'azione di miglioramento diretto 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 per l'ottenimento del prato di leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare l'azoto atmosferico per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatori, a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee; dall'altro lato, invece, le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno (maggio), sono ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini durante i mesi di ottobre/novembre e dei successivi mesi invernali.

In particolare, si provvederà all'inserimento tra il miscuglio di leguminose del *Trifolium subterraneum*, capace oltretutto di autoriseminarsi e che, possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale, diventata "permanente", ad arrestare l'erosione superficiale attualmente molto diffusa nella superficie oggetto di intervento.

Con questo indirizzo produttivo, si garantisce una copertura permanente del suolo, che favorisce la mitigazione dei fenomeni di desertificazione e di erosione per ruscellamento delle acque superficiali. Un prato stabile apporta una copertura perenne, per il quale dopo l'insediamento non sarà necessario effettuare semine ma provvedere al suo mantenimento con l'apporto di concimazione e sfalci.

Si prevede altresì di introdurre nell'indirizzo produttivo la coltivazione di olive. La coltivazione di *Olea europaea*, come lasciano intendere, oltre alle fonti storiche, i grandi alberi pluri-centenari e talora millenari presenti nelle diverse parti dell'Isola (Alghero, Luras, Cuglieri, Sarule, Samugheo, Ussaramanna, Villacidro, Villamassargia, Turri) risale ad antica data, ma è soprattutto dopo il 1600 che l'olivicoltura è stata favorita con incentivi per l'innesto dei ceppi selvatici.

Per maggiori dettagli in merito alle schede botaniche e alla gestione delle colture si rimanda allo studio agronomico consultabile all'elaborato MAC-IAR05.

4. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

4.1 Atmosfera

4.1.1.1 ATMOSFERA

Sintetizzando le azioni di progetto e i relativi fattori di impatto, sono stati identificati per la componente atmosfera i seguenti fattori:

- emissione di polveri in atmosfera e loro ricaduta;
- emissione di inquinanti organici e inorganici in atmosfera e loro ricaduta.

Fase di costruzione e dismissione: l'emissione di polveri sarà dovuta principalmente al transito dei mezzi pesanti per la fornitura di materiali e dei mezzi d'opera per la realizzazione delle attività di preparazione del sito, per l'adeguamento della viabilità interna, nonché durante la realizzazione del tratto di cavo interrato per il collegamento dell'impianto alla rete di distribuzione esistente. Il sollevamento di polvere potrà essere minimizzato attraverso una idonea pulizia dei mezzi ed eventuale bagnatura delle superfici più esposte. Tali attività saranno di lieve entità e con scavi superficiali di profondità non superiore ai 150 cm. In riferimento alle emissioni di inquinanti organici e inorganici in atmosfera e alla loro ricaduta, queste saranno dovute esclusivamente agli scarichi dei mezzi meccanici impiegati per le attività e per il trasporto di personale e materiali.

In base a quanto sopra riportato, ed in virtù del numero di mezzi impiegati e di viaggi effettuati, della temporaneità di ciascuna attività e della loro durata, nonché delle caratteristiche dell'area agricola in cui si inseriranno le indagini, si ritiene che l'impatto sulla componente atmosfera in fase di cantiere possa essere considerato minimo. In fase di esercizio, invece, le emissioni gassose saranno limitate a quelle dei mezzi durante le attività di manutenzione dell'impianto il che fa sì che possano essere considerate trascurabili. La produzione di energia elettrica da fotovoltaico determinerà un impatto positivo in termini di mancata emissione di gas ad effetto serra.

4.1.1.2 PRECIPITAZIONI

Per quanto sopra esposto non si ritiene che l'opera in progetto possa incidere sul microclima in maniera rilevante; pertanto, si assegna un valore di **magnitudo pari a 2 in fase di costruzione**, e un valore di **magnitudo pari a 2 in fase di esercizio**.

4.1.1.3 TEMPERATURE

In sintesi, la temperatura media della zona in esame, a grande scala è aumentata di poco meno di un grado e buona parte di questa variazione è relativa ai mesi della stagione calda degli ultimi decenni.

Anche per il fattore temperatura, non si ritiene che l'opera possa avere una significativa influenza, pertanto si assegna in **fase di costruzione** un valore di **magnitudo pari a 4** e, in **fase di esercizio**, un valore di **magnitudo pari a 3**.

4.1.1.4 VENTO

In certi periodi dell'anno, si può potenzialmente manifestare un certo impatto dovuto ai venti, in concomitanza della fase di messa in opera dell'impianto, con l'emissione di polvere durante le operazioni di movimento terra del materiale (trattasi di volumi irrisonanti), nonché dal passaggio degli autocarri nelle piste interne del fondo terriero (trasporto elementi impianto).

In relazione al tipo di lavorazioni e in relazione al fatto che si è scelto di optare per strutture a inseguimento monoassiale si ritiene, di fissare per il fattore relativo al vento, per la fase di **costruzione una magnitudo pari a 7** e per la fase di **esercizio una magnitudo pari a 6**.

4.2 Ambiente idrico

Il presente paragrafo è finalizzato a valutare i potenziali impatti sul fattore ambientale "acque superficiali e sotterranee" indotti dall'installazione ed esercizio del nuovo impianto fotovoltaico. L'ambiente idrico viene trattato tenendo conto dei suoi due aspetti principali: circolazione superficiale e nel sottosuolo e stato qualitativo. Per la determinazione dello stato attuale si è fatto riferimento agli elaborati del PTP e del PTA.

4.1.2 Analisi dell'impatto potenziale

Gli impatti sull'ambiente idrico generati dal progetto potrebbero essere limitati ai prelievi idrici e allo scarico degli effluenti liquidi derivanti dal normale svolgimento delle attività di cantiere; tuttavia, tali attività non interesseranno i corpi idrici collocati nei pressi delle aree di progetto e verranno opportunamente gestite.

Per ciò che concerne i prelievi idrici, il fabbisogno necessario alle attività di cantiere verrà soddisfatto mediante l'approvvigionamento con autobotte. La produzione di effluenti liquidi durante la fase di cantiere è sostanzialmente riconducibile alle acque reflue civili derivanti dalla presenza del personale in cantiere e per la durata dello stesso che verranno opportunamente conferite all'azienda a cui si affiderà la gestione dei residui sanitari. In tale fase, non è quindi prevista l'emissione di scarichi di tipo sanitario, atteso che, saranno adoperati bagni chimici. Pertanto, in fase di cantiere l'impatto dell'opera in progetto sull'ambiente idrico circostante può essere considerato irrilevante.

In fase di esercizio non è prevista attività di scarico di tipo sanitario, mentre per la pulizia dei pannelli si prediligeranno sistemi a secco e nel caso di necessità di interventi di pulizia straordinaria si provvederà all'approvvigionamento mediante autobotte e l'acqua non verrà additivata con sostanze chimiche e/o tensioattivi.

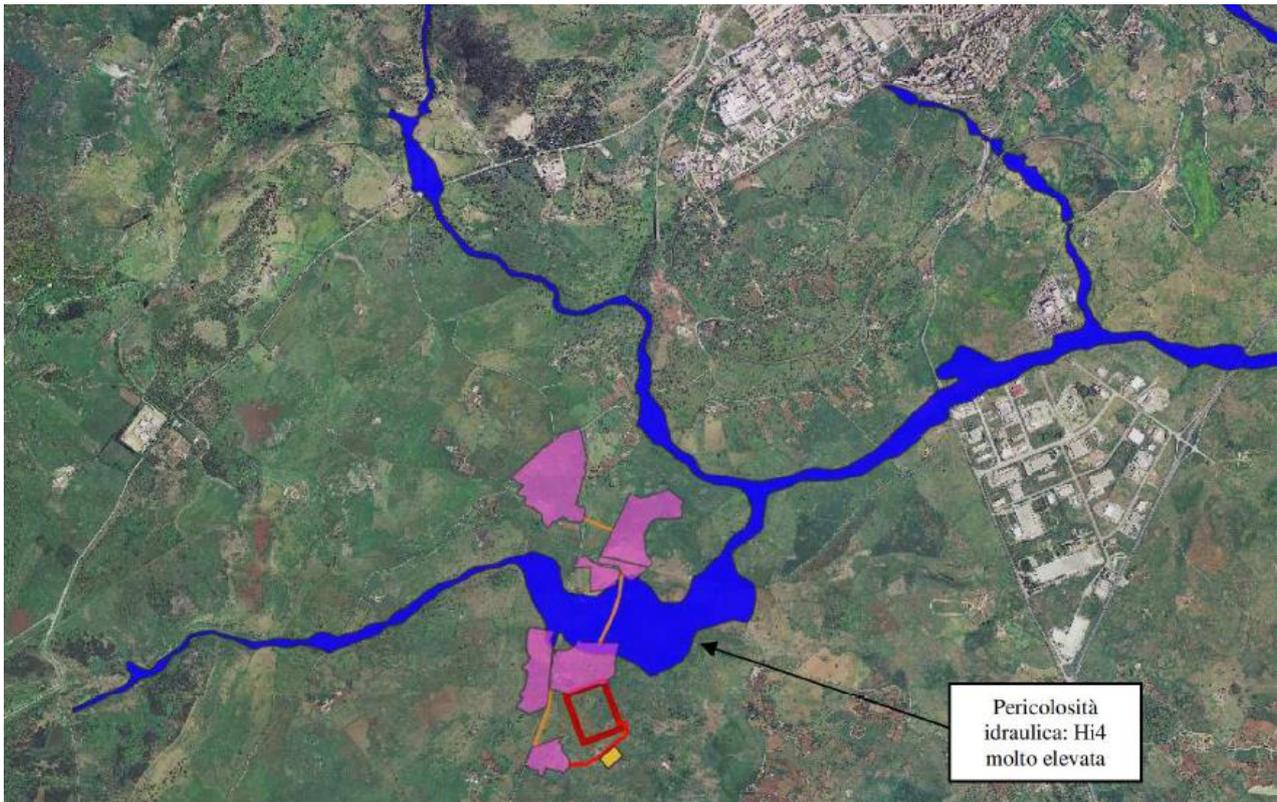


FIGURA 18 – VINCOLO P.A.I. HI IDRAULICO – AREA DI INTERVENTO SU ORTOFOTO

Risulta importante mettere in evidenza che all'interno delle classi di pericolosità Hg2, Hg3, Hg4 – Hi2, Hi3, Hi4, **non sono previsti interventi in progetto relativi al parco Agrivoltaico.**

Relativamente al tracciato del cavidotto, sono attraversate delle aree a pericolosità molto elevata Hi4. Tuttavia, verrà ubicato ad una profondità di circa 1,0 m da p.c. senza quindi interferire con i fenomeni di deflusso superficiale individuati dal PAI Art. 8 c. 2 – Art. 30 ter.

Alla luce delle verifiche di non sussistenza di zone soggette a pericolosità ed a rischio idraulico in corrispondenza del sito oggetto di studio (si veda l'elaborato cartografico MAC-IAT10) è possibile concludere che:

- Il sito oggetto di intervento viene interessato marginalmente (parte settentrionale) dal reticolo idrografico superficiale
- Il tracciato del cavidotto oggetto di intervento interessa il reticolo idrografico (Riu Mene + compluvio indicato su cartografia C.T.R.) in due punti ubicati in prossimità del Parco Agrivoltaico.
- Per quanto riguarda il settore oggetto di intervento, si esclude la presenza della falda idrica sotterranea superficiale impostata sulle lave vulcaniche fratturate, al contatto con

le formazioni litoidi ad aspetto sano. Non verrà intercettata nessuna falda idrica sotterranea superficiale durante le operazioni di realizzazione degli interventi in progetto e le ulteriori litologie presenti non sono sede di acquiferi superficiali e/o profondi.

Alla luce delle analisi effettuate, si può infine affermare che il sito non presenta particolari problematiche per la realizzazione dell'opera in progetto.

Per quanto esposto, si assegna a questo fattore in:

- fase di costruzione una **magnitudo pari a 4**;
- fase di esercizio una **magnitudo pari a 4**.

4.3 Suolo e sottosuolo

Vengono esaminate le problematiche relative ai seguenti aspetti ambientali:

- descrizione dell'uso del suolo;
- caratterizzazione suolo e sottosuolo;
- inquadramento geologico e geomorfologico dell'ambito territoriale di riferimento e del sito di localizzazione dell'intervento;

4.1.3 Analisi dell'impatto potenziale

Uno dei fattori di cui tener conto nell'analisi del potenziale impatto dell'opera è il consumo di suolo che questa genererà in relazione al suo stato prima dell'impianto. I siti interessati dall'installazione dell'impianto fotovoltaico denominato "MACOMER" ricadono in zona E "Aree Agricole" e risultano attualmente destinati prevalentemente a seminativo e pascolo.

Per la valutazione degli impatti sulla componente suolo, sono stati identificati i seguenti fattori:

- occupazione di suolo;
- asportazione di suolo superficiale;
- rilascio inquinanti al suolo;
- modifiche morfologiche del terreno;
- produzione di terre e rocce da scavo.

Non molto rilevante risulterà il contributo legato alla realizzazione della viabilità di servizio in quanto in parte verrà utilizzata quella esistente, ma verranno anche realizzate alcune piste di accesso all'interno dei lotti.

Per quanto riguarda l'asportazione di suolo, questa sarà legata alla regolarizzazione delle superfici del piano di posa delle strutture e della viabilità interna necessaria al passaggio di mezzi per la manutenzione. Il progetto non prevede l'esecuzione di interventi tali da comportare sostanziali modifiche del terreno, in quanto le operazioni di scavo e riporto sono minimizzate. Rimane esclusa qualsiasi interferenza con il sottosuolo in quanto gli scavi maggiori saranno inferiori ai 1,5 m. La produzione di terre e rocce sarà limitata a piccoli quantitativi in funzione della tipologia di opere e saranno legati alla posa in opera del cavidotto; il materiale movimentato verrà reimpiegato totalmente all'interno del sito. In fase di costruzione, le attività connesse alla regolarizzazione del piano di campagna saranno di breve durata così come lo scavo della trincea per la posa in opera del cavidotto.

Nel computo del consumo di suolo è stata effettuata una distinzione tra:

- **consumo di suolo permanente**, rientrano in questa categoria edifici, fabbricati, strade pavimentate, sede ferroviaria, piste aeroportuali, banchine, piazzali e altre aree impermeabilizzate o pavimentate, serre permanenti pavimentate, discariche;
- **consumo di suolo reversibile**, comprende aree non pavimentate con rimozione della vegetazione e asportazione o compattazione del terreno dovuta alla presenza di infrastrutture, cantieri, piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi o depositi permanenti di materiale; impianti fotovoltaici a terra; aree estrattive non rinaturalizzate; altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole in cui la rimozione della copertura ripristina le condizioni naturali del suolo.

Si riporta di seguito la classificazione del consumo di suolo dei componenti e delle relative opere che globalmente costituiscono l'impianto, specificando quando queste lasciano il suolo non consumato, o quando generano un consumo di suolo reversibile o irreversibile. Le componenti dell'impianto fotovoltaico sono:

- **Strutture FV**: suolo sottostante la proiezione a terra dei moduli FV inclinati a 15°, associato alla classificazione consumo di suolo reversibile;
- **Cabine**: suolo sottostante le cabine, comprese le piazzole di accesso, associato alla classificazione consumo di suolo reversibile;

- **Strade:** suolo occupato dalle strade costituenti la viabilità d'impianto (realizzate in terra battuta), appartenenti alla classificazione consumo di suolo reversibile;
- **Prati:** superfici occupate dai prati polifita permanenti tra le file delle strutture fisse, appartenenti alla categoria suolo non consumato;
- **Mitigazione perimetrale:** aree impiantate con specie vegetali arboree e arbustive destinate a mitigare la presenza dell'impianto nell'area aumentandone il grado di naturalità. Tali aree sono associate alla classificazione suolo non consumato;
- **Aree di compensazione:** aree non interessate dal posizionamento delle strutture, corrispondenti alle fasce di rispetto della linea AT e degli impluvi, destinate a compensare paesaggisticamente l'area aumentandone il grado di naturalità e pertanto associate alla categoria di suolo non consumato;
- **Aree libere da interventi:** aree nella disponibilità della Società proponente che non saranno interessate da alcun intervento, associate alla classificazione suolo non consumato (impluvi, cumuli di roccia, buffer ecc..).

L'area di progetto si estende per circa **54,8** ha, nel **comune di Macomer**, con area d'impianto effettiva di **37,2** ha come riportato nella tabella di seguito:

Tipologia	A [ha]
Area impianto	37,2
Area di progetto	54,8
Area impianto netta	34,1

L'analisi del progetto ha portato ad una classificazione del consumo di suolo in relazione alle componenti dell'impianto fotovoltaico in esame come riportato di seguito:

TABELLA 3 – TABELLA DI OCCUPAZIONE DEL SUOLO DELLE VARIE COMPONENTI DELL'IMPIANTO

Tipologia	Suolo non consumato [ha]	Consumo di suolo rev. [ha]	Consumo di suolo perm. [ha]
Strutture FV fisse	0,00	0,000	0
Strutture FV (tracker)	10,99	0,000	0
Pali infissi	0,00	0,007	0
Cabine	0,00	0,038	0
Piazzole cabine	0,00	0,104	0
Viabilità impianto	0,00	2,957	0
Casolari interni recinzione	0,21	0,000	0

Habitat	0,00	0,000	0
Uliveto	2,89	0,000	0
Mitigazione perimetrale	3,20	0,000	0
Compensazione e rinaturalizzazione	5,50	0,000	0
Prato migliorato di leguminose	37,15	0,000	0
Aree libere da intervento	2,71	0,000	0
TOTALE	51,65	3,11	0

Le superfici associate alla categoria consumo di suolo reversibile si dividono in aree che rendono il suolo impermeabile e quelle che conservano buona permeabilità. Le percentuali di queste superfici rispetto alla totalità delle aree interessate dall'intervento energetico, sono:

Superficie impermeabile pari a 0,08%, composta da:

- Manufatti cabine
- Strutture di sostegno moduli FV (pali) che occupano circa 0,007 ettari della superficie di progetto.

Superficie permeabile, o che mantiene buona permeabilità, pari al 5,59%, comprendente:

- Viabilità interna
- Piazzole di accesso alle cabine

che si estendono per 3,06 ettari.

Le superfici impermeabili sono associate alla categoria di consumo di suolo reversibile, perché alla fine della vita utile dell'impianto energetico il suolo può tornare ad essere suolo non consumato una volta ripristinato lo stato originario dell'area di intervento.

Non sono invece classificabili come consumo di suolo le seguenti aree, la cui percentuale rispetto alla totalità delle aree interessate dall'intervento energetico, è pari al 94,33%:

- Aree di compensazione e mitigazione interne all'area di progetto;
- Aree destinate a rinaturalizzazione e conservazione;
- Aree libere da interventi.

Si riepilogano nel seguito le superfici complessive:

- Area di progetto: 54,75 ha
- Suolo non consumato: 51,65 ha

- Consumo di suolo reversibile: 3,11 ha
- Consumo di suolo irreversibile: 0,00 ha

Si riporta un riepilogo degli indici di occupazione del suolo con riferimento all'area di intervento:

TABELLA 4 – FATTORE DI OCCUPAZIONE % RELATIVO ALL'AREA DI PROGETTO

Fattore di occupazione	%
Suolo non consumato/Area di progetto	94,33
Consumo di suolo reversibile/Area di progetto	5,67
Consumo di suolo permanente/Area di progetto	0,00

Trattasi di fattori che rappresentano un'occupazione di suolo discretamente bassa, che consente di classificare il progetto, nonostante la sua estensione in termini di area d'intervento, come a basso indice di occupazione.

Per una migliore analisi del consumo di suolo e a scala più ampia, sono stati anche valutati gli indici di occupazione di suolo dell'impianto rispetto ai territori amministrativi in cui lo stesso si inserisce.

TABELLA 5 – ESTENSIONE DEI LIMITI AMMINISTRATIVI DELLA PROVINCIA DI NUORO E DEL COMUNE DI MACOMER

Superficie provincia di Nuoro [ha]
564204,82
Sup. comune di Macomer [ha]
12274,89

TABELLA 6 – INDICE OCCUPAZIONE DI SUOLO DEL PROGETTO PER LA PROVINCIA DI NUORO

Indice Provincia di Nuoro	%	‰
Area progetto/Sup. provincia	0,0097%	0,0970
Suolo non consumato/Sup. provincia	0,0092%	0,0915
Consumo di suolo reversibile/Sup. provincia	0,0006%	0,0055
Consumo di suolo irrev./Sup. provincia	0,0000%	0,0000

TABELLA 7 – INDICE OCCUPAZIONE DI SUOLO DEL PROGETTO PER IL COMUNE DI MACOMER

Indice Comune di Macomer	%	‰
Area progetto/sup. comune	0,0045	0,0446
Suolo non consumato/sup. comune	0,0042	0,0421
Consumo di suolo reversibile/sup. comune	0,0003	0,0025
Consumo di suolo irrev./sup. comune	0,0000	0,0000

Di seguito una rappresentazione grafica della tabella con il fattore di occupazione del suolo rispetto all'area di progetto (%):



FIGURA 19 – INFOGRAFICA DEL FATTORE DI OCCUPAZIONE DEL SUOLO IN RELAZIONE AL PROGETTO AGRIVOLTAICO OGGETTO DI STUDIO

In considerazione delle previsioni progettuali, delle analisi sopra riportate e del censimento ISPRA relativo al suolo consumato, si precisa che l'incremento di suolo consumato conseguente all'installazione dell'impianto fotovoltaico per il comune e la provincia interessati dall'intervento, presenta i seguenti indici:

TABELLA 8 – RAPPORTO DI SUOLO CONSUMATO SULLA PROVINCIA DI NUORO (FONTE DATI CONSUMO SUOLO ISTAT 2022)

Suolo consumato progetto [ha]	3,11
Suolo consumato Provincia Nuoro 2020 [ha]	13042,72
Rapporto suolo consumato [%]	0,02%

TABELLA 9 – RAPPORTO DI SUOLO CONSUMATO SUL COMUNE DI MACOMER (FONTE DATI CONSUMO SUOLO ISTAT 2022)

Suolo consumato progetto [ha]	3,11
Suolo consumato Comune di Macomer [ha]	508,33
Rapporto suolo consumato [%]	0,61%

È, inoltre, possibile valutare il consumo di suolo sul territorio comunale *ante e post operam* in relazione al numero di abitanti, in modo da valutare la variazione di tale indice e quindi l'incidenza del progetto.

TABELLA 10 – INDICE DI CONSUMO DI SUOLO PRO-CAPITE NEL COMUNE DI MACOMER NELLA PROVINCIA DI NUORO – ANTE E POST OPERAM

MACOMER	9567 ab	fonte: ISTAT, 2021
Consumo di suolo per abitante ante operam [ha/ab]		Consumo di suolo per abitante post operam [ha/ab]
	0,0531	0,0535

NUORO (Prov)	201517 ab	fonte: ISTAT, 2021
Consumo di suolo per abitante ante operam [ha/ab]		Consumo di suolo per abitante post operam [ha/ab]
	0,0647	0,0647

È evidente come l'incidenza dell'opera impatti in maniera poco rilevante sul consumo di suolo pro-capite dei comuni e della provincia interessati dall'intervento. L' incremento di consumo di suolo pro-capite registrato nel comune di Macomer è pari a 0,0004 ha/ab, mentre sulla provincia il dato resta invariato rispetto a quello ISTAT.

Si precisa, inoltre, che, pur essendoci un aumento del consumo di suolo, tale incremento sarebbe circoscritto temporalmente alla fase di gestione dell'impianto e cesserebbe alla data di dismissione dello stesso, alla fine della sua vita utile. Lo stesso Report SNPA 32/22 classifica il suolo occupato da impianti fotovoltaici a terra come "Consumo di suolo reversibile" (SNPA, 2022 p. 156).

In conclusione, alla luce dei dati forniti ed esaminati, si afferma che l'impianto fotovoltaico in esame non accresce la percentuale di consumo di suolo dell'area in oggetto.

Vista, inoltre, la collocazione del sito in area agricola, relativamente alla componente "uso del suolo" in fase di costruzione, si ritiene di assegnare una **magnitudo pari a 5**.

Al fine di evitare un depauperamento irreversibile del suolo agricolo utilizzato con l'impianto fotovoltaico, ovvero all'indirizzo dell'area verso un progressivo processo di desertificazione, sarà previsto per l'area interessata un uso agricolo congruo e integrato. La soluzione che verrà adottata è la coltivazione di foraggio con prato polifita permanente.

I prati sia annuali che poliennali, fanno parte degli avvicendamenti colturali da centinaia di anni. Il prodotto ottenibile è il fieno. Con questo indirizzo produttivo, si garantisce una copertura permanente del suolo, che favorisce la mitigazione dei fenomeni di desertificazione, e di erosione per ruscellamento

delle acque superficiali. Un prato stabile apporta una copertura perenne, per il quale dopo l'insediamento, non sarà necessario effettuare semine, ma provvedere al suo mantenimento con l'apporto di concimazione ed eventuali sfalci.

Si limiterà la diffusione di specie erbacee infestanti lungo la fascia di mitigazione destinata ad oliveto che potrebbero ridurre l'efficienza dell'impianto fotovoltaico ma, per eliminare qualsiasi rischio di rilascio accidentale e di interazione con la componente suolo, non saranno utilizzati erbicidi o altre sostanze potenzialmente nocive. Il rilascio di inquinanti al suolo potrà essere riferito solo a sversamenti accidentali dai mezzi meccanici; questo potrà essere efficacemente gestito con l'applicazione di corrette misure gestionali e di manutenzione dei mezzi.

È inoltre prevista la realizzazione di una fascia arborea perimetrale larga 3 m destinata alla piantumazione di ulivo lungo il confine.

Sono previste anche diverse aree destinate a compensazione e rinaturalizzazione e si prevede inoltre, la conservazione delle aree in cui si è riscontrata una maggior presenza di individui arborei. Tali aree negli stralci che seguono vengono indicate con il colore rosa.

PLANIMETRIA OPERE DI MITIGAZIONE
 Scala 1:3000



LEGENDA

- Ulivo- *Olea europea* L.**
 - Eucalipto *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.**
 - Roverella *Quercus Pubescens* Willd. (individui già presenti e mantenuti)**
 - Roverella *Quercus Pubescens* Willd. (nuovo impianto)**
- Fascia di mitigazione perimetrale:**
- Fascia di mitigazione perimetrale
 - Prato stabile esterno recinzione
 - Prato stabile sottostante i pannelli
 - Aree destinate a compensazione e conservazione
 - Viabilità d'impianto
 - Misure compensative: cumuli per il riparo di fauna e avifauna
 - Varchi d'accesso 7 m
 - Recinzione
 - Confine particellare
 - Uliveto

FIGURA 20 – PLANIMETRIA SISTEMAZIONE A VERDE OPERE DI MITIGAZIONE (ESTRATTO DALL'ELABORATO GRAFICO MAC-PDT11)

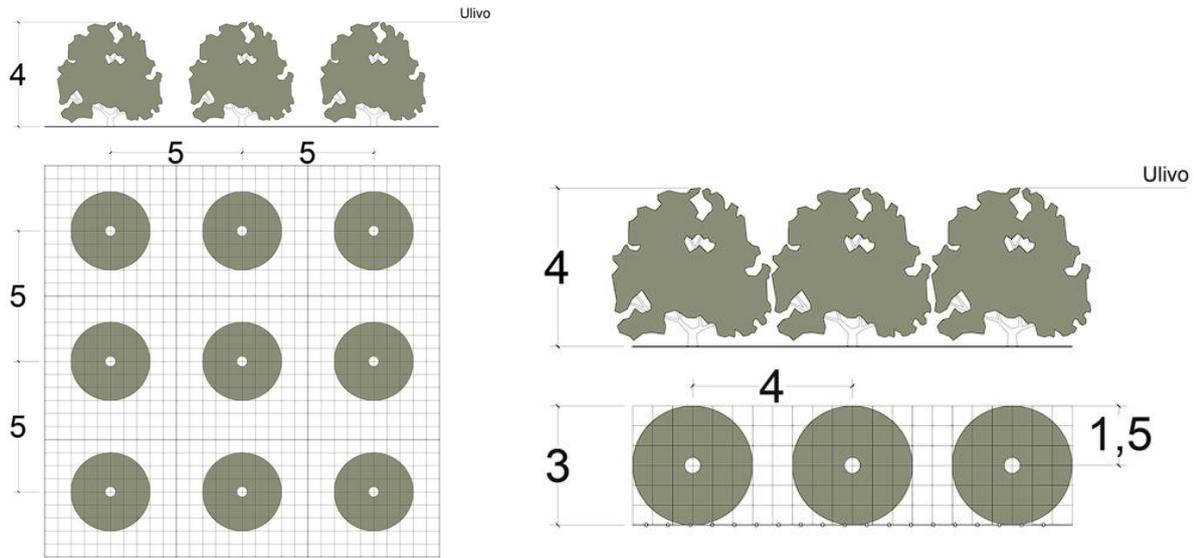


FIGURA 21 – SCHEMA D’IMPIANTO (ESTRATTO DALL’ELABORATO GRAFICO MAC-PDT11)

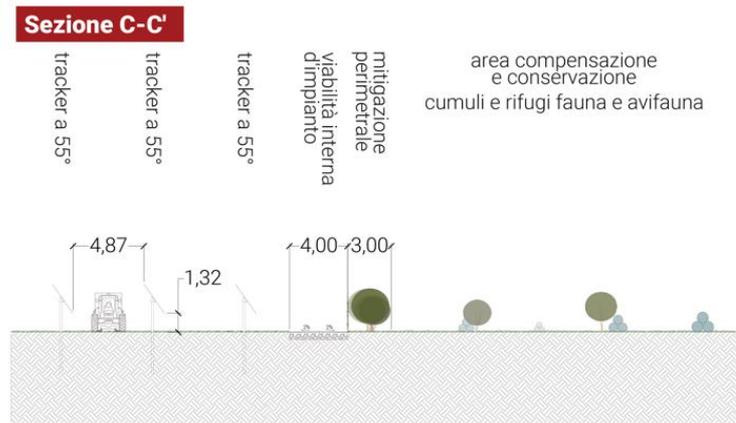
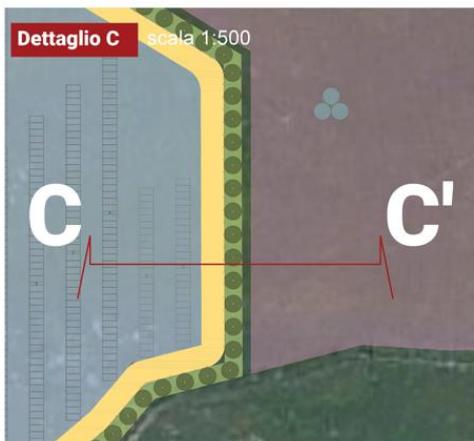


FIGURA 22 – PARTICOLARE FASCIA DI MITIGAZIONE E AREA DI COMPENSAZIONE – SEZIONE O-E DELL’IMPIANTO (ESTRATTO DALL’ELABORATO GRAFICO MAC-PDT11)

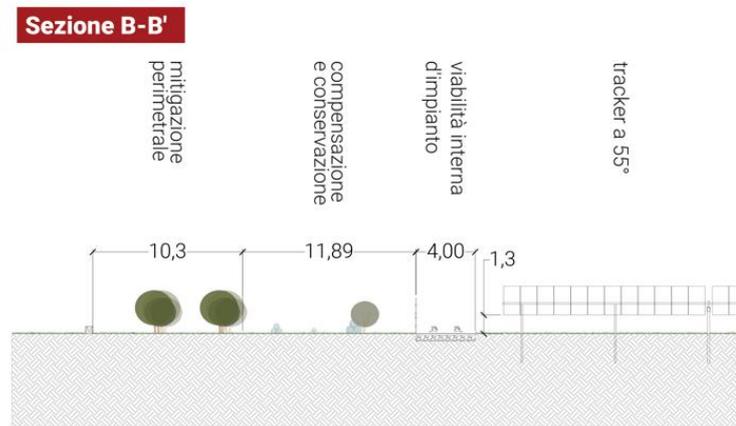
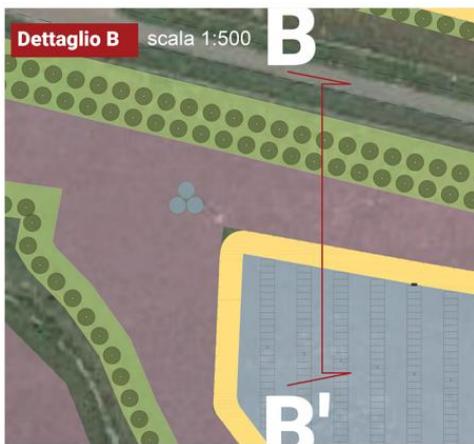


FIGURA 23 – PARTICOLARE FASCIA DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE – SEZIONE N-S DELL’IMPIANTO – ESTRATTO DALL’ELABORATO GRAFICO MAC-PDT11)

Le soluzioni previste permetteranno di:

- creare un ambiente favorevole allo sviluppo di insetti impollinatori, uccelli, rettili, anfibi;
- garantire una copertura permanente del terreno che riduca fenomeni di erosione del suolo dovuti al vento ed alle acque superficiali; ridurre significativamente l'utilizzo di fertilizzanti di chimici, erbicidi e pesticidi, migliorando così la qualità delle acque;
- migliorare la capacità del terreno di trattenere l'acqua e la quantità di sostanza organica nel suolo, lasciando così un terreno con buone capacità produttive una volta dismesso l'impianto agro voltaico.

Per maggiori informazioni circa il futuro uso agricolo dell'area, alle macchine ed attrezzature da impiegare si rimanda alla relazione agronomica allegata (codice elaborato: MAC-IAR05), mentre per quanto attiene i dettagli dell'intervento di mitigazione e compensazione ambientale si rimanda all'elaborato: MAC-IAR08 Relazione mitigazione ambientale e paesaggistica.

Infine, in considerazione del fatto che l'intervento si colloca in area agricola, si assegna per la componente uso del suolo in fase di esercizio un valore di **magnitudo reale pari a 4**.

4.4 Pedologia e morfologia

4.1.4 Analisi dell'impatto potenziale

Il paesaggio pedologico della Sardegna è molto complesso e variabile, questo aspetto deriva dall'influenza congiunta e differenziata dei fattori della pedogenesi. Le considerazioni pedologiche sull'area in esame riportano ad un contesto pedologico decisamente alterato rispetto alle condizioni di naturalità, già da tempo non riscontrabili. Le attività agricole sono collocate in un'area marginale, anche per le particolari condizioni climatiche presenti.

Tra i sistemi di valutazione del territorio, la *Land Capability Classification* (Klingebiel, et al., 1961) viene utilizzata per classificare il territorio per ampi sistemi agropastorali e non in base a specifiche pratiche colturali. La valutazione viene effettuata sull'analisi dei parametri contenuti nella carta dei suoli e sulla base delle caratteristiche dei suoli stessi.

Il concetto centrale della Land Capability non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta di particolari colture, quanto

alle limitazioni da questo presentate nei confronti di un uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito.

Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, C.S.C., sostanza organica, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (es.: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.).

La classificazione si realizza applicando tre livelli di definizione in cui suddividere il territorio:

- classi;
- sottoclassi;
- unità.

Le classi sono 8 e vengono distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (suoli arabili) mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (suoli non arabili), tutte caratterizzate da un grado di limitazione crescente. Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche del suolo o alle caratteristiche del territorio.

Nella tabella che segue sono riportate le 8 classi della Land Capability utilizzate (Cremaschi, et al., 1991).

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITA'
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	SI
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	SI
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	SI

IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	SI
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	NO
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	NO
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità, idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	NO
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.	NO

A seguito delle ricognizioni in loco, dell'osservazione dei terreni oggetto di studio e della lettura delle indicative classi della Capacità Fondiaria, è possibile dedurre informazioni importanti sulle attività silvo-pastorali effettuabili in un'area territoriale.



FIGURA 24 – FOTO AREA OGGETTO DI STUDIO

A seguito dell'analisi si può affermare che i terreni dell'area di progetto risultano appartenere alle classi VII e VIII, secondo la *Land Capability Classification*. Questa classificazione non esclude, però, forme di utilizzazione agricola per la produzione di foraggi. Infatti, il vero limite dopo i miglioramenti

fondari è la modalità di conduzione del fondo e le relative pratiche agricole che non possono essere fondate sul pascolamento.

I suoli se abbandonati sono destinati in breve tempo alla rinaturalizzazione con specie forestali.

L'intervento proposto punta all'integrazione della destinazione agricola dei suoli con la produzione di energia. L'approccio agrivoltaico, infatti, mira a modificare il meno possibile le caratteristiche del terreno, per questo si ritiene di assegnare alla componente "modifiche delle caratteristiche pedo-morfologiche" una **magnitudo** pari a **4 in fase di costruzione** e **2 in fase di esercizio**.

4.5 Biodiversità, flora e fauna

Le aree destinate alla realizzazione dell'impianto si trovano a un'altitudine media di 560 m s.l.m.

Secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna, che mostra i diversi Isobioclimi del territorio sardo, il termotipo delle aree interessate dal progetto fa parte della tipologia mesomediterraneo inferiore, l'ombrotipo è il subumido inferiore. Secondo la carta fitoclimatica d'Italia, riportata nel Geoportale Nazionale, l'area ricade all'interno del Clima mediterraneo oceanico debolmente di transizione presente nelle pianure alluvionali del medio e alto Tirreno; presenze significative nelle aree interne delle isole maggiori (Mesomediterraneo subumido).

Per quanto riguarda il livello di conoscenze floristiche della zona in questione, nell'opera di Arrigoni (2006-2015) sulla Flora dell'Isola di Sardegna (Arrigoni, 2006), le aree di progetto ricadono tra le Aree con conoscenza generica, appena informativa, cioè superfici con informazioni diffuse dovute a raccolte itineranti o studi locali vegetazionali.

Secondo quanto riportato nella Carta delle serie di Vegetazione della Sardegna, emerge che le aree di progetto sono interessate dalla Serie sarda basifila, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (*Lonicero implexae-Quercetum virgilianae*) e dalla Serie sarda centrale, calcifuga, meso-supratemperata della quercia di Sardegna (*Loncomelo pyrenaici-Quercetum ichnusae*).

4.5.1 Analisi dell'impatto potenziale

La Strategia Nazionale della Biodiversità, così come prevista dalla Convenzione sulla Diversità Biologica, rappresenta uno strumento di grande importanza per garantire la reale integrazione e il coordinamento tra gli obiettivi di sviluppo del paese e la tutela del suo inestimabile patrimonio di biodiversità. La Strategia Nazionale considera la Biodiversità come la varietà degli organismi viventi, la loro variabilità genetica ed i complessi ecologici di cui fanno parte, assicurando la salvaguardia e il

ripristino dei servizi ecosistemici al fine di garantirne il ruolo chiave per la vita sulla Terra e per il benessere umano. L'alterazione della biodiversità, indotta anche dalle trasformazioni del paesaggio, causa cambiamenti nella stabilità ecosistemica, riducendo la funzionalità di habitat ed ecosistemi fino a indurne la possibile scomparsa. L'alterazione degli ecosistemi determina una modificazione della loro funzionalità, cioè una progressiva distrofia (perdita di funzioni).

Di conseguenza, l'approccio progettuale considera la biodiversità sia come elemento da conservare ed incrementare, che come strumento per controllare il livello di distrofia che l'inserimento del progetto potrebbe provocare negli ecosistemi.

Sono stati analizzati, per le diverse fasi dell'impianto e per le componenti in esame, i seguenti fattori:

- sfalcio/danneggiamento di vegetazione esistente;
- disturbo alla fauna locale;
- perdita e/o modifica degli habitat.

Fase di costruzione: i fattori di impatto sopra elencati saranno imputabili alle attività di preparazione dell'area e di adeguamento della viabilità interna al lotto. Anche le emissioni di rumore dovute alle attività di cantiere potrebbero arrecare disturbo alla fauna ma, data la relativa breve durata delle operazioni, questo può considerarsi trascurabile in quanto le specie presenti sono già largamente abituate al rumore delle lavorazioni antropiche dovute anche alle lavorazioni nei campi. Le misure di tutela attuabili saranno: rivolgere particolare attenzione al movimento dei mezzi per evitare schiacciamenti di anfibi o rettili e preparazione dell'area in un periodo compreso tra settembre e marzo per evitare di arrecare disturbo nei momenti di massima attività biologica delle specie presenti. Anche in questo caso, data la temporaneità delle attività nonché delle caratteristiche dell'area agricola in cui si inseriranno le indagini, si ritiene che l'impatto in fase di costruzione sulla componente vegetazionale e faunistica possa essere considerato basso.

Nell'area del progetto non sono presenti comunità vegetali e aspetti ambientali riconducibili agli habitat di Natura 2000 perché le superfici interessate dal progetto, talune incolte, altre seminate a grano avvicendato a foraggio e a pascolo, sono sottoposte a ripetuti turni di lavorazione del soprassuolo, tali da escludere la presenza di flora e vegetazione naturale. Pertanto, si esclude un danno diretto e una indiretta interferenza sulle condizioni ecologiche degli habitat a seguito della installazione dell'impianto fotovoltaico e della posa del cavidotto. In riferimento all'avifauna, date le caratteristiche dell'area, difficilmente essa si presta come sito di potenziale nidificazione. Nel

complesso si può quindi affermare che nel sito non sono presenti specie ornitologiche particolarmente rilevanti dal punto di vista conservazionistico. Ciò è dovuto all'elevata pressione antropica presente nell'area, con conseguente impoverimento dell'ambiente che, a sua volta, ha determinato una notevole diminuzione della biodiversità animale.

Si attribuisce dunque al fattore "modifiche della vegetazione" un valore medio di **magnitudo pari a 3** e al fattore "modifiche della fauna" un valore di **magnitudo pari a 3** in fase di cantiere, non essendo presenti specie di particolare pregio nell'area.

Fase di esercizio: fatta eccezione per gli inquinanti dovuti al passaggio dei mezzi durante le operazioni di manutenzione dell'impianto, non ci saranno altre emissioni in atmosfera o di rumore che porterebbero ad una riduzione degli habitat né ad un disturbo della fauna.

Le attività di progetto sicuramente impattanti sono riferibili alla presenza dell'impianto e all'illuminazione connessa. Le strutture non intralceranno in alcun modo il volo degli uccelli; il sistema di illuminazione, che di solito disturba le specie soprattutto in fase di riproduzione, sarà opportunamente limitato all'area di gestione dell'impianto, mirato alle aree e fasce sottoposte a controllo e vigilanza.

Tutte gli esemplari di cui si riscontra la presenza nell'areale di studio, sono in realtà specie oggi molto frequenti in Sardegna, benché sensibili alle trasformazioni del territorio legate alle pratiche di agricoltura intensiva che prevedono anche un massiccio uso di insetticidi. Nell'area interessata direttamente dal progetto esse sarebbero certamente più disturbate da una eventuale prosecuzione delle attività che tuttora sussistono, che dalla realizzazione e dall'esercizio di una centrale fotovoltaica, che non presenterà particolari incidenze negative su queste specie, né nella fase di cantiere, né in quella di esercizio.

È stato osservato che, un'area su cui insiste un impianto fotovoltaico, se ben tenuta e gestita, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione, con aumenti di temperatura, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. Questa, scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che una porzione limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intera superficie sottesa dal pannello generando il cosiddetto effetto gronda; questo, in aree prive di manto erboso, potrebbe causare col tempo erosione superficiale localizzata.

Premesso che le opere di installazione dell'impianto agrivoltaico sono localizzate sui seminativi cerealicoli e foraggeri; pertanto, tali opere insistono su suoli già destinati alle colture, si constata che

gli interventi di installazione e scavo di solchi, non dovrebbero determinare importanti squilibri ecologici sugli strati di vegetazione naturale rilevata e descritta per la zona dell'impianto. Per la finalità naturalistica è importante che, dopo l'installazione dell'impianto fotovoltaico, le aree vengano recintate, lo stesso cavidotto previsto in progetto è posto sottotraccia, pertanto, anche le opere di scavo e la installazione del cavo stesso non dovrebbero determinare conseguenze sulla flora e sulla vegetazione locale.

Dal punto di vista vegetazionale, in fase di esercizio, si assegna, pertanto, al fattore relativo una **magnitudo pari a 1**.

In via definitiva, considerando la scarsa presenza di specie che insistono nelle zone in esame, la tipologia costruttiva dell'impianto, si può affermare che l'impatto che deriva dall'opera in progetto nei confronti della fauna risulta molto modesto. Si ritiene che data la tipologia di opera e le dimensioni della stessa, l'impatto sulle specie sarà minimo, sempre che vengano rispettate le misure di mitigazione previste e di seguito riassunte:

- limitare il movimento dei mezzi meccanici solo alle circoscritte aree interessate dal progetto;
- ripristinare le aree di intervento con la posa di suolo organico e/o aggiunto di humus al fine di favorire l'insediamento di specie vegetali autoctone per garantire ospitalità a specie entomologiche impollinatrici;
- sostenere e accelerare il ripristino dello strato vegetale erbaceo mediante spargimento di sementi raccolte in situ così da ripristinare lo strato vegetale erbaceo ospitante specie faunistiche terrestri (Rettili e Micro-Mammiferi).
- realizzare le recinzioni dell'impianto fotovoltaico provviste di passaggi, meglio detti "corridoi ecologici", per non interrompere la libera circolazione di vertebrati terrestri, come la lepre italiana, il coniglio selvatico e altri mammiferi presenti nell'area.
- realizzare una fascia di vegetazione autoctona che fungerà da corridoio ecologico.

Per la componente faunistica, si assegna relativamente al fattore "modifica della fauna" una **magnitudo pari a 2**.

Fase di dismissione: gli impatti potenziali sulla componente possono essere assimilati a quelli della fase di costruzione dell'impianto; inoltre, il ripristino dell'area porterebbe ad una ricolonizzazione vegetazionale dell'area.

4.6 Rumore

Nello studio redatto dagli ing. Calderaro e Buttafuoco, iscritti nell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica, vengono esaminate le problematiche acustiche relative all'installazione dell'impianto fotovoltaico nelle varie fasi dell'opera: costruzione, esercizio e dismissione. Il presente capitolo riporta sinteticamente le valutazioni approfondite nel relativo studio di settore consultabile all'elaborato MAC-IAR03.

4.1.5 Analisi dell'impatto potenziale

La verifica del rispetto delle prescrizioni normative in materia di impatto acustico è sviluppata attraverso una dettagliata analisi critica dei risultati di valutazioni modellistiche numeriche che hanno consentito di stimare il contributo al clima acustico dell'area direttamente riconducibile al funzionamento dell'impianto oggetto di valutazione.

Le valutazioni modellistiche hanno considerato le sorgenti di emissione previste e sono state sviluppate con il supporto del modello previsionale SoundPLAN. Il modello consente di considerare le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato esistente e previsto nell'area di studio, la tipologia delle superfici, le caratteristiche emissive delle sorgenti, la presenza di schermi naturali o artificiali alla propagazione del rumore.

Per la valutazione dei rumori attesi presso i ricettori durante le attività di cantiere si è fatto uso di un software di simulazione acustica per la propagazione del rumore in campo aperto.

L'emissione di rumore da parte dell'impianto in fase di cantiere è strettamente connessa alle tipologie di macchinari che verranno impiegati e alle scelte operative delle imprese che realizzeranno l'opera; pertanto, una valutazione di dettaglio degli impatti potrà essere effettuata solo in presenza di un progetto esecutivo della cantieristica. Tuttavia, si può considerare in questa fase un impatto dovuto al transito dei mezzi per la fornitura di materiali, per le attività di preparazione del sito, per l'adeguamento della viabilità interna, per la realizzazione degli scavi per la posa del cavidotto, per l'ancoraggio al suolo delle strutture di sostegno dell'impianto. Dunque, la probabilità che si generino rumori che potrebbero causare disturbo alle specie, soprattutto nel periodo di accoppiamento e riproduzione, è legata principalmente alle fasi di messa in cantiere, scavo e movimento terra.

Le simulazioni ricavate tarando il modello sulla base delle misurazioni strumentali effettuate mostrano che in prossimità dei ricettori individuati i livelli di pressione acustica previsti risultano rispettare i limiti imposti dalla legislazione vigente.

Relativamente alla fase di cantiere, sono stati evidenziati potenziali impatti completamente reversibili che potranno essere efficacemente ridotti attraverso specifiche attenzioni operative. Per la fase di realizzazione dell'impianto Agrivoltaico si ritiene in ogni caso opportuno prevedere la richiesta di deroga ai limiti di emissione acustica ai sensi della Parte V del documento tecnico denominato "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico" inserito nella Deliberazione N. 62/9 del 14.11.2008 della Regione Sardegna ai Comuni interessati dalle opere oggetto di approfondimento.

Data la distanza del sito dai centri abitati, in **fase di cantiere** si ritiene di assegnare, relativamente al fattore "rumore", una **magnitudo pari a 7**.

Le valutazioni relative alla fase di esercizio sviluppate con l'ausilio di modelli previsionali di dettaglio, hanno evidenziato livelli di impatto pienamente conformi ai limiti normativi con adeguati margini di sicurezza.

Durante la **Fase di esercizio** non ci sarà alcun incremento delle emissioni sonore nell'area. Si ritiene quindi di assegnare al fattore "emissioni di rumore" una **magnitudo pari a 5** in questa fase dell'opera.

In Fase di dismissione gli impatti sono assimilabili a quelli già valutati per la fase di costruzione.

Le analisi svolte in merito al potenziale impatto sulla componente rumore determinato dalla realizzazione ed esercizio del Parco Agrivoltaico denominato "Macomer" sito nel Comune di Macomer (NU), hanno documentato la piena compatibilità dell'intervento.

4.7 Paesaggio e patrimonio

4.1.6 Analisi dell'impatto potenziale

L'analisi degli aspetti estetico-percettivi è stata realizzata a seguito di specifici sopralluoghi nel corso dei quali sono stati analizzati vari punti di vista al fine di valutare la compatibilità paesaggistica dell'opera.

Per verificare le alterazioni apportate dall'impianto sullo stato attuale del contesto paesaggistico sono state prese a riferimento le indicazioni del D.P.C.M. del 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali del paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 (Pubblicato nella Gazz. Uff. 31 gennaio 2006, n. 25), che riguardano:

- le modificazioni della morfologia;

- le modificazioni della compagine vegetale;
- le modificazioni dello skyline naturale o antropico;
- le modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico;
- le modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico;
- le modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale e dei caratteri strutturanti del territorio agricolo. Le modificazioni della morfologia possono essere definite poco significative in quanto i movimenti terra sono limitati agli scavi relativi alla realizzazione del fondo della viabilità interna e per l'interramento del cavidotto, in quanto gli elementi di sostegno dei moduli verranno collocati nel terreno con pali infissi o ad avvitamento.

Le modificazioni della morfologia possono essere definite poco significative in quanto i movimenti di terra verranno effettuati principalmente per gli scavi relativi alla realizzazione delle fondazioni delle cabine, del fondo della viabilità interna e per l'interramento dei cavidotti, in quanto gli elementi di sostegno dei moduli verranno collocati nel terreno con pali infissi o ad avvitamento e asseconderanno la pendenza del terreno preesistente, già modellato nell'ambito della conduzione agricola. Inoltre, durante le operazioni di scavo, lo strato fertile del terreno sarà recuperato e riutilizzato nell'ambito dei successivi ripristini, e gli inerti derivanti dagli scavi saranno rigorosamente recuperati e riutilizzati per i successivi rinterri. Ciò che non potrà essere riutilizzato in loco sarà smaltito e conferito in discarica in accordo alla normativa vigente.

Le modificazioni della compagine vegetale riguarderanno l'incremento delle aree a macchia mediterranea nella fascia di mitigazione e nell'area di compensazione. Non si avranno modificazioni dello skyline naturale o antropico, poiché i pannelli avranno un'altezza contenuta, pur essendo strutture a inseguimento, e seguiranno l'orografia attuale del terreno.

Il progetto evita modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico, dell'assetto paesistico.

Data l'estensione dell'area e data l'assenza di numerose arterie significative, è stata analizzata un'area compresa nel raggio di 10 km, denominata "zona di influenza visiva", baricentrica rispetto all'area, e al suo interno, sono stati individuati tutti i principali punti di vista che possono essere interessati dal l'impatto visivo dell'opera nella sua globalità. Nello specifico, è stata prima sviluppata un'intervisibilità teorica tramite il software Google Earth individuando il punto che presenta la quota altimetrica maggiore Punto P.O. I punti di intervisibilità sono stati scelti in parte sovrapponendo le aree

di visibilità alle infrastrutture principali. Si specifica che, i punti sono stati scelti, pur non sovrapponendosi con le aree teoricamente visibili, poiché ricadenti in punti sensibili, come il punto 1 nei pressi del centro abitato di Macomer, o perché appartenenti ugualmente ad infrastrutture principali. Successivamente, per confermare o meno il grado di visibilità dell'opera da questi punti, sono state scattate delle foto che, rispetto ai risultati di Google Earth, tengono in considerazione tutti gli ostacoli di natura antropica e/o naturale.

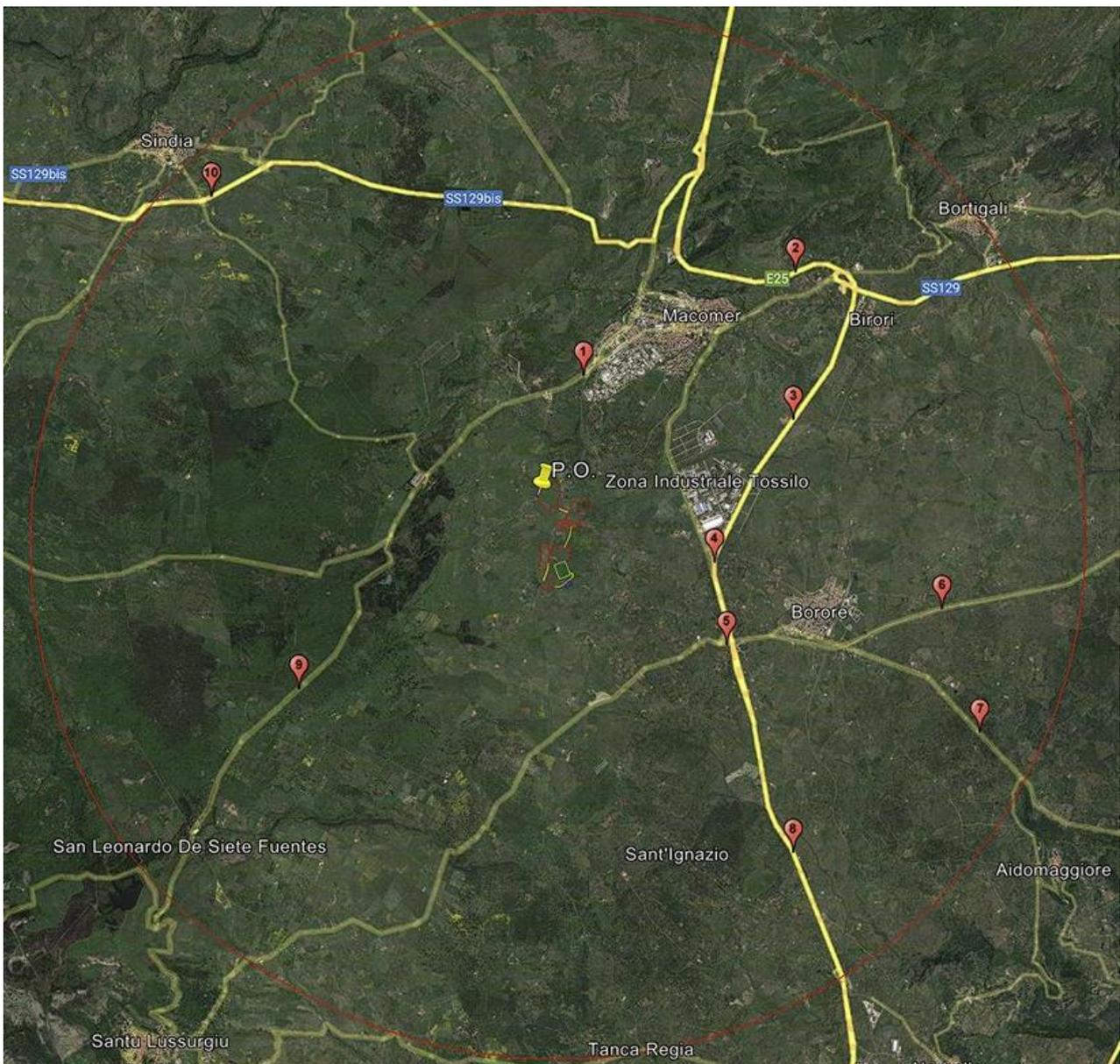
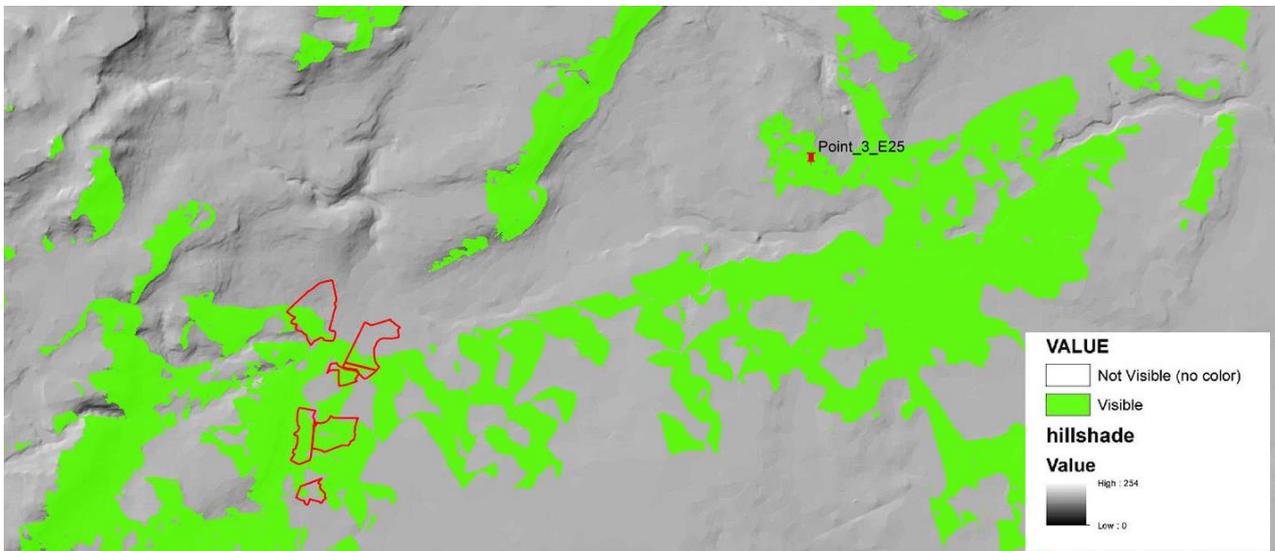


FIGURA 25 - INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI VITA ESAMINATI NELLA ZONA DI INFLUENZA VISIVA

Di seguito vengono descritti alcuni punti significativi, tra i dieci punti analizzati sulla base delle carte di intervisibilità.

PUNTO 3 – E25, COORDINATE: 40°14'54.89"N, 8°47'51.96"E

La carta mostra come dal punto considerato sarebbe solo i lotti 1, 2 e 7, sarebbero parzialmente visibili.

**FIGURA 26 - CARTA INTERVISIBILITÀ, PUNTO 3**

Questo punto di vista si trova a muretto a secco di separazione tra delle aree di progetto. In primo piano, è visibile la strada e i terreni interessati da seminativi. Le aree il tipico di progetto (indicate dalla freccia rossa) sembrerebbero parzialmente visibili a causa dell'assenza di rilevanti ostacoli naturali o antropici. Il punto di osservazione, inoltre, si trova ad una quota più bassa rispetto alle aree d'intervento. Tuttavia, data la notevole distanza e le importanti opere di mitigazione e conservazione previste, la vista sarà ulteriormente attenuata.

**FIGURA 27 - VISIBILITÀ EFFETTIVA, PUNTO 3**

PUNTO 4 – E25, COORDINATE: 40°13'26.74"N, 8°46'48.60"E

La carta mostra come dal punto considerato sarebbe visibile l'intera area di progetto.



FIGURA 28 - CARTA INTERVISIBILITÀ, PUNTO 4

Questo punto di vista si trova ad est delle aree di progetto. Il paesaggio è caratterizzato da una morfologia pianeggiante; oltre alla carreggiata, è visibile vegetazione erbacea sinantropica, vegetazione arborea e arbustiva, che nascondono completamente l'area di progetto (indicata dalla freccia rossa).



FIGURA 29 - VISIBILITÀ EFFETTIVA, PUNTO 4

Pertanto, si può affermare che l'impatto estetico-percettivo delle nuove opere si possa considerare basso; inoltre, sulla base dell'analisi di intervisibilità (MAC-IAT18_Mappa di intervisibilità teorica impianto), le nuove opere risultano scarsamente visibili da punti di normale transito e ampia

visibilità. Di conseguenza il progetto proposto genera un impatto certamente minimo nell'ambito del contesto analizzato.

Si valuta, dunque, di assegnare, per l'aspetto **paesaggistico** in:

- **fase di costruzione** una **magnitudo pari a 5**;
- **fase di esercizio** una **magnitudo pari a -3**.

4.8 Polveri

4.1.7 Analisi dell'impatto potenziale

Le emissioni di polvere sono subordinate, nel caso in esame, solo alle operazioni di movimentazione terra che sarà, certamente, di scarsa rilevanza. I terreni essendo composti anche di materiale pseudo coerente, privo di tenacità, possono, durante il passaggio dei mezzi di trasporto e la movimentazione terra, provocare, in concomitanza della stagione secca, una certa diffusione di polveri. Risulta, quindi, evidente che prima del passaggio dei mezzi e nel caso di lavori di movimento terra si provvederà alla bagnatura delle piste e dei terreni per mezzo di pompe idrauliche tale da mantenere allo stato plastico l'argilla inibendo la diffusione di polveri. Nell'eventualità che l'intervento di messa in opera dell'impianto fosse realizzato nella stagione autunnale-invernale non sarà necessario adottare alcun accorgimento antipolvere, in quanto, a causa delle piogge, i terreni si mantengono sufficientemente umidi. Nella fase di esercizio dell'impianto non sono previsti emissioni di polvere in atmosfera atteso che è prevista la copertura permanente del terreno con manto erboso.

Pertanto, in **fase di costruzione** si assegna un valore di **magnitudo pari a 6** considerando gli interventi di mitigazione che saranno adottati per le emissioni di polveri mentre, in **fase di esercizio**, si assegna, relativamente a questo fattore una **magnitudo pari a 4**.

4.9 Traffico

4.1.8 Analisi dell'impatto potenziale

In fase di installazione si utilizzeranno i tracciati viari presenti, pertanto, non sarà necessario realizzare nuovi percorsi stradali per raggiungere il sito di interesse. Il tracciato stradale nell'area d'interesse coinvolge principalmente strade asfaltate e percorribili.

Nel raggio di 5 km dal sito di interesse si collocano i Comuni di Macomer e Borore, che insieme contano poco più di 10000 abitanti.

Relativamente alla fase di messa in opera degli impianti, si prevede un incremento del traffico dei mezzi pesanti che trasporteranno gli elementi modulari e compositivi dell'impianto fotovoltaico, con intensità di traffico valutabile in circa 5-7 mezzi giornalieri, per un periodo limitato a qualche settimana. Si evidenzia, inoltre, che gli elementi modulari da trasportare sono di dimensioni limitate e trasportabili con comuni autocarri.

Il resto del traffico consisterà nel movimento di autoveicoli, utilizzati dal personale che a vario titolo sarà impiegato nella fase di installazione dell'impianto.

Si ritiene di assegnare, per il fattore "modifiche del traffico veicolare" in fase di cantiere, una **magnitudo pari a 2**.

L'entità del traffico, comunque, non è tale da apportare disturbi consistenti nella viabilità ordinaria della zona anche perché trattasi di un'area agricola coltivata, già soggetta al passaggio di mezzi specifici per le attività presenti.

Si ritiene di assegnare, per il fattore "modifiche del traffico veicolare" in fase di esercizio, una **magnitudo pari a 1**.

4.10 Valutazione economica e ricadute socio-occupazionali

4.1.9 Analisi dell'impatto potenziale

Si ritiene che l'impatto dell'opera nel contesto sociale possa considerarsi positivo, e quindi si pone l'esigenza di usare una scala di magnitudo con valori negativi ed opposti rispetto alle altre valutazioni, assegnando per il fattore "valutazione economica" un valore di **magnitudo pari a -1** in fase di costruzione e un valore di magnitudo **-3 in fase di esercizio**.

Si stima, quindi, che nelle varie fasi di sviluppo, progettazione, realizzazione e gestione del progetto verranno coinvolte circa 290 risorse umane, senza considerare tutte le competenze tecniche e professionali che svolgono lavoro sotto forma indiretta e che sono parte del sistema economico a monte e a valle della realizzazione dell'impianto.

È inoltre importante valutare l'indotto economico che si può apportare riutilizzando e migliorando le aree agricole, le aree accessorie e le infrastrutture degli impianti esistenti.

5. STIMA DEGLI IMPATTI

Assegnata la magnitudo, si pone adesso l'esigenza, per ciascun fattore, di stabilire il valore d'influenza ponderale nei confronti della singola componente ambientale.

Sarà necessario, per ricavare tale valore, determinare il livello di correlazione tra la specifica componente ambientale ed il singolo fattore, che per il caso in esame è stato distinto in 4 livelli:

- NL = nullo 0
- MN = minimo 1
- MD = medio 2
- MX = massimo 4

Il livello di correlazione massimo è stato ipotizzato doppio del valore medio, quello medio doppio di quello minimo, mentre il livello nullo è stato posto uguale a zero. La somma dei valori d'influenza ponderale di tutti i fattori, su ciascuna componente, è stata normalizzata, imponendola ad un valore pari a 10, con riferimento alle due fasi temporali, di seguito esplicitate:

- Fase di installazione, fino al completamento dei lavori di messa in opera dell'impianto.
- Fase di esercizio, relativa al periodo di attività dell'impianto.

Per ognuno dei fattori sono stati ipotizzati più casi, rappresentativi di diverse situazioni con definite caratteristiche; a ciascuno di detti casi è stato assegnato un valore (magnitudo) compreso nell'intervallo, normalizzato da -10 a +10, secondo la presumibile entità degli effetti prodotti sull'ambiente: tanto maggiore è il danno ipotizzato, tanto più alta sarà la magnitudo attribuita. Va evidenziato che a nessuna situazione corrisponde il valore 0 in quanto si ritiene che, qualunque sia l'area prescelta ed a prescindere dai criteri progettuali seguiti, a seguito della realizzazione dell'opera, si verranno a determinare, comunque, conseguenze sull'ambiente.

Non è stata considerata la terza fase, di dismissione, prevista al termine della vita utile dell'impianto (stimata a 30 anni) in quanto si presuppone il manifestarsi di impatti potenziali sulle componenti ambientali sostanzialmente analoghi a quelli che verranno contemplati in fase di cantiere. L'esito di tale ultima fase della vita del progetto, peraltro, prevede che venga ripristinato lo stato dei luoghi dal punto di vista ambientale e quindi che si verifichino effetti positivi sulla qualità paesaggistica complessiva del territorio, attraverso lo smantellamento degli inseguitori solari e la rimozione delle opere accessorie.

5.1 Fase di cantiere

Dall'analisi dei dati relativi agli impatti si evince che, in fase di costruzione, tra i fattori che avranno un impatto maggiore ci sono quelli relativi all'emissione di polveri e rumori sulla componente ambientale "atmosfera". Entrambi i fattori potranno però essere mitigati dalla messa in opera di accorgimenti quali la bagnatura del terreno per evitare il sollevamento eccessivo di polveri, l'impiego di mezzi certificati e rispondenti alle normative in vigore circa l'emissione di rumori e rispettando gli orari imposti dai regolamenti comunali e dalle normative vigenti per lo svolgimento delle lavorazioni.

Un'altra delle componenti maggiormente coinvolte in questa fase è certamente il paesaggio, che vedrà una trasformazione percettiva rilevante dovuta alle attività di cantiere e al posizionamento delle strutture, oltre che un aumento del traffico veicolare in corrispondenza dell'area di progetto e sulle strade che la servono.

Al fine di mitigare l'impatto per la presenza del cantiere nell'area, si prevede di mettere a dimora le essenze per la fascia di mitigazione e per le zone di compensazione già nelle prime fasi di cantierizzazione dell'opera.

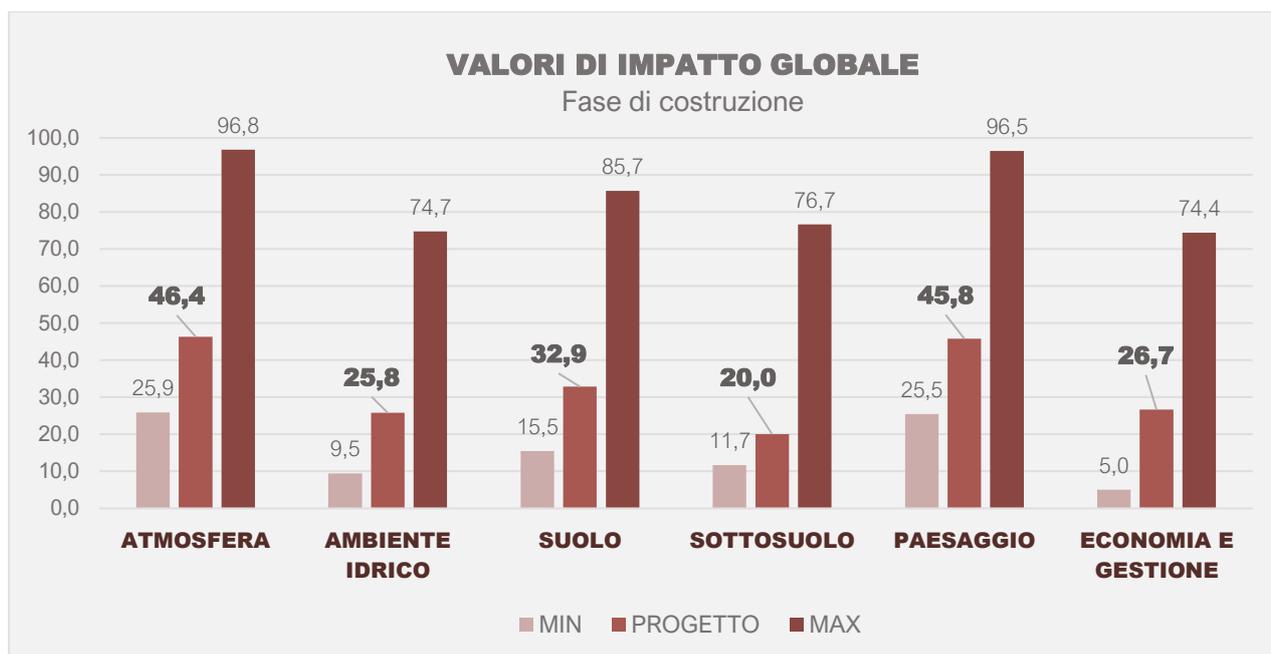


FIGURA 30 – VALORI DEGLI IMPATTI GLOBALI SU OGNI SINGOLA COMPONENTE - FASE DI COSTRUZIONE

Inoltre, in fase di cantiere, gli impatti principali saranno di carattere temporaneo e reversibile e si esauriranno con l'esercizio dell'impianto. Dunque, l'impatto sulle varie componenti che si manifesta in questa fase si può considerare accettabile in relazione all'utilità che l'opera avrà nella sua fase di esercizio.

5.2 Fase di esercizio

Il grafico che segue evidenzia come, in fase di esercizio dell'impianto, il sistema degli effetti negativi sulle componenti ambientali influisca prevalentemente sulla componente atmosfera a causa delle inevitabili alterazioni che la presenza dello stesso andrebbe ad apportare alle caratteristiche intrinseche del territorio. La modifica dello stato dei luoghi e la trasformazione dell'uso del suolo da esclusivamente agricolo a integrato energetico-agricolo può certamente mutare la percezione del territorio ma, a fronte di tali effetti sull'ambiente da ricondursi prevalentemente a scala locale, si devono considerare gli impatti positivi a livello globale, in particolare la riduzione delle emissioni di gas serra ed inquinanti in atmosfera oltre che il risparmio di risorse non rinnovabili e la tutela complessiva della biodiversità.

Gli effetti sulla percezione del paesaggio verrebbero inoltre mitigati da opere di compensazione e mitigazione, già previste da progetto, che mirano ad integrare l'intervento in un contesto territoriale a forte vocazione agricola.



FIGURA 31 – VALORI DEGLI IMPATTI GLOBALI SU OGNI SINGOLA COMPONENTE - FASE DI ESERCIZIO

In fase di esercizio, gli impatti principali saranno comunque di carattere reversibile poiché si esauriranno con la fase di dismissione dell'impianto.

5.3 Sintesi degli impatti

A seguito di questa analisi risulta evidente che gli impatti attesi si manifesteranno in modo più significativo in fase di costruzione, sia sulle componenti naturali dell'ambiente che su quelle antropiche in relazione ai possibili disagi associati all'operatività del cantiere, in particolare in relazione agli impatti da rumore, polveri e traffico indotto in un'area che si colloca nelle vicinanze di alcuni centri abitati – seppur piccoli.

Tali impatti saranno però di carattere temporaneo e reversibile nel breve termine, esaurendosi sostanzialmente alla conclusione del processo costruttivo dell'impianto agro-fotovoltaico.

Permarranno per tutta la vita utile dell'impianto – che si stima intorno ai 30 anni circa – i soli effetti legati all'occupazione di superfici conseguenti all'allestimento del parco che saranno però di lieve entità in ragione dei criteri progettuali seguiti (assenza di apprezzabili modifiche morfologiche, adeguato interesse tra i tracker, conservazione degli ambiti a maggiore pendenza, salvaguardia della permeabilità del suolo) nonché degli opportuni interventi di mitigazione e inserimento ambientale adottati (creazione di fasce e nuclei di vegetazione autoctona arbustiva e arborea, espianto di

esemplari arborei presenti all'interno dell'area di progetto e reimpianto lungo fasce perimetrali e aree di compensazione, interventi di rinaturalizzazione e conservazione) che puntano a ristabilire in buona parte le condizioni di naturalità dell'area contribuendo al ripopolamento dell'area da parte di flora, fauna e avifauna.

Risulta dunque evidente che l'opera in progetto ha un impatto ambientale contenuto e, comunque, commisurato alla sua utilità. Tale progetto si allinea, infatti, con gli obiettivi e le strategie comunitarie e nazionali, che si prefiggono di incrementare la produzione di energia da fonti rinnovabili riducendo le emissioni climalteranti e la dipendenza dalle fonti tradizionali di energia che ci rendono fortemente dipendenti da altri paesi.

6. MISURE DI MITIGAZIONE E INTERVENTI DI COMPENSAZIONE

La realizzazione di un'infrastruttura che determina una variazione di uso del suolo produce sempre un impatto ambientale che difficilmente potrà essere del tutto eliminato. Si possono però introdurre elementi di autoregolazione, in grado di rispondere agli impatti determinati dalle azioni proposte dal progetto, cosicché ogni forma di trasformazione e uso del suolo che determini alterazioni negative del bilancio ecologico locale, possa essere controbilanciata da un'adeguata misura in grado di annullare, o quantomeno di ridurre al minimo, tale azione.

Le **misure di mitigazione** sono intese a ridurre al minimo o addirittura a sopprimere l'impatto negativo di un piano o progetto durante o dopo la sua realizzazione. Con misure di mitigazione si intendono diverse categorie di interventi:

- le opere di mitigazione, cioè quelle direttamente collegate agli impatti dell'opera (ad esempio le barriere antirumore, le barriere visive);
- le opere di "ottimizzazione" del progetto (ad es. la riduzione del consumo energetico o il suo miglior inserimento paesistico).

Con **misure di compensazione**, s'intendono gli interventi, anche non strettamente collegati con l'opera, che vengono realizzati a titolo di "compensazione" ambientale degli impatti residui non mitigabili (ad esempio la creazione di ambienti umidi o di zone boscate in aree interessate dalla rete ecologica o la bonifica e rinaturalizzazione di siti degradati non legati all'opera in esame). A queste è demandato anche il compito di riqualificare i degradi pregressi del sistema paesistico-ambientale. Le misure di compensazione non riducono solo gli impatti residui attribuibili al progetto, ma provvedono a

sostituire una risorsa ambientale che è stata depauperata con una risorsa considerata di importanza almeno equivalente (ISPRA, 2015 p. 13).

Lo scopo di queste misure è quindi quello di attenuare il più possibile le ripercussioni che le attività antropiche possono avere sui comparti ambientali; esse devono essere scelte con criterio basato sulle conoscenze dello stato di fatto, devono essere realizzate in fase di cantiere in modo da essere già presenti sin dall'inizio della fase di esercizio e se ne deve valutare l'efficacia a lungo termine.

Il progetto in esame prevede una fascia di mitigazione perimetrale che ha come fine la riduzione degli impatti sul territorio attraverso interventi di schermatura, idonee disposizioni e misure di carattere ecologico e ambientale atte a mitigare, appunto, i potenziali impatti dell'intervento trasformativo. Le azioni compensative saranno finalizzate a restituire condizioni di naturalità mediante azioni di riequilibrio ecologico, quale compensazione per gli impatti conseguenti dalla realizzazione dell'impianto.

Inoltre, si prevede che nella fase di installazione e, per quanto possibile, anche nel corso dell'esercizio, siano compiuti alcuni interventi di mitigazione, con lo scopo di mantenere il sito ad un livello di qualità ambientale adeguato. In particolare, si provvederà a migliorare gli standard ambientali intervenendo contemporaneamente sia sull'aspetto **vegetativo** sia su quello **paesaggistico**.

Le opere di mitigazione e compensazione saranno realizzate durante la fase di cantiere, attraverso i seguenti interventi: limitando il movimento dei mezzi meccanici ad aree circoscritte interessate dal progetto, prevedendo il riutilizzo del suolo agricolo attraverso la coltivazione di foraggio con prato polifita per la produzione di fieno tra le file e sotto i pannelli e incrementando parte di macchia mediterranea nella fascia di mitigazione perimetrale.

Inoltre, le suddette misure di mitigazione verranno mantenute in stato ottimale per tutto il periodo di vita dell'impianto. Le singole opere di mitigazione avranno un diverso grado di capacità di contrastare gli effetti dell'intervento ma saranno finalizzate a raggiungere, nel loro insieme, non solo un effetto di riduzione degli impatti, ma anche di riqualificazione ambientale dell'intera area.

6.1 Fase di costruzione

6.1.1 Atmosfera

Al fine di ridurre le emissioni in atmosfera verranno adottate le seguenti misure di mitigazione e prevenzione:

- i mezzi di cantiere saranno sottoposti a regolare manutenzione;
- manutenzioni periodiche e regolari delle apparecchiature presenti in cantiere.

Per ridurre il sollevamento polveri verranno adottate le seguenti misure di mitigazione e prevenzione:

- circolazione degli automezzi a bassa velocità;
- eventuale bagnatura delle strade e dei cumuli di scavo stoccati;
- lavaggio delle ruote dei mezzi pesanti prima dell'immissione sulla viabilità pubblica.

6.1.2 Rumore

Al fine della mitigazione dell'impatto acustico in fase di cantiere sono previste le seguenti azioni:

- rispetto degli orari imposti dai regolamenti comunali e dalle normative vigenti per lo svolgimento delle lavorazioni;
- la riduzione dei tempi di esecuzione delle attività rumorose tramite l'impiego di più attrezzature e più personale;
- la scelta di attrezzature più performanti dal punto di vista acustico;
- manutenzione programmata per macchinari e attrezzature;
- divieto di utilizzo di macchinari senza dichiarazione CE di conformità e indicazione del livello di potenza sonora garantito, secondo quanto stabilito dal D.Lgs. 262/02.
- limitare, compatibilmente con le esigenze tecniche, il numero di movimenti da/per il cantiere ed all'interno di esso;
- evitare la sosta di mezzi con motore in funzione al di là delle esigenze operative inderogabili;

- evitare, quando possibile, contemporaneità e concentrazione di attività ad alto impatto acustico;
- limitare la velocità dei mezzi in transito sulla viabilità di cantiere;
- evitare, se possibile, la realizzazione degli interventi nei periodi primaverili/estivi in quanto periodo di accoppiamento oltre che di migrazione.

6.1.3 Impatto visivo e luminoso

Per ridurre al minimo l'impatto visivo del cantiere, si provvederà a:

- mantenere l'ordine e la pulizia quotidiana;
- depositare i materiali esclusivamente nelle aree di stoccaggio predefinite;
- individuare idonee aree di carico/scarico dei materiali e stazionamento dei mezzi all'interno del cantiere.

Per quanto concerne l'impatto luminoso, si ridurrà ove possibile, l'emissione di luce nelle ore crepuscolari invernali, senza compromettere la sicurezza dei lavoratori; eventuali lampade presenti nell'area di cantiere saranno orientate verso il basso e tenute spente qualora non utilizzate.

6.2 Fase di esercizio

6.2.1 Rumore

Gli impianti fotovoltaici sono tra i sistemi più silenziosi per la generazione di energia elettrica, in quanto non richiedono la necessità di parti in movimento tipiche di tutti i sistemi di generazione tradizionali da fonti fossili ma anche di molti sistemi da fonti rinnovabili.

Le emissioni di rumore sono limitate al funzionamento dei macchinari elettrici, progettati e realizzati nel rispetto dei più recenti standard normativi ed il cui alloggiamento è previsto all'interno di apposite cabine tali da attenuare ulteriormente il livello di pressione sonora in prossimità della sorgente stessa. Le uniche parti che generano rumore sono i sistemi di ventilazione forzata per il raffreddamento dei trasformatori oltre il rumore di magnetizzazione del nucleo ferro magnetico dello stesso trasformatore. Gli inverter localizzati sul campo fotovoltaico hanno potenze sonore compatibili con i

livelli acustici della zona; pertanto, verranno considerati ininfluenti al fine del calcolo. In prossimità di ogni singola cabina, l'impatto acustico è da considerarsi trascurabile.

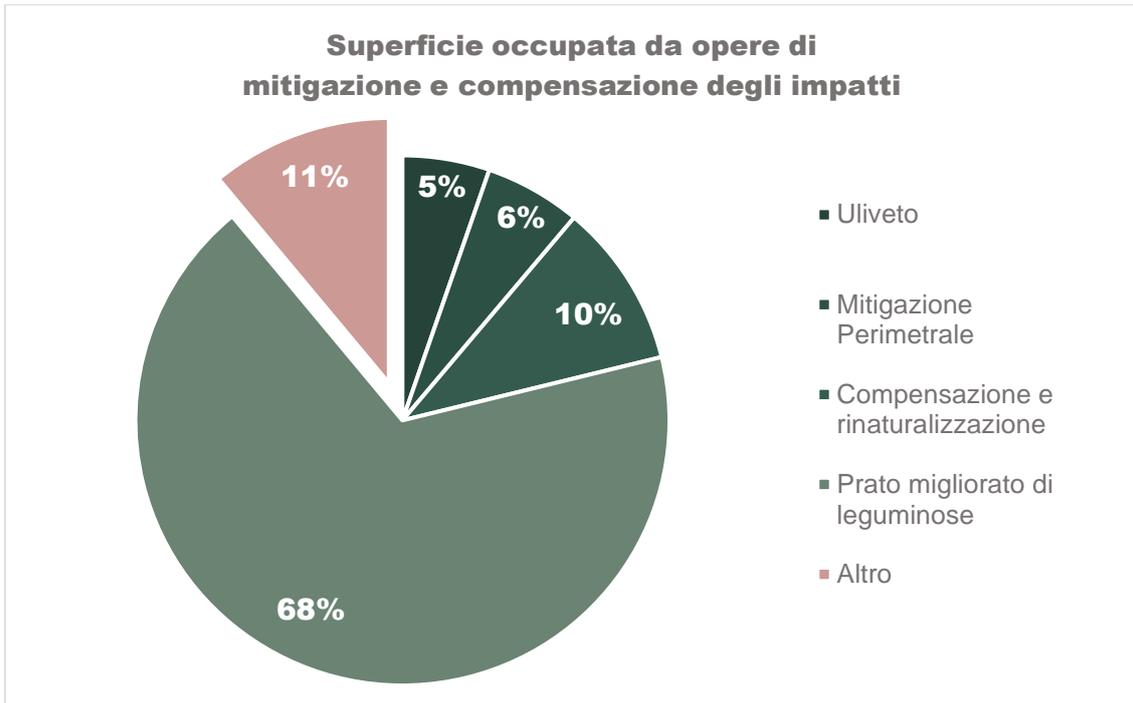
Si precisa inoltre che la disposizione baricentrica dei dispositivi che sono fonte di rumori, è tale da rendere non percepibile la rumorosità generata, dall'esterno della recinzione, dove è prevista una fascia arbustiva e arborea che funge da mitigazione acustica naturale. È opportuno specificare che l'impianto insiste in un contesto rurale-agricolo all'interno del quale non risultano presenti particolari habitat e distante dai centri abitati.

6.2.2 Mitigazione e compensazione ambientale e paesaggistica

Complessivamente, le opere di mitigazione, compensazione e rinaturalizzazione previste per l'impianto agrivoltaico in progetto occuperanno una superficie pari a 11,58 ha, se a queste aggiungiamo le superfici assicurate al piano colturale, ovvero 37,15 ha di prato migliorato di leguminose e quelle libere da interventi pari a 2,71 ha la superficie complessivamente interessata da coperture vegetali nuove ed esistenti sale a 51,44 ha, ovvero quasi del 94% dell'area di progetto.

La valutazione delle specie arboree da utilizzare è stata dettata dalla volontà di conciliare l'azione di mitigazione/riqualificazione paesaggistica con la valorizzazione della vocazione agricola dell'area di inserimento dell'impianto.

In merito agli interventi di mitigazione e compensazione sono state elaborate diverse tipologie di intervento in relazione alla collocazione delle aree e alla loro natura: fascia di mitigazione perimetrale, prato polifita sottostante i pannelli, aree di compensazione e conservazione con inserimento di cumuli di rocce per il riparo di piccola fauna, aree a destinazione agricola con inserimento di un uliveto.



MITIGAZIONE PERIMETRALE

La recinzione perimetrale sarà provvista di una barriera vegetale costituita da ulivi (*Olea Europaea* L.) posti esternamente rispetto alla recinzione. La fascia avrà una larghezza costante di 3 m; inoltre, in prossimità del ciglio stradale, verrà arretrata di 10 m per rispettare le limitazioni imposte dall'art. 26 del *Nuovo Codice della Strada*.

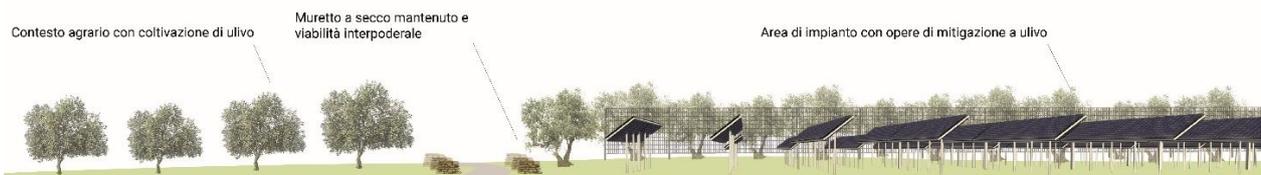


FIGURA 32 - SEZIONE PAESAGGISTICA TIPOLOGICA DELL'IMPIANTO

L'inserimento di questa fascia di mitigazione garantirà non solo la formazione di una cortina verde che nasconderà alla vista i pannelli fotovoltaici anche dai terreni limitrofi, ma avrà anche le seguenti funzioni:

- schermatura dell'impianto rispetto al contesto territoriale;
- riqualificazione paesaggistica;
- abbattimento rumori in fase di cantiere e dismissione;
- schermatura polveri;

- rifugio per specie migratorie o stanziali della fauna;
- miglioramento della qualità ecologica dell'area.

PRATO MIGLIORATO DI LEGUMINOSE PERMANENTE

Tra le file e sotto le strutture si è scelto di coltivare un prato stabile di leguminose costituito da trifoglio (*Trifolium subterraneum* L.) e veccia (*Vicia sativa* L.) che, complessivamente, occuperà una superficie pari a 37,15 ha circa per un'incidenza del 67,8% sulla totalità dell'area di progetto. Il prato favorisce il mantenimento della flora pabulare spontanea e garantisce una copertura permanente del suolo, prevenendo fenomeni di desertificazione e di erosione per ruscellamento delle acque superficiali oltre al miglioramento della fertilità. L'azione di miglioramento diretto della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali:

- opportuna scelta delle essenze costituenti il miscuglio per la semina per cui si privilegiano piante miglioratrici della fertilità del suolo (come le leguminose) in quanto in grado di fissare l'azoto atmosferico per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatori, a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee;
- pascolamento controllato degli ovini durante i mesi di ottobre/novembre e dei successivi mesi invernali cui verranno sottoposte le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno (maggio) saranno ricresciute.

Il prato stabile si configura come una copertura perenne, tale per cui non sarà necessario effettuare semine successive, ma provvedere al suo mantenimento attraverso operazioni di concimazione e sfalcio.

AREE DI COMPENSAZIONE E RINATURALIZZAZIONE

All'interno della superficie di progetto, è stata individuata un'area di 5,50 ha, che avrà funzione di compensazione e rinaturalizzazione, oltre ad una piantagione di ulivi di 2,89 ha. Queste aree rappresenteranno una sorta di corridoio ecologico e consentiranno la salvaguardia della biodiversità e la creazione di nuovi habitat attraverso la riconnessione delle aree interessate dall'impianto con l'area naturale preesistente. Le misure compensative adottate prevedono l'inserimento di cumuli di pietra, che fungeranno da rifugio per la piccola fauna e l'avifauna.



FIGURA 33 – DETTAGLIO AREA INDIVIDUATA PER LA COMPENSAZIONE

MISURE DI CONSERVAZIONE DELLA FAUNA

La recinzione si costituisce di una rete grigliata in acciaio zincato con altezza 2,5 m e dimensione della maglia variabile. Nella parte inferiore è previsto un franco di 30 cm dal piano di calpestio al fine di consentire il passaggio di mammiferi, rettili e anfibi, oltre che di numerosi elementi della micro e meso-fauna.

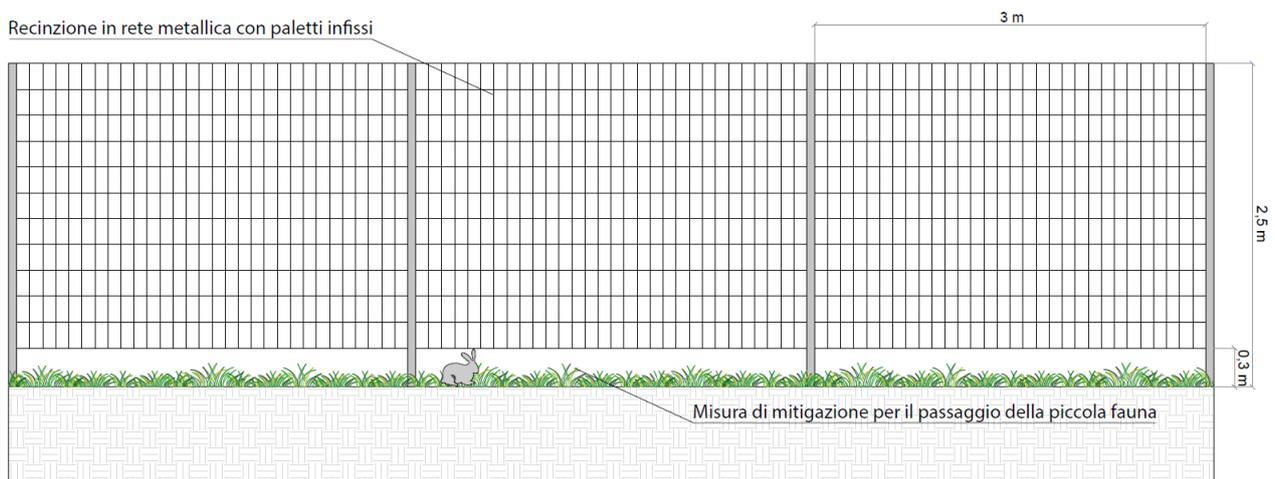


FIGURA 34 - RECINZIONE METALLICA A DELIMITAZIONE DELL'AREA DI IMPIANTO

La rete sarà sostenuta da tubi in acciaio, di diametro 60 mm, infissi nel terreno ad una distanza di circa 3 m l'uno dall'altro. Sia la rete metallica che i tubi in acciaio sono previsti di colore verde al fine di una maggiore integrazione nel paesaggio agrario. L'opera a fine esercizio verrà smantellata e sarà ripristinato lo stato dei luoghi originario.

In conclusione, le opere di mitigazione e compensazione si possono ritenere coerenti con gli scenari proposti dagli strumenti di programmazione e pianificazione. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato cartografico MAC-PDT11 e alla specifica relazione riguardante le opere di mitigazione MAC-IAR08.

6.2.3 Fotosimulazioni di impatto estetico – percettivo

La tavola denominata *Fotosimulazioni di impatto estetico-percettivo* (codice elaborato MAC-IAT17) restituisce in maniera fotorealistica le scelte progettuali adottate e l'inserimento paesaggistico dell'impianto agrivoltaico nel contesto territoriale. Le simulazioni sono realizzate a partire da fotografie scattate durante i sopralluoghi e hanno l'obiettivo di descrivere le modificazioni del territorio in modo immediato e tramite immagini. Le fotosimulazioni permettono di verificare eventuali situazioni critiche e appurare l'efficacia delle opere di mitigazione e compensazione previste.

Le simulazioni sono realizzate con immagini a volo d'uccello e da strada.

La scelta di specie autoctone ai fini della realizzazione di una fascia di mitigazione si dimostra efficace nel limitare la visibilità dell'impianto e contribuisce all'implementazione delle specie vegetali presenti attraverso la piantagione di 2715 ulivi.

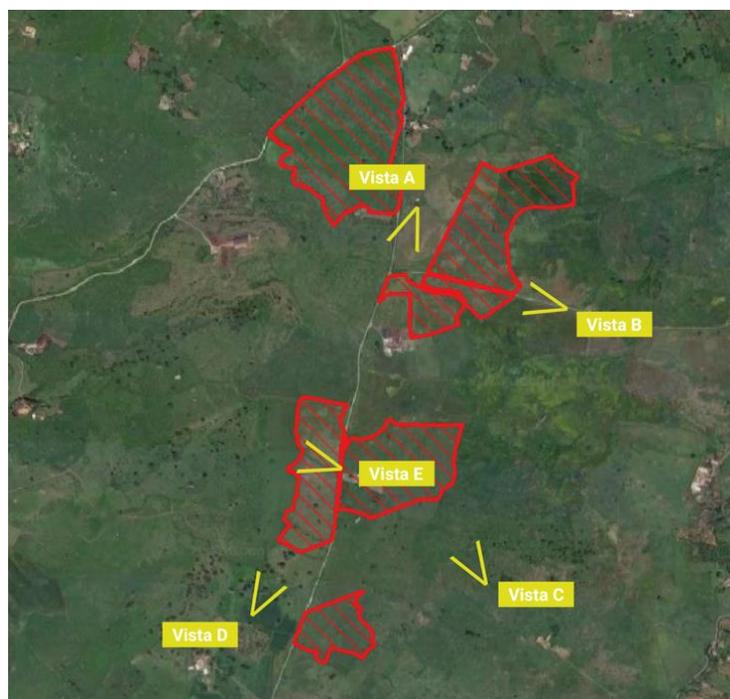


FIGURA 35 – PLANIMETRIA AREA DI PROGETTO CON CONI OTTICI



FIGURA 36 – FOTOSIMULAZIONE A VOLO D'UCCELLO, VISTA D GENERALE DELL'IMPIANTO. STRALCIO TAVOLA MAC-IAT17



FIGURA 37 - FOTOSIMULAZIONE A VOLO D'UCCELLO, VISTA C GENERALE DELL'IMPIANTO. STRALCIO TAVOLA MAC-IAT17

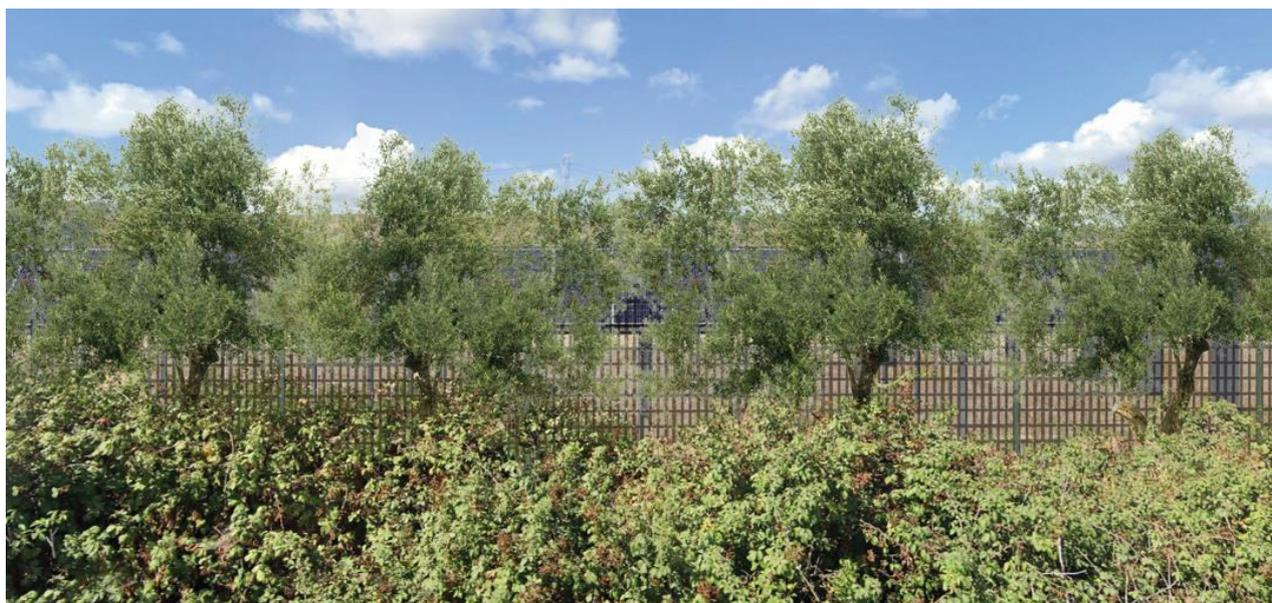


FIGURA 38 - FOTOSIMULAZIONE VISTA E DA STRADA PRE E POST INTERVENTO. STRALCIO TAVOLA MAC-IAT17

Questi interventi serviranno a ricostruire lo strato erbaceo ed arbustivo nelle adiacenze dell'impianto fotovoltaico, intervenendo con opere mirate a restituire in breve "tempo tecnico" uno strato vegetale utile a due precise funzioni:

- Ricomporre lo strato organico del suolo e consolidare le superfici, allontanando il rischio di erosione;
- Ricostruire la componente vegetale del paesaggio per mitigare l'impatto ambientale e paesaggistico.

Al fine di garantire una maggiore compatibilità ambientale del sito, verranno altresì rispettati i seguenti accorgimenti:

- Saranno evitate cementificazioni che impediscano la penetrazione della pioggia;
- Le infestanti lungo la fascia di mitigazione perimetrale saranno oggetto di diserbo meccanico, e lo sfalcio sarà lasciato sul posto in modo da permettere il reintegro della sostanza organica.

7. CONCLUSIONI

Energia Pulita Italiana 8 s.r.l., proponente per il progetto in esame, quale società facente parte del gruppo Enerland Italia s.r.l., intende realizzare un impianto agrivoltaico in un'area nella disponibilità della stessa, in zona agricola del Comune di Macomer (NU).

Lo studio è inerente al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato costituito da strutture a tracker e relative opere connesse (infrastrutture impiantistiche e civili), ubicato in Sardegna, nel Comune di Macomer, con potenza pari a 24 MWp. L'area occupata dalle strutture sarà complessivamente pari a 11 ettari, su 54,75 ettari totali interessati dal progetto.

L'impianto è soggetto al rilascio di Autorizzazione Unica, ai sensi dell'art. 12 comma 3 del D.Lgs. n. 387 del 2003; il progetto proposto rientra, ai sensi dall'art. 31 comma 6 della legge n. 108 del 2021, tra quelli previsti nell'allegato II alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006 (impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW), pertanto, l'intervento è soggetto, ai sensi dell'art. 6 comma 7 (comma così sostituito dall'art. 3 del D.Lgs. n. 104 del 2017) del D.Lgs. 152/2006 a provvedimento di VIA (Valutazione di Impatto Ambientale).

Per la redazione del presente Studio sono state seguite le indicazioni della normativa di settore precedentemente richiamata e sono stati coinvolti diversi professionisti ed esperti delle tematiche affrontate. Perseguendo l'obiettivo di favorire lo sviluppo autonomo del solare come fonte di energia alternativa alle fonti inquinanti fossili, lo Studio ha inizialmente valutato le caratteristiche del progetto che potessero costituire interferenza sulle diverse componenti ambientali e si è quindi proceduto con l'analisi della qualità delle componenti ambientali interferite e con la valutazione degli impatti. La valutazione prende in considerazione le specifiche caratteristiche del territorio nel quale in progetto esaminato si inserisce. Sono stati affrontati gli aspetti programmatici e ambientali e descritte le singole attività per la realizzazione dell'impianto.

L'area all'interno della quale si inserisce il progetto è classificata come area agricola; non ricade all'interno di aree vincolate ai sensi dell'art. 142 lett. c) del D.Lgs. 42/2004 o in aree identificate come siti facenti parte di Rete Natura 2000 (SIC-ZPS-ZSC), ma si colloca nel raggio di 5 km dalle stesse, motivo per cui si è proceduto anche alla predisposizione di uno Screening di Incidenza art. 6 (3) (4) Direttiva 92/43/CEE "Habitat", ovvero Livello I del percorso logico decisionale che caratterizza la Valutazione di Incidenza Ambientale.

L'analisi degli impatti ha sottolineato come, in virtù della durata e tipologia delle attività, gli impatti siano trascurabili o bassi per specifiche componenti, in ogni caso mitigabili con gli accorgimenti progettuali.

Si vuole sottolineare come, grazie alla realizzazione di questo progetto, oltre ai potenziali impatti negativi analizzati, ci saranno anche degli impatti positivi sotto diversi aspetti, da quello ambientale a quello economico. La previsione di un'estesa fascia di mitigazione arborea lungo il perimetro dell'impianto e l'inserimento di aree di compensazione, provvederà ad incrementare e ricostituire la macchia mediterranea portando così ad un accrescimento del valore ambientale e paesaggistico dell'area di progetto. Con gli interventi di rinaturalizzazione e conservazione le stesse specie arboree presenti nelle aree interessate dal progetto verranno conservate o, eventualmente, espantate e reimpiantate lungo le fasce di mitigazione perimetrale o nelle aree destinate a compensazione.

Questo, assieme al prato permanente, contribuirà a garantire una copertura vegetale per tutto l'anno, preservare la fertilità del terreno ed il relativo quantitativo di sostanza organica, creare un habitat quasi naturale e ridurre i fenomeni di erosione del suolo. È bene inoltre sottolineare che l'indice di occupazione dell'area sarà circa pari al 20%, poiché, su un'area complessiva di circa 54,75 ha, la superficie occupata dalle strutture (proiezione a terra delle stesse in posizione di manutenzione 0°) sarà di soli 11 ha, un valore assolutamente accettabile in termini di impatto visivo – ma soprattutto ambientale – visto che anche al di sotto delle strutture è prevista la presenza del prato permanente che contribuirà al miglioramento della fertilità del terreno.

L'incentivazione della produzione di energia da fonti rinnovabili è uno dei principali obiettivi della pianificazione energetica a livello internazionale, nazionale e regionale poiché i benefici ambientali che ne derivano sono notevoli e facilmente calcolabili. I benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto, valutati sulla base della stima di produzione annua di energia elettrica di circa **44,40 GWh/anno** sono riportati di seguito:

TABELLA 11 – FONTE: DELIBERA EEN 08/03, ART. 2

RISPARMIO CARBURANTE IN *	TOE
Energia elettrica - fattore di conversione dell'energia primaria [TEP/Wh]	0,187
Tep risparmiata in un anno	8.303,50 x 10 ⁶
Tep risparmiato in 30 anni	249.106,40 x 10 ⁶

TABELLA 12 – FONTE: RAPPORTO AMBIENTALE ENEL

EMISSIONI IN ATMOSFERA EVITATA *	CO2	SO2	NOx	Polveri
Specifiche emissioni in atmosfera [g / kWh]	445,00	0,54	0,49	0,02
Emissioni evitate in un anno [kg]	19.759.780	23.978	21.758	888
Emissioni evitate in 30 anni [kg]	592.793.400	719.345	652.739	26.642

Questo significa che la realizzazione dell'impianto porterà dei vantaggi sia sul piano ambientale, contribuendo al risparmio di migliaia di tonnellate di petrolio e CO₂ tradotte in mancate emissioni di inquinanti e risparmio di combustibile, sia sul piano socioeconomico:

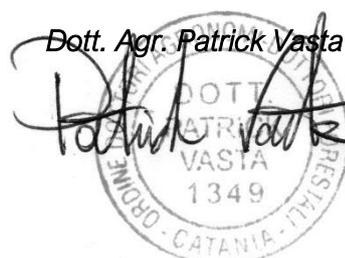
- aumento del fattore di occupazione diretta sia nella fase di cantiere (per le attività di costruzione e installazione dell'impianto) che nella fase di esercizio dell'impianto (per le attività di gestione e manutenzione degli impianti);
- creazione e sviluppo di società e ditte che graviteranno attorno l'impianto ricorrendo a manodopera locale;
- riqualificazione dell'area grazie alla realizzazione di recinzioni, viabilità di accesso ai singoli lotti, sistemazioni idraulico-agrarie.

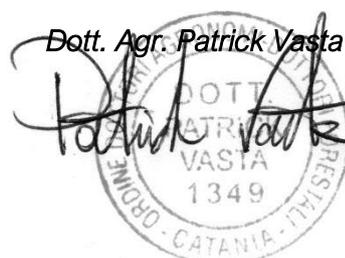
In definitiva, quindi, si può ritenere che il progetto delle opere in oggetto sia compatibile dal punto di vista ambientale e che esso, a fronte di impatti spazialmente circoscritti e di limitata entità e durata (fasi di cantiere), costituisca occasione importante di promozione dell'uso delle fonti energetiche rinnovabili.

Si ritiene, pertanto, che gli impatti potenziali dell'opera in oggetto siano quasi del tutto eliminabili attraverso le opportune pratiche progettuali e gestionali previste. Si afferma, pertanto, che la soluzione proposta non ha effetti negativi e/o significativi nei confronti dell'ambiente che ne accoglie la realizzazione e l'esercizio.

Milano, 25 gennaio 2023

I Tecnici




8. INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Storymap di Enerland	4
Figura 2 – Inquadramento su ortofoto - Estratto elaborato cartografico MAC-PDT01	6
Figura 3 – componenti e risorse in Miliardi di Euro - fonte www.governo.it	10
Figura 4 - Estratto carta dei dispositivi di tutela ambientale - codice elaborato MAC-IAT06	11
Figura 5 - Estratto carta dell'assetto storico-culturale - codice elaborato MAC-IAT07	13
Figura 6 - Estratto carta dell'assetto insediativo - codice elaborato MAC-IAT08.....	14
Figura 7 – Estratto inquadramento su rete natura 2000 con buffer di 5 km - codice elaborato MAC-IAT03.....	16
Figura 8 – Inquadramento dell'area di progetto rispetto alla Carta degli Habitat prodotta da ISPRA – Stralcio dell'elaborato cartografico MAC-IAT19	18
Figura 9 – Inquadramento del sito su Carta delle Aree non Idonee all'installazione di impianti FER ai sensi D.G.R. 59/90 del 2020 – Area di progetto in rosso e area di Impianto in giallo (Estratto dall'elaborato cartografico MAC-IAT15).....	20
Figura 10 – Zone fitoclimatiche secondo Pavari (a sx) e zone Bioclimatiche della Regione Sardegna (a dx)	22
Figura 11 – Immagine ortofoto –area intervento e reticolo idrografico superficiale.....	25
Figura 12 – Inquadramento area di progetto su Carta della pericolosità idraulica – Stralcio dell'elaborato cartografico MAC-IAT10.....	27
Figura 13 - Fasce di salvaguardia relative all'art. 30 ter delle NTA del PAI Horton Strahler + Vincolo PAI Hi4 art. 8 c.2 Comune di macomer.....	28
Figura 14 – Inquadramento area di progetto su Carta della pericolosità da frana – Stralcio dell'elaborato cartografico MAC-IAT10.....	30
Figura 15 - Inquadramento dell'area di progetto sul Piano Urbanistico Comunale di Macomer - codice elaborato MAC-PDT03	36
Figura 16 – Individuazione alternative di localizzazione in un'area di raggio 10 km dalla stazione terna Macomer 380.....	42

Figura 17 - Inquadramento alternativa 2 (a Dx) e 3 (a Sx) su carta degli Habitat	45
Figura 18 – Vincolo P.A.I. Hi idraulico – area di intervento su ortofoto.....	58
Figura 19 – Infografica del fattore di occupazione del suolo in relazione al progetto agrivoltaico oggetto di studio	64
Figura 20 – Planimetria sistemazione a verde opere di mitigazione (Estratto dall'elaborato grafico MAC-PDT11)	67
Figura 21 – Schema d'impianto (Estratto dall'elaborato grafico MAC-PDT11).....	68
Figura 22 – Particolare fascia di mitigazione e area di compensazione – Sezione O-E dell'impianto (Estratto dall'elaborato grafico MAC-PDT11)	68
Figura 23 – Particolare fascia di Mitigazione e compensazione – Sezione N-S dell'impianto – Estratto dall'elaborato grafico MAC-PDT11)	68
Figura 24 – Foto area oggetto di studio	71
Figura 25 - Individuazione dei punti di vita esaminati nella zona di influenza visiva.....	80
Figura 26 - Carta intervisibilità, Punto 3.....	81
Figura 27 - Visibilità effettiva, Punto 3.....	81
Figura 28 - CARTA INTERVISIBILITÀ, PUNTO 4.....	82
Figura 29 - Visibilità effettiva, Punto 4.....	82
Figura 30 – Valori degli impatti globali su ogni singola componente - FASE DI COSTRUZIONE	87
Figura 31 – Valori degli impatti globali su ogni singola componente - FASE DI ESERCIZIO	88
Figura 32 - Sezione paesaggistica tipologica dell'impianto	94
Figura 33 – Dettaglio area individuata per la compensazione	96
Figura 34 - Recinzione metallica a delimitazione dell'area di impianto	96
Figura 35 – Planimetria area di progetto con coni ottici.....	97
Figura 36 – Fotosimulazione a volo d'uccello, vista D generale dell'impianto. Stralcio tavola MAC-IAT17	98
Figura 37 - Fotosimulazione a volo d'uccello, vista C generale dell'impianto. Stralcio tavola MAC-IAT17	98

Figura 38 - Fotosimulazione vista E da strada pre e post intervento. Stralcio tavola MAC-IAT17..... 99

9. INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Sintesi dell’analisi quali-quantitativa per la scelta dell’alternativa migliore	47
Tabella 2 – Confronto pro e contro di diverse soluzioni impiantistiche.....	52
Tabella 3 – Tabella di occupazione del suolo delle varie componenti dell’impianto	61
Tabella 4 – Fattore di occupazione % relativo all’area di progetto.....	63
Tabella 5 – Estensione dei limiti amministrativi della Provincia di Nuoro e del comune di Macomer ..	63
Tabella 6 – Indice occupazione di suolo del progetto per la Provincia di Nuoro	63
Tabella 7 – Indice occupazione di suolo del progetto per il Comune di Macomer	63
Tabella 8 – Rapporto di suolo consumato sulla Provincia di Nuoro (Fonte dati consumo suolo ISTAT 2022).....	64
Tabella 9 – Rapporto di suolo consumato sul Comune di Macomer (Fonte dati consumo suolo ISTAT 2022).....	64
Tabella 10 – Indice di consumo di suolo pro-capite nel comune di Macomer nella Provincia di Nuoro – ANTE e POST OPERAM	65
Tabella 11 – Fonte: Delibera EEN 08/03, art. 2.....	102
Tabella 12 – Fonte: Rapporto ambientale ENEL.....	103

10. BIBLIOGRAFIA

AFP. 2022. La Russia potrebbe senza volerlo accelerare la transizione energetica. *Internazionale*. 2022, 28 ottobre.

Apollonio, M., et al. 2014. Proposta di Piano Faunistico Venatorio Regionale. Cagliari : Regione Sardegna, 2014.

ARPAS e ISPRA. 2020. *Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010*. s.l. : M. Fiori, G. Fioravanti (a cura di), 2020.

Arrigoni, Pier Virgilio. 2006. *Flora dell'isola di Sardegna*. Sassari : Carlo Delfino Editore, 2006.

Aru, Angelo, Baldaccini, Paolo e Vacca, Andrea. 1991. *Nota illustrativa alla Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000*. Cagliari : Università degli Studi di Cagliari, 1991.

Assessorato Difesa dell'Ambiente - Sardegna. 2018. Piano Regionale Bonifica delle Aree Inquinare (PRB). Cagliari : s.n., 2018.

Assessorato Difesa dell'Ambiente. 2006. Piano Forestale Ambientale Regionale, proposta di piano. Cagliari : s.n., 2006.

Assessorato Difesa dell'Ambiente Regione Sardegna. 2006. Piano Forestale Ambientale Regionale, proposta di piano. Cagliari : s.n., 2006.

—. 2018. Piano Regionale Bonifica delle Aree Inquinare (PRB). Cagliari : s.n., 2018.

Camarda, I., et al. 2011. Carta della Natura della Regione Sardegna. *Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. s.l. : ISPRA, 2011.

—. 2013. Carta della Natura della Regione Sardegna. *Carte di Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale scala 1:50.000*. s.l. : ISPRA, 2013.

Comune di Banari. 2022. Comune di Banari. *Comune di Banari*. [Online] 2022. [Riportato: 30 Settembre 2022.] <https://www.comune.banari.ss.it/>.

Comune di Borore. 2006. *Norme di Attuazione al PUC, Variante N. 1*. Borore : s.n., 2006.

Conti, F., Manzi, A. e Pedrotti, F. 1997. *Libro rosso delle Piante d'Italia*. WWF Italia. Società Botanica Italiana. s.l. : Università di Camerino, 1997.

Cremaschi, M. e Ridolfi, G. 1991. *Il suolo*. Roma : Carocci, 1991.

EEA. 2022. burden sharing. *European Environment Agency*. [Online] 2022. <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/burden-sharing>.

—. 2022. environmental monitoring. *European Environment Agency*. [Online] GEMET, 2022. [Riportato: 12 10 2022.] <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/gemet-environmental-thesaurus/environmental-monitoring>.

Ente Idrografico della Sardegna. 2010. Mappa delle precipitazioni medie annuali periodo 1922-1991. *DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI*. 2010.

European Commission. 1996. Natura 2000. Interpretation Manual of European Union Habitats. vers. EUR 15. DG XI-D2. Brussels : s.n., 1996.

European Communities. 1992. Direttiva Habitat. *Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat*. s.l. : G.U.C.E. n. 206, 22 luglio 1992.

FAO e UNESCO. 1988. *Soil Map of the world*. Roma : s.n., 1988.

GSE - Gestore Servizi Energetici. 2022. ATLAIMPIANTI GSE. GSE. [Online] 2022. https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html.

GSE. 2022. ATLAIMPIANTI GSE. *sito web Gestore Servizi Energetici*. [Online] 2022. https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html.

—. 2021. Monitoraggio regionale D.M. 15 marzo 2012. *sito web Gestore Servizi Energetici*. [Online] 2021. <https://www.gse.it/dati-e-scenari/monitoraggio-fer/monitoraggio-regionale#:~:text=%E2%80%8BII%20Decreto%2015%20marzo,consumi%20finali%20lordi%20di%20energia>.

—. 2021. Monitoraggio regionale Sardegna D.M. 15 marzo 2012. *sito web Gestore Servizi Energetici*. [Online] 2021. <https://www.gse.it/dati-e-scenari/monitoraggio-fer/monitoraggio-regionale/Sardegna>.

International Energy Agency (IEA). 2022. *World Energy Outlook 2022*. s.l. : IEA Publications, october 2022.

ISPRA e ARPAS. 2020. *Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010*. s.l. : M. Fiori, G. Fioravanti (a cura di), 2020.

ISPRA. 2015. Manuali e Linee Guida. *Ambiente, Paesaggio e Infrastrutture*. Roma : ISPRA - Settore Editoria, 2015. 126. ISBN 978-88-448-0736-8.

—. 2009. Manuali e Linee Guida. *Il Progetto Carta della Natura. Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000*. Roma : ISPRA edizioni, 2009. 48/2009. ISBN 978-88-448-0381-0.

ISPRAmbiente. 2019. *Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei*. Roma : Editore, 2019. p. 29.

Klingebiel, Albert Arnold e Montgomery, Paul Hooper. 1961. *Land-Capability Classification*. Washington D.C. : Soil Conservation Service, U.S. Dept. of Agriculture, 1961.

La tipologia economica delle aziende agricole nella UE. De Gaetano, Loredana. 2012. 3, 2012, Rivista di statistica ufficiale, Vol. 2, p. 77-101.

La tipologia economica delle aziende agricole nella UE:. De Gaetano, Loredana. 2012. 3, 2012, Rivista di statistica ufficiale, Vol. 2, p. 77-101.

Ministero della Transizione Ecologica e Dipartimento per l'Energia. 2022. *Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici*. Roma : s.n., 2022.

Ministero per i Beni e le Attività Culturali. 2006. *Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica*. Roma : Gangemi Editore, 2006. ISBN 978-88-492-1148-1.

Ministero per i Beni e le Attività Culturali, DG per i Beni Architettonici e Paesaggistici e Servizio Il Paesaggio. 2006. *Linee guida per l'inserimento paesaggistico degli interventi di trasformazione territoriale*. Roma : s.n., 2006.

MITE, Dipartimento per l'Energia. giu 2022. *Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici*. Roma : s.n., giu 2022.

Moretti, Michela e Lucchesi, Fabio. 2015. La misura delle condizioni di intervisibilità. Una valutazione a supporto del progetto delle trasformazioni del paesaggio toscano. *RI-VISTA*. 2015, Vol. 12, 1-2, p. 102-113.

Natura2000. 2022. *Natura2000*. [Online] 2022. [Riportato: 2022 Ottobre 2022.] <https://natura2000.eea.europa.eu/>.

—. 2022. *Natura2000*. [Online] 2022. [Riportato: 30 Settembre 2022.] <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=ITB013048>.

Provincia di Nuoro. 2003. Piano Urbanistico Provinciale (PUP). *Delibera del Consiglio Provinciale n. 131 del 07/11/2003*. Nuoro : s.n., 2003.

Provincia di Sassari. 2006. Piano Urbanistico Provinciale (PUP). *Delibera del Consiglio Provinciale n. 118 del 04/05/2006.* Sassari : s.n., 2006.

RAS. 2000. *Piano di tutela delle acque - Piano stralcio di settore del piano di bacino - linee generali.* 2000.

Regione Autonoma della Sardegna. 2006. D.R. "Disciplina degli scarichi delle acque reflue". Cagliari : s.n., 2006.

— **2004.** *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Relazione Generale.* Cagliari : s.n., 2004.

Regione Sardegna. 2006. Piano Paesaggistico Regionale (PPR). *D.P.R. n. 82 del 7 settembre 2006.* Cagliari : s.n., 2006.

— **2007.** Piano Regionale dei Trasporti (PTR) Schema preliminare. *D.G.R. n. 30/44 del 02/08/2007 / Legge regionale n. 21 del 7 dicembre 2005.* Cagliari : s.n., 2007.

— **2021.** Piano Regionale di Gestione Rifiuti. *Allegato alla D.G.R. n. 1/21 dell'8 gennaio 2021.* Cagliari : s.n., 2021.

— **2022.** Piano regionale di previsione, prevenzione lotta attiva contro gli incendi boschivi. *D.G.R. n. 18/54 del 10 giugno 2022.* Cagliari : s.n., 2022.

— **2015.** Piano regionale di qualità dell'aria ambiente. *D.G.R. n. 52/19 del 10 dicembre 2015.* Cagliari : s.n., 2015.

Rete di Informazione Contabile Agricola (RICA). 2022. Produzioni Standard (PS). *RICA / CREA.* [Online] 30 giugno 2022. <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>.

Sardegna Clima Onlus. 2010. Mappa delle temperature medie della Sardegna su base climatologica 1981-2000. *LA TEMPERATURA IN SARDEGNA.* 2010.

Scoppola, A. e Scampinato, G. 2005. *Atlante delle specie a rischio di estinzione. Versione 1.0. CD-Rom allegato al volume: Scoppola A. & Basi C. (EDS.), Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia.* Roma : Palombi Editori, 2005.

SNPA. 2022. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2022. *Report SNPA 32 | 2022.* s.l. : ISPRA, luglio 2022. Vol. 32/2022.

— **2020.** Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale. *Linee Guida SNPA | 28/2020.* Roma : SNPA Editoria, 2020. Vol. 28. 978-88-448-0995-9.

Stucchi, M., Meletti, C. e Montaldo, V. 2007. Progetto DPC-INGV S1. *Valutazione standard (10%, 475 anni) di amax (16mo, 50mo e 84mo percentile) per le isole rimaste escluse nella fase di redazione di MPS04.* . [Online] 2007. <http://esse1.mi.ingv.it/d1.html>.

Taramelli, A. 1940. Carte archeologiche della Sardegna. *Reprint a cura di A. Moravetti.* 1940.

U.S. Soil Survey Staff. 1988. *Keys to Soil Taxonomy.* Washington D.C. : SMSS Technical Monopgraphy, 1988.

Worldwide bioclimatic classification system. Rivas-Martinez, Salvador, Rivas Saenz, Salvador e Penas, Angel. 2011. 1, 2011, Global geobotany, p. 1-634 + 4 maps.