

# REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "MARRUBIU" DI POTENZA 57,60 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

## COMUNE DI MARRUBIU (OR)

### SINTESI NON TECNICA

**Committente:** IBERDROLA RENOVABLES ITALIA SPA



**Località:** COMUNE DI MARRUBIU (OR)

Cagliari, 06/2024

**STUDIO ALCHEMIST**

Via Isola Pantelleria 12 - 09126 Cagliari (CA)



## Sommario

1. PREMESSA .....	3
1.1 RICHIEDENTE.....	3
1.2 TIPOLOGIA DELL'OPERA.....	3
1.3 LOCALIZZAZIONE DEL SITO .....	6
1.3.1 INDAGINE GEOLOGICA-GEOTECNICA.....	11
1.3.2 INDAGINE AGRONOMICA .....	20
1.3.3 INDAGINE BOTANICA.....	25
1.3.4 INDAGINE FAUNISTICA .....	29
1.3.5 INDAGINE ARCHEOLOGICA.....	35
1.3.6 QUADRO NORMATIVO .....	44
2. IMPIANTO .....	51
2.1 ALTERNATIVE PROGETTUALI .....	51
2.2 FASE DI CANTIERIZZAZIONE.....	60
2.3 FASE DI ESERCIZIO.....	64
2.4 FASE DI DISMISSIONE.....	67
3. MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	74
4. ANALISI COSTI-BENEFICI .....	76
5. CONCLUSIONI .....	80

## 1. PREMESSA

La presente relazione fa parte del progetto esecutivo “**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA DENOMINATO “MARRUBIU” DI POTENZA 57,60 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN – COMUNE DI MARRUBIU.**”

### 1.1 RICHIEDENTE

La società proponente del progetto è **IBERDROLA RENEWABLES ITALIA SPA con P.IVA 06977481008 e C.F. 06977481008, sede legale in Roma (RM) Piazzale dell’industria 40, CAP 00144.**

Da anni si occupa dello sviluppo di impianti da fonte rinnovabile e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili.

Iberdrola è un'azienda spagnola specializzata nella produzione, distribuzione e commercializzazione di energia elettrica e gas naturale. La direzione generale della società è situata a Bilbao, in Spagna. Con una presenza in Spagna, Portogallo, Italia, Germania, Francia, Regno Unito, Stati Uniti e Messico, Iberdrola cerca di offrire soluzioni personalizzate per i clienti in tutto il mondo, promuovendo in questo modo la transizione verso un futuro green.

La documentazione è stata predisposta dallo Studio Alchemist S.r.l., con sede in via Pantelleria 12 a Cagliari, alla firma dell’Ing. Stefano Floris iscritto all’Albo degli Ingegneri della Provincia di Cagliari al n. 5777, in qualità di Consulente Tecnico e responsabile del progetto.

### 1.2 TIPOLOGIA DELL’OPERA

L’intervento contempla la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a **57.597,12 kWp** per la produzione di energia elettrica posato sul terreno livellato mediante l’installazione di inseguitori solari.

Le distanze definite dalle indicazioni del piano urbanistico sono state rispettate, sia nel caso di confine con strada che con altri lotti; l’impianto è stato posizionato mantenendo le fasce di rispetto lungo tutti i suoi confini.

Il passaggio all’interno dell’area è possibile sia lungo i confini, in quanto è stata definita una distanza di 14 metri, sia all’interno dell’area in quanto la distanza tra i pannelli di un tracker e quelli del tracker immediatamente più prossimo è di 5,2 m. Sono state previste delle strade per facilitare la percorrenza del sito, una che percorre l’intero perimetro dell’impianto, e le rispettive in corrispondenza delle cabine di campo. Eventuali linee elettriche di bassa tensione presenti nell’area di progetto verranno spostate o interrate prima della realizzazione dell’impianto.

È stata calcolata la superficie coperta totale, considerando le dimensioni di un pannello Canadian Solar da 720 W, pari a 2,384 m x 1,303 m:

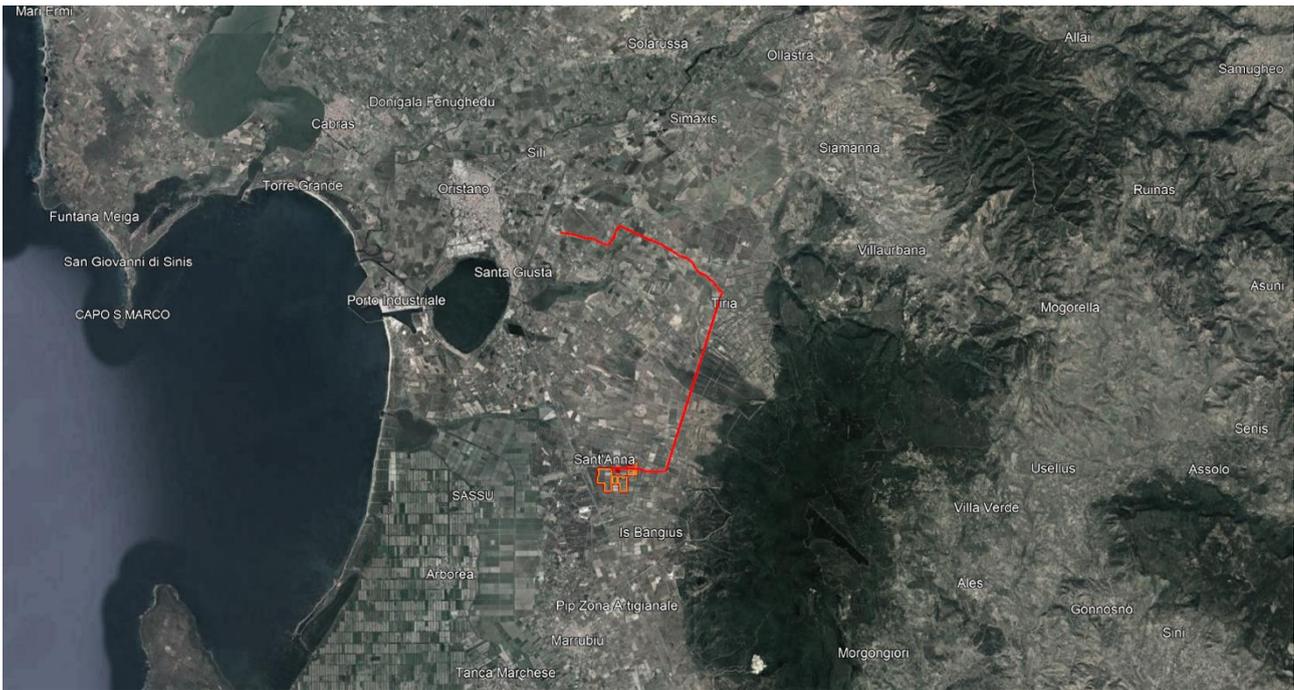
- per le strutture **tracker da 28x2** moduli si hanno delle superfici coperte di **173,96 m<sup>2</sup>**
- per le strutture **tracker da 14x2** moduli si hanno delle superfici coperte di **86,98 m<sup>2</sup>**.

I tracker risultano 1.411 da 28x2 pannelli (245.457,56 m<sup>2</sup>) e 35 da 14x2 pannelli (3.043,25 m<sup>2</sup>), per un **totale di 248.500,81 m<sup>2</sup> coperti** su una superficie totale del lotto è di circa 81,77 ha.

<b>MODULI CANADIAN SOLAR</b>		
	STRUTTURE DA 28x2 MODULI	STRUTTURE DA 14x2 MODULI
SUPERFICIE SINGOLO TRACKER	173,96 m <sup>2</sup>	86,98 m <sup>2</sup>
NUMERO TRACKER	1411	35
SUPERFICIE TOTALE	<b>245.457,56 m<sup>2</sup></b>	<b>3.043,25 m<sup>2</sup></b>
<b>SUPERFICIE TOTALE COPERTA</b>	<b>248.500,81 m<sup>2</sup> (24,50 ha)</b>	
<b>SUPERFICIE TOTALE LOTTO</b>	<b>817.693 m<sup>2</sup> (81,77 ha)</b>	

*Calcolo delle superfici*

Nella progettazione è stata inserita anche un'opera di mitigazione dell'impatto visivo e inserimento di essenze arboree lungo tutta la superficie a confine e le aree non utilizzate per l'impianto o le strutture strettamente connesse.



*Inquadramento su Google Earth*



*Inquadramento su carta tecnica regionale.*



*Stato di fatto dell'area di progetto*

### 1.3 LOCALIZZAZIONE DEL SITO

La scelta dell'area di intervento è stata supportata per i seguenti fattori:

- **morfologia** tendenzialmente piana del terreno nelle aree in cui verrà posizionato l'impianto, che riduce notevolmente la movimentazione di terra e che favorisce una installazione dei pannelli in grado di assecondare e confermare quasi ovunque l'attuale andamento piano altimetrico;
- ottima **esposizione** per un rendimento efficiente dell'impianto;
- **geomorfologia** dei suoli che permette l'infissione di strutture in acciaio zincato, evitando l'utilizzo di plinti di fondazione in calcestruzzo;
- l'**accessibilità** al sito è favorita dalla posizione rispetto alla strada che da accesso all'area di impianto
- **la disponibilità dei terreni.**

Dal punto di vista topografico, l'area in esame risulta inclusa nella cartografia catastale:

- Fig. 1 del Comune di **Marrubiu**, particelle 190, 198, 200, 204, 205, 229, 235, 1060, 1064, 237, 992, 755, 239, 765, 764, 752, 743, 223, 744, 254, 241, 243, 1059, 1061, 1062, 1063, 742, 731, 760, 761, 769, 770, 1410, 1411, 225, 202, 196, 192, 194, 188, 197, 199, 206, 208, 754, 753, 210, 207, 189, 218, 1102, 203, 201, 1058, 1057;
- Fig. 2 del Comune di **Marrubiu**, particelle 661, 663, 240, 608, 235, 378, 385, 658, 664, 610;
- Fig. 6 del Comune di **Marrubiu**, particelle 212, 214.

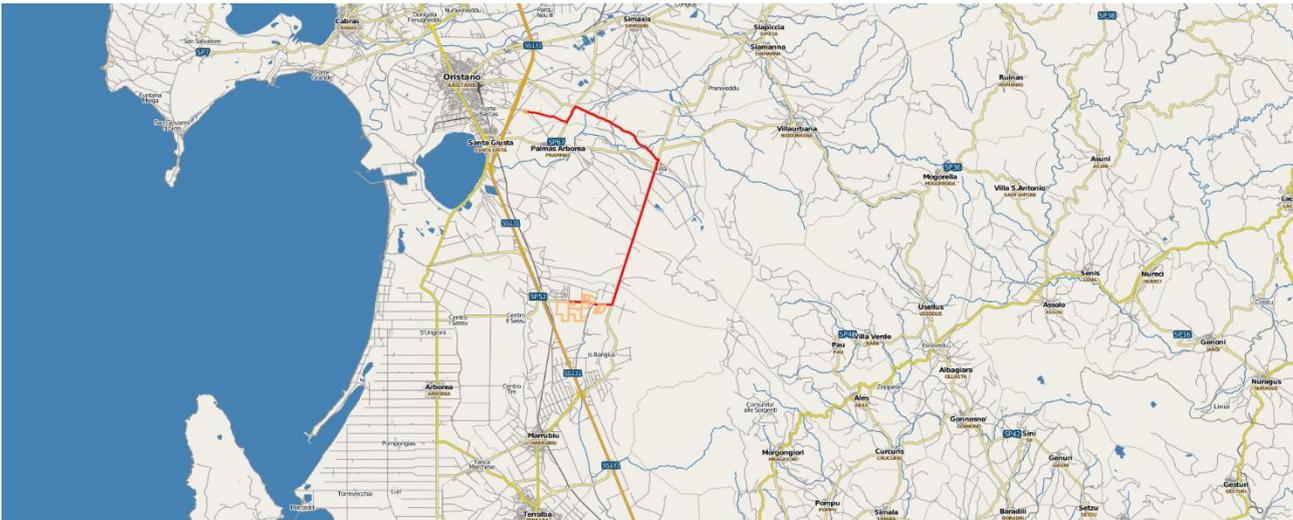
I terreni sono localizzati catastalmente nella ZONA AGRICOLA E2 e in ZONA DI TUTELA H, quest'ultima non interessata dall'installazione dei pannelli, secondo quanto documentano i Certificati di Destinazione Urbanistica (CDU).

Il sito interessato alla realizzazione dell'impianto, si trova ad un'altitudine media di circa 30 m s.l.m..

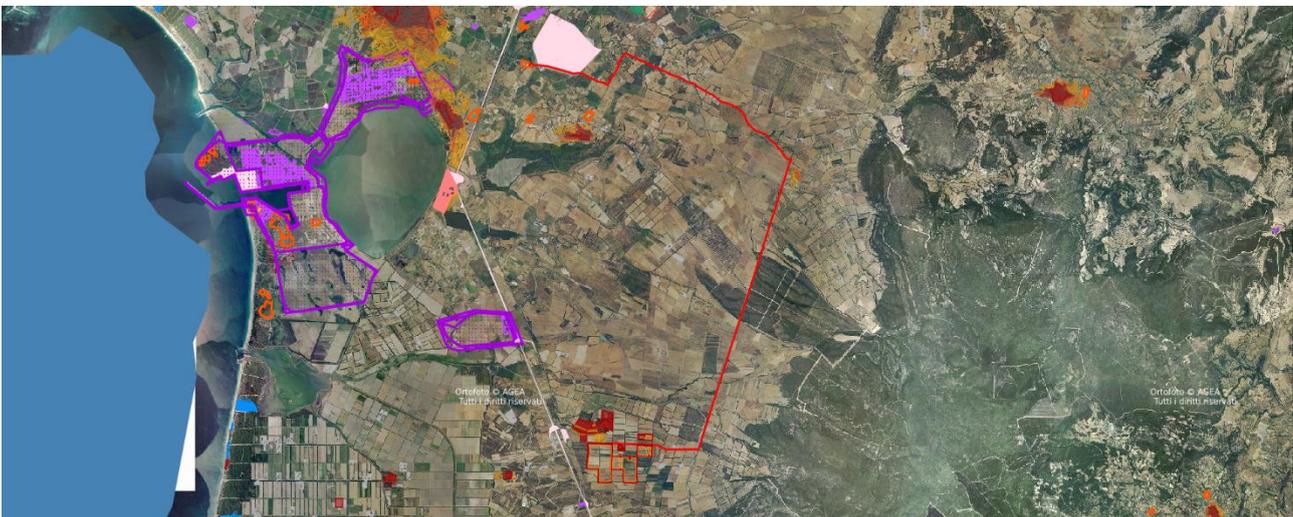
Vertice superiore sinistro	39°48'54.84"N
	8°39'49.29"E
Vertice inferiore destro	39°48'6.43"N
	8°39'3.58"E

Il sito ricopre un'area lorda di 81,77 Ha e disterà circa :

- Pochi metri lineari dalla frazione di Sant'Anna, territorio comunale di Marrubiu;
- 1.5 km lineare dalla frazione di Is Bangius, territorio comunale di Marrubiu;
- 3.5 km lineari dalla frazione Centro Tre, territorio comunale di Marrubiu;
- 5 km lineari dall'insediamento urbano di Marrubiu
- 6 km lineari dal centro di Arborea
- 7 km lineari dalla frazione di Tiria, territorio comunale di Palmas Arborea;
- 7.5 km lineari da Santa Giusta.



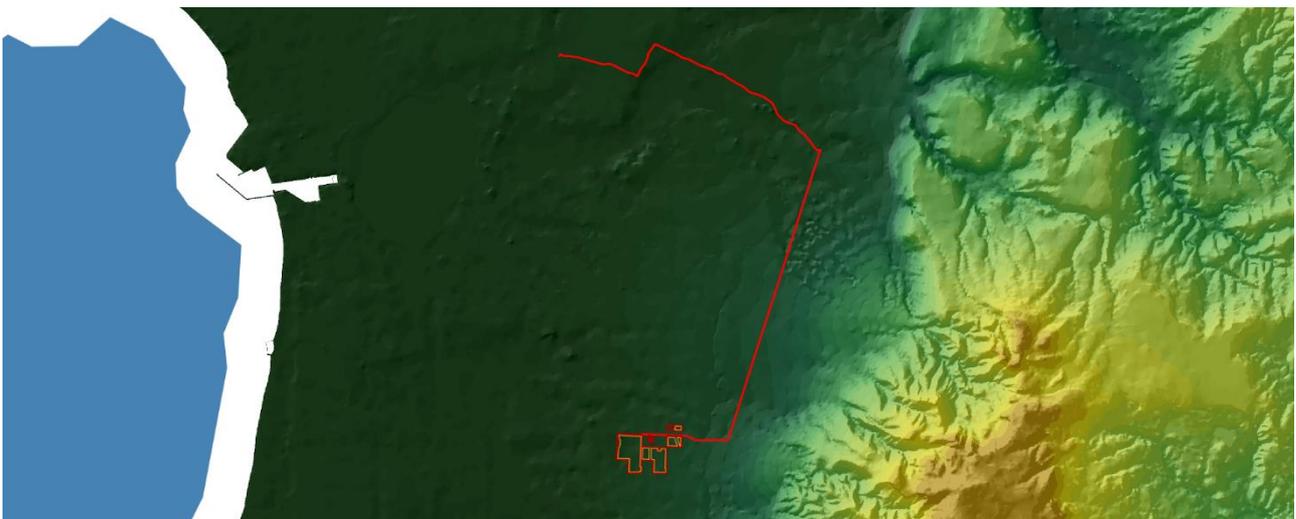
*Inquadramento su stradario dell'area di impianto e cavidotto*



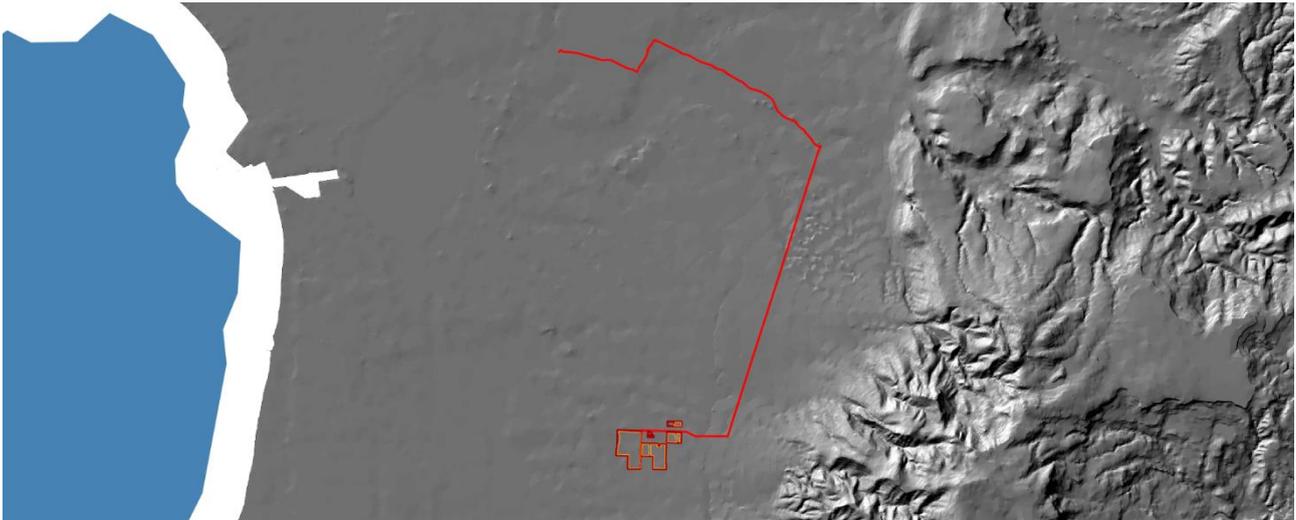
*Componente insediativa, area vasta e zoom su sito di intervento.*



*Componente assetto ambientale, area vasta e area di progetto.*



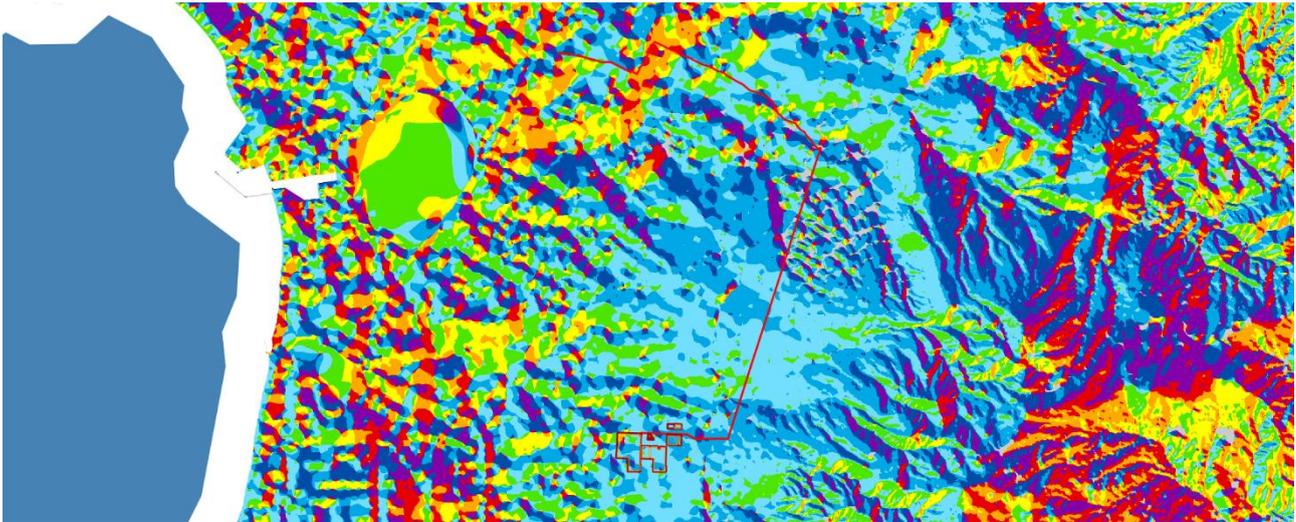
*Altimetria (10 m) del sito da Sardegna Mappe.*



*Ombreggiatura (10 m) del sito da Sardegna Mappe.*



*Acclività percentuale (10m) del sito da Sardegna Mappe.*



*Esposizione (10m) del sito da Sardegna Mappe.*



*Inquadramento con foto aerea*

### **1.3.1 INDAGINE GEOLOGICA-GEOTECNICA**

Dal punto di vista geologico, l'area di progetto è interna al Golfo di Oristano, tra le piattaforme basaltiche di Capo San Marco e Capo Frasca e la pianura del Campidano. I principali eventi strutturali sono riconducibili essenzialmente:

- alla fase di rifting Sardo, tra l'Oligocene superiore e il Burdigaliano inferiore,

- alla formazione del Graben del Campidano nel Plio-Pleistocene.

Risale al Terziario, tra l'Eocene e l'Oligocene, lo stravolgimento del massiccio sardo-corso che distaccandosi dal margine continentale europeo, fu interessato da intensi fenomeni tettonici quale formazione di una vasta depressione tettonica allungata da nord a sud fra il Golfo dell'Asinara e quello di Cagliari, poi colmata dai sedimenti della trasgressione miocenica e vulcaniti terziarie. Il substrato geologico del Golfo di Oristano è costituito da una successione di terreni e rocce della serie marina miocenica, rappresentata da argille, marne e calcari su cui poggiano, localmente, gli espandimenti basaltici del Plio-Pleistocene ben visibili a est dell'area, nei territori collinari confinanti a est con Villaurbana.

In sintesi, in tutto l'areale del Golfo di Oristano si possono distinguere:

- depositi marini pleistocenici, come la "*Panchina Tirreniana*", i "*Calcari a cardium*";
- depositi eolici,
- depositi fluviali con alluvioni terrazzate antiche e recenti.

Nella nostra area vasta di interesse possiamo distinguere 3 unità differenti di paesaggio:

1. **Paesaggio delle vulcaniti del Monte Arci:** rilevabile nella zona orientale, e comprende una parte del complesso vulcanico del Monte Arci. Il margine occidentale della zona è segnato da una struttura tettonica che ne disloca, ribassandola, una parte importante, oggi giacente sotto i sedimenti della conoide che si sviluppa a partire dalla zona di Tiria.
2. **Paesaggio delle alluvioni antiche e delle conoidi di deiezione:** lo rileviamo nella zona orientale e comprende le alluvioni terrazzate antiche che appaiono sopraelevate rispetto al resto della piana di base, con un andamento movimentato a pendenze accentuate. I processi fluviali hanno influenzato i caratteri dei sedimenti alluvionali, originando durante i periodi climatici caratterizzati da elevata piovosità (Villafranchiano – MISS 1/2) depositi ciottoloso-sabbiosi molto potenti, con elementi litoidi provenienti da rocce paleozoiche della valle del Tirso.
3. **Paesaggio delle alluvioni recenti:** Le alluvioni recenti sono caratterizzate da sabbie con ghiaie in una matrice argillosa, e rappresentano gli ultimi depositi dei processi morfogenetici dei letti di piena attuali, la cui estensione è da porre in relazione con le fasi erosive, successive alla messa in posto delle alluvioni antiche, che hanno prodotto l'incisione dell'attuale alveo. Si rilevano solchi di ruscellamento concentrato che interessano sia le zone più acclivi, sia le zone con profonde incisioni nel corpo della conoide e alluvioni antiche a causa della significativa pendenza dei versanti, con presenza di litologie tenere di facile asportazione.

Si è quindi detto che il sito interessato alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "*Marrubiu*", in prossimità della frazione di Sant'Anna, ricopre un'area lorda di 81,77 Ha, situata all'interno del territorio Comunale di Marrubiu, nella località Masongius ai piedi del Monte Arci.

In particolare, l'area sensibile ricade a sud della zona di Tiria, a est dell'estesa superficie stagnale di Cabras. Quest'ultima occupa una vasta depressione separata dal mare dallo Stagno di Mistras e da una lingua di terra litologicamente costituita da arenarie del Tirreniano.

Il nostro areale è il risultato della progressiva colmata della fossa tettonica terziaria, operata, in fasi diverse, dalle alluvioni antiche e recenti del fiume Tirso e degli altri corsi minori e dai con di deiezione alla base dei rilievi che bordano la valle. Presenta pendenze deboli e dislivelli poco significativi, ed è caratterizzato da forme piatte, poco articolate, talora depresse, appena movimentate nel settore orientale dalle incisioni che interessano le basse colline bordanti le prime propaggini del Monte Arci.

Nel complesso, l'intera area denota modeste forme con quote variabili da 23/25mt a 45/50m.

Tenuto conto della scarsa energia del rilievo i processi morfogenetici più significativi sono quelli fluviali e di dilavamento dei versanti, nonché quelli relativi all'attività antropica.

Intorno agli stagni costieri nella penisola del Sinis e nel golfo di Oristano, affiorano i "*calcarei a cardium*", rappresentando antichi stagni quaternari. La formazione degli stagni costieri che caratterizzano l'ambito di paesaggio è legata alle oscillazioni del livello del mare durante il Quaternario, responsabili sia della migrazione dei sistemi di spiaggia sia delle divagazioni ed esondazioni fluviali nell'entroterra. L'attuale stagno di Santa Giusta occupa una depressione di origine fluviale, una paleovalle incisa durante il Last Glacial Maximum, circa 75.000 anni fa, quando il mare si collocava a circa meno 120 metri rispetto al livello attuale, successivamente colmata dai depositi sedimentari marini dell'ultima trasgressione olocenica e soprattutto da recenti apporti terrigeni. Lo stesso vale per il fiume Tirso, che con alluvioni sabbiose, limoso-argillose e ciottolose, ha colmato durante l'Olocene l'antica paleovalle scavata nel periodo wurmiano, determinando la formazione dell'attuale pianura costiera e alluvionale del Campidano di Oristano.

Il territorio Comunale di Marrubiu appartiene all'U.I.O. (Unità Idrografica Omogenea - PTA) del Mannu di Pabillonis – Mogoro: sub bacino 2 del Tirso. L'U.I.O. del Mannu di Pabillonis – Mogoro ha un'estensione di circa 1710,25 Km<sup>2</sup>. Essa comprende oltre ai due bacini principali, quello dei Flumini Mannu di Pabillonis e quello del Rio Mogoro Diversivo, una serie di bacini costieri che interessano la costa sud - occidentale della Sardegna a partire dal Golfo di Oristano sino ad arrivare a Capo Pecora, nel comune di Buggerru. La U.I.O. è delimitata a sud dalle pendici settentrionali del massiccio del Linas-Marganai, a nord e a est dalla fossa del Campidano, mentre a ovest troviamo la fascia costiera. Le quote variano da 0 m s.l.m. nelle aree costiere ai 1236 m s.l.m. di Punta Perda de Sa Mesa nel massiccio del Linas.

La suddivisione in classi di permeabilità è stata effettuata, utilizzando come base di partenza le caratteristiche geologiche delle formazioni presenti.

I terreni rilevati, in base alle caratteristiche geolitologiche, con particolare riferimento alla capacità d'assorbimento possono essere suddivisi in:

- Grado di permeabilità alto= valori di K (M/S) superiori a  $10^{-3}$
- Grado di permeabilità medio= valori di K (M/S) compresi tra  $10^{-3}$  -  $10^{-5}$
- Grado di permeabilità basso= valori di K (M/S) compresi tra  $10^{-5}$  -  $10^{-7}$
- Grado di permeabilità molto basso= valori di K (M/S) compresi tra  $10^{-7}$  -  $10^{-9}$
- Grado di permeabilità impermeabile= valori di K (M/S) minori di  $10^{-9}$

La classificazione dei terreni oggetto di studio, in base alle caratteristiche geolitologiche, con particolare riferimento alla capacità d'assorbimento possono essere considerati come appartenenti:

Classe 1 → Permeabilità alta/medio alta permeabilità, localmente medio bassa: depositi di versante (talora parzialmente cementati), di frana e colluviali del Quaternario Olocenico, depositi antropici, depositi lagunari sabbiosi. Vi appartengono quei terreni a buona circolazione idrica. Sono costituiti prevalentemente da coperture detritiche di versante e/o di frana e da coltri eluvio-colluviali allo stato sciolto o semicoerente. La permeabilità è medio-alta in corrispondenza di sedimenti ciottoloso-sabbiosi poco costipati, localmente bassa in corrispondenza dei depositi colluviali detritici in abbondante matrice siltoso-argillosa [ $10^{-5} \leq K_m/s \leq 10^{-2}$ ]. Il materiale di riporto, costituito da livelli eterogenei e diversamente addensati, prevalentemente sabbioso-ghiaiosi limosi con ciottolame, presenta una permeabilità per porosità variabile, da medio-bassa a bassa.

Classe 2 → Permeabilità medio-alta / bassa permeabilità: sedimenti alluvionali e/o terrazzati (bn, b), le ghiaie e sabbie alluvionali terrazzate (PVM) a clasti di rocce paleozoiche, le arenarie eoliche, i conglomerati a ciottoli e arenarie. Vi appartengono i sedimenti a matrice arenacea-sabbiosa, le arenarie da grossolane a siltose, presentano permeabilità media, dovuta essenzialmente alla porosità interstiziale dei sedimenti e localmente bassa subordinatamente alla circolazione idrica per fratture, nei livelli cementati [ $10^{-7} \leq K_m/s \leq 10^{-3}$ ].

Classe 3 → Permeabilità bassa / scarsa: litologie vulcaniche del Terziario/Quaternario.

Vi appartengono i tipi litoidi coerenti, come i basalti diversamente fratturati soprattutto lungo le cornici dei plateaux, scarsamente permeabili. L'alto grado di impermeabilità è dato dalla compattezza della roccia e/o sedimento che, localmente a seguito della fessurazione, consente una bassa permeabilità alle acque meteoriche [ $10^{-9} \leq K_m/s \leq 10^{-7}$ ].

## **PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.**

L'insieme dei fenomeni geologici e dei loro effetti su una determinata zona rappresenta quella che si definisce la pericolosità geologica, che comprende i fenomeni naturali quali ad esempio le frane, le alluvioni, i terremoti, le eruzioni vulcaniche ect. Nella fattispecie in questione, il quadro normativo

di riferimento della Regione Sardegna disciplina la pericolosità idrogeologica e la pericolosità sismica.

## **PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA.**

In riferimento al rischio idrogeologico la Regione Sardegna ha elaborato dei piani cui bisogna rapportarsi per qualsiasi opera e/o intervento da realizzarsi.

- Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), elaborato dalla Regione Sardegna ai sensi della L. 18.05.1989 n. 183 e dalla L. 03.08.1998 n. 267, approvato con D.P.G.R. n. 67 del 10.07.2006 e aggiornato con D.P.G.R. 148 del 26.10.2012, è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

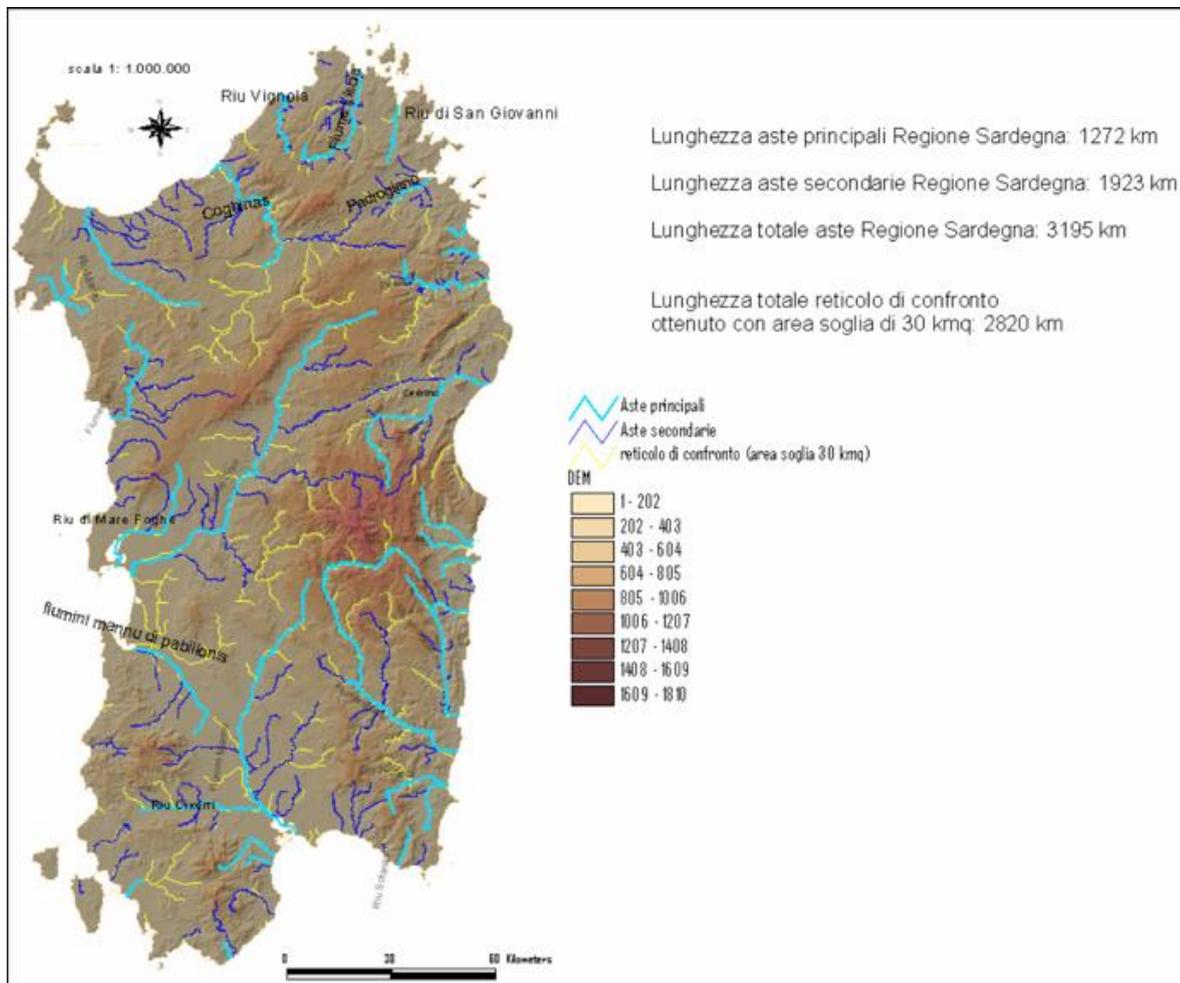
- Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) approvato definitivamente dal Comitato istituzionale con Delibera n.2 del 17.12.2015, è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali; costituisce un approfondimento ed una integrazione del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

- Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA): il Piano è redatto in ottemperanza alle previsioni del D.Lgs. 23 febbraio 2010, n.49 avente a oggetto "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni". Oltre ai riferimenti normativi, sono stati redatti a livello nazionale e comunitario numerosi documenti tecnici che riportano linee guida e indirizzi applicativi finalizzati a supportare le Autorità di Bacino nella redazione dei Piani di gestione del rischio di alluvione.

Sulla base di quanto disposto dalla normativa P.A.I per il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Sardegna "Allegato E/F" (criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica di cui agli articoli 24/25 delle norme di attuazione del PAI Titolo III cap. I), si è proceduto a verificare se nell'area è presente questo tipo di vincolo. Dall'osservazione diretta della perimetrazione Regionale delle aree a pericolosità idraulica e frana (Hi e Hg), sub bacino 2 del Tirso, si evince che il sito interessato dagli interventi previsti in progetto, si trova in un'area (PAI/PGRA/PSFF Rev. Dic. 2023) a pericolosità da frana (Hg) e pericolosità idraulica (Hi) assente. Si precisa che una minima parte dell'area, in prossimità del Rio De S'Erba, è lambita da pericolosità idraulica (Hi1  $\square$  Hi4), senza interessare l'area netta dove insistono le strutture.

In sintesi, non esistono condizioni attuali in cui l'attività in oggetto possa interferire con la geologia e l'idrologia del settore. Da quanto su esposto si evince che la struttura in progetto non aumenta il livello di

rischio idraulico poiché non comporta ostacolo al naturale deflusso delle acque superficiali e sotterranee nell'area.



*Corsi d'acqua dei bacini Sardi.*



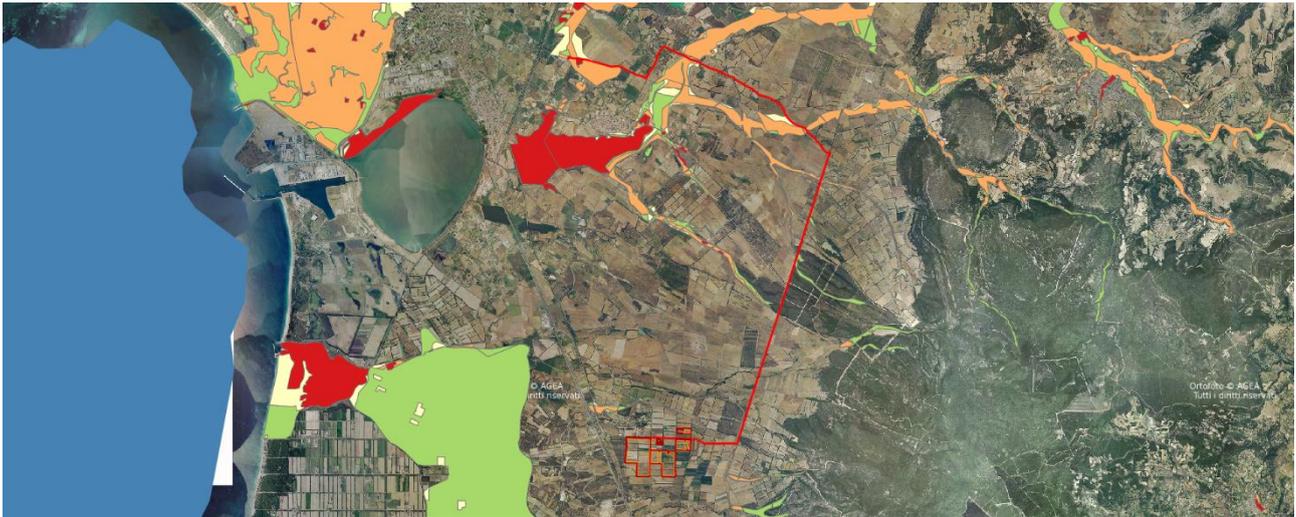
- HI\* - (Aree da modellazione 2D con  $V_p \leq 0,75$ )
- HI0 - P0 (Tratto studiato nel quale la piena risulta contenuta all'interno delle sponde per tutti i Tr)
- HI1 - P1 (Aree a pericolosità idraulica Moderata o Fascia geomorfologica)
- HI2 - P2 (Aree a pericolosità idraulica Media)
- HI3 - P2 (Aree a pericolosità idraulica Elevata)
- HI4 - P3 (Aree a pericolosità idraulica Molto elevata)

*Estratto PAI – Pericolo idraulico (HI0).*



- Hg0 - (Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi)
- Hg1 - (Aree a pericolosità da frana Moderata)
- Hg2 - (Aree a pericolosità da frana Media)
- Hg3 - (Aree a pericolosità da frana Elevata)
- Hg4 - (Aree a pericolosità da frana Molto elevata)

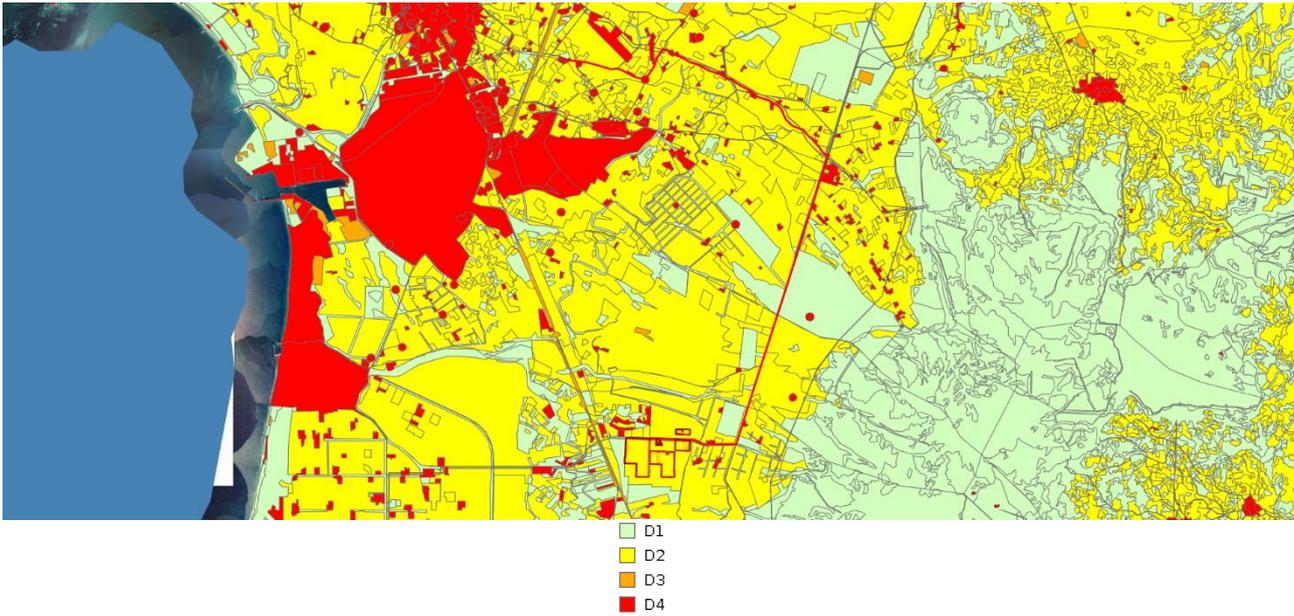
*Estratto PAI - Pericolo Geomorfologico (Hg0).*



- Ri0 - (Aree a rischio Nullo)
- Ri1 - (Aree a rischio Moderato)
- Ri2 - (Aree a rischio Medio)
- Ri3 - (Aree a rischio Elevato)
- Ri4 - (Aree a rischio Molto elevato) *Estratto PAI – Rischio idraulico (Ri0).*



- Rg0 - (Aree a rischio Nullo)
  - Rg1 - (Aree a rischio Moderato)
  - Rg2 - (Aree a rischio Medio)
  - Rg3 - (Aree a rischio Elevato)
  - Rg4 - (Aree a rischio Molto elevato)
- Estratto PAI – Rischio geomorfologico (Rg0).*



*Estratto PAI – Danno potenziale (D2).*

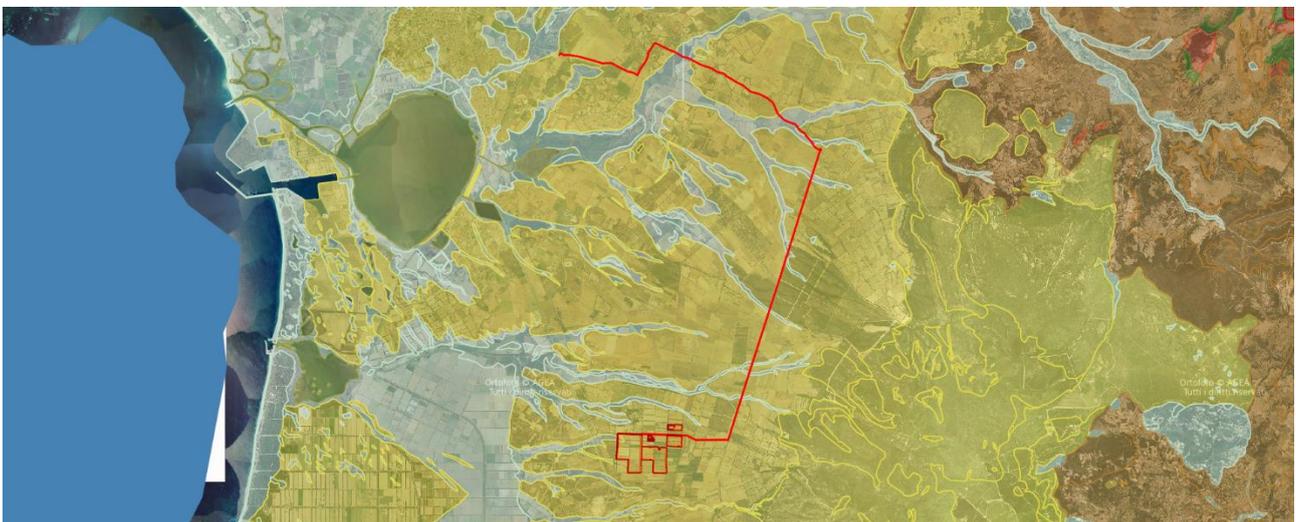
In quanto il rischio idrogeologico non è costituito soltanto dalla presenza di instabilità di tipo idraulico, si è verificata tramite analisi delle carte litologiche, geologiche e di permeabilità la possibilità di procedere con il presente progetto.



*Carta della permeabilità del suolo (AP: Permeabilità media alta per carsismo e fratturazione).*



*Carta litologica (C2.2 – Depositi carbonatici marini).*



*Carta Geologica (Calcareniti)*

## 1.3.2 INDAGINE AGRONOMICA

### 1.3.2.1 ANALISI DELLE TIPOLOGIE AMBIENTALI (USO DEL SUOLO).

I suoli sono, come già anticipato, sono il risultato della interazione di sei fattori naturali, substrato, clima, morfologia, vegetazione, organismi viventi, tempo. La conoscenza delle caratteristiche fisicochimiche dei suoli rappresenta pertanto uno degli strumenti fondamentali nello studio di un territorio. L'obiettivo della pedologia è pertanto duplice:

conoscenza dei processi evolutivi dei suoli che si estrinseca con l'attribuzione del suolo, o dei suoli, ad un sistema tassonomico o in una classificazione;

valutazione della loro attitudine ad un determinato uso o gruppo di usi al fine di ridurre al minimo la perdita di potenzialità che tale uso e l'utilizzazione in genere comporta.

Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come Agricultural Land Capability Classification (LCC). Tale metodologia è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi note.

La LCC si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare, e la valutazione non tiene conto dei fattori socio-economici. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti, ovvero che non possono essere risolte attraverso appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.) e nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte le pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo.

Le limitazioni alle pratiche agricole derivano principalmente dalle qualità: relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso, intensità delle limitazioni e rischi per il suolo e intensità d'uso del territorio intrinseche del suolo ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente biotico ed abiotico in cui questo è inserito.

La LCC prevede tre livelli di definizione: classe, sottoclasse ed unità. Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni.

Il suolo in esame ricade, secondo la Carta dei Suoli della Sardegna, nell'unità di paesaggio e substrati Area "I", ossia "Paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene e più precisamente nell'unità cartografica 26" secondo la classificazione U.S.D.A. Soil Taxonomy-1988; "Haplic Nitosols" secondo la classificazione "F.A.O. – 1988".

Si tratta di aree tipiche dei distretti pianeggianti e subpianeggianti (Campidano, Cixerri, Ottana, Nurra, piana del Coghinas, pianure costiere) con prevalente utilizzazione a pascolo naturale, prato pascolo, foraggere e, nelle aree più drenate, colture agrarie arboree anche irrigue. Si tratta di suoli caratterizzati da un'evoluzione molto spinta, con formazione di profili A-Bt-C e A-Btg-Cg, ossia con orizzonti argillici ben evidenziati. La tessitura varia in genere da franco-sabbiosa a franco-sabbiosa-argillosa in superficie, da francosabbiosa-argillosa ad argillosa in profondità. La struttura va da poliedrica angolare a subangolare; i terreni sono profondi, permeabili, caratterizzati da moderata erodibilità, si riscontra assenza dicarbonati. La reazione in genere è subacida o acida, con scarsa sostanza organica, medio-bassa capacità di scambio cationico; si tratta di terreni per lo più saturi.

Sempre secondo la Carta dei Suoli della Sardegna, questi suoli sono classificati nella III-IV classe di capacità d'uso. Questi suoli sono caratterizzati da alcune limitazioni che possono influire negativamente nelle fasi colturali ed in particolare eccesso di scheletro, lento drenaggio generale, moderato pericolo di erosione.

## **OPERE PRELIMINARI**

Prima della realizzazione dell'impianto agrivoltaico, sarà necessario dismettere, totalmente o parzialmente, alcune alberate di Eucalipto, di seguito definite "Linee", distinte in Linee di orientamento spaziale topografico Nord-Sud (linee orizzontali) e Linee Est-Ovest (linee verticali), delimitanti i lotti contrassegnati da numerazione sopraccitati, per una fascia complessiva di 5.500 metri lineari; le linee perimetrali confinanti con aree esterne alla superficie di progetto (comprese servitù, strade, etc.) verranno valutate singolarmente per un potenziale abbassamento delle chiome e/o eradicazione con relativa sostituzione mediante specie vegetali autoctone.

Attualmente, trattandosi di una new-Co in fase di start-up, non esiste un piano colturale, se non il sopra citato assetto, condotto dalle aziende preesistenti. La situazione attuale pertanto suggerisce di programmare ipotesi di coltivazione, legate sia alle caratteristiche fisiche e topografiche dell'area e del terreno ospitante, sia delle caratteristiche progettuali dell'impianto agri-voltaico in progetto, pertanto si seguiranno principi di coltivazione specifici, in relazione agli spazi a disposizione e agli ingombri, compatibilmente con le caratteristiche colturali delle essenze scelte.

Si asserisce che, indipendentemente dalle essenze coltivate, sono necessarie opere preliminari di preparazione del fondo, quali scasso e aratura profonda almeno 40-50 cm per poter ringiovanire e arieggiare il terreno, nonché apportare significative quantità di elementi nutritivi sia per quanto riguarda i macro che i micro nutrienti.

L'assetto delle superfici attuali, interessate dal progetto, è definito come segue:

TIPO SUPERFICI SUP. (Ha)

Superficie catastale aziendale complessiva 81,7693

Superficie totale coperta impianto\* 24,8500

Superficie netta colturale (SAU) 56,9193

\* si intende la superficie proiettata a terra, considerando inclinazione minima orizzontale dei pannelli fv a 0°

Il piano di coltivazione, compatibilmente con l'utilizzo di attrezzature meccaniche specifiche per dimensione ed ingombro, prevede quella di colture foraggere con spazi limitati alle interfile dei tracker; in questo caso, l'inerbimento tra le interfile sarà di tipo artificiale, ottenuto dalla semina di miscugli di specie autunno-vernine ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione.

In particolare si opterà per le seguenti specie:

- *Trifolium subterraneum* o *Trifolium alexandrinum* (comunemente detti trifoglio), o *Vicia sativa* (veccia) per quanto riguarda le leguminose;

- *Lolium multiflorum* var. *italicum* (loietto italico) o *Avena sativa* L. (avena) e Triticale per quanto riguarda legraminacee.

In ogni caso, l'esposizione delle coltivazioni seguirà l'orientamento Nord-Sud.

La produzione foraggera verrà interamente immessa nel mercato, prevalentemente o esclusivamente a mezzo vendita rotoballe in fasciato, soprattutto nella fase iniziale di start-up, non disponendo di attrezzature e strutture adeguate alla conservazione del prodotto, quali fienili e ricoveri mezzi.

Le lavorazioni verranno interamente condotte, almeno inizialmente, in conto terzi.

La superficie coltivata sarà suddivisa in settori in modo che, a rotazione, venga garantita la "messa a riposo" per un periodo non inferiore all'anno; questo per evitare fenomeni di "stanchezza" del terreno e garantire il mantenimento della fertilità del suolo secondo la buona pratica agronomica.

A tal proposito, l'intera superficie destinata al progetto verrà suddivisa in 4 distinte "Isole" di coltivazione, al fine di poter gestire al meglio i principi di rotazione culturale.



ISOLE					START DI COLTIVAZIONE
<b>ISOLA DI COLTIVAZIONE A</b>					<b>Consociazione di GRAMINACEE</b>
<b>Lotto 1</b>	<b>Lotto 2</b>	<b>Lotto 3</b>	<b>Lotto 4</b>	<b>Lotto 5</b>	
<b>Lotto 6</b>	<b>Lotto 7</b>	<b>Lotto 8</b>	<b>Lotto 9</b>	<b>Lotto 10</b>	
<b>ISOLA DI COLTIVAZIONE B</b>					<b>Consociazione di LEGUMINOSE</b>
<b>Lotto 12</b>	<b>Lotto 13</b>	<b>Lotto 14</b>	<b>Lotto 15</b>	<b>Lotto 16</b>	
<b>Lotto 17</b>					
<b>ISOLA DI COLTIVAZIONE C</b>					<b>Consociazione di LEGUMINOSE</b>
<b>Lotto 18</b>					
<b>ISOLA DI COLTIVAZIONE D</b>					<b>Consociazione di GRAMINACEE</b>
<b>Lotto 19</b>	<b>Lotto 20</b>				

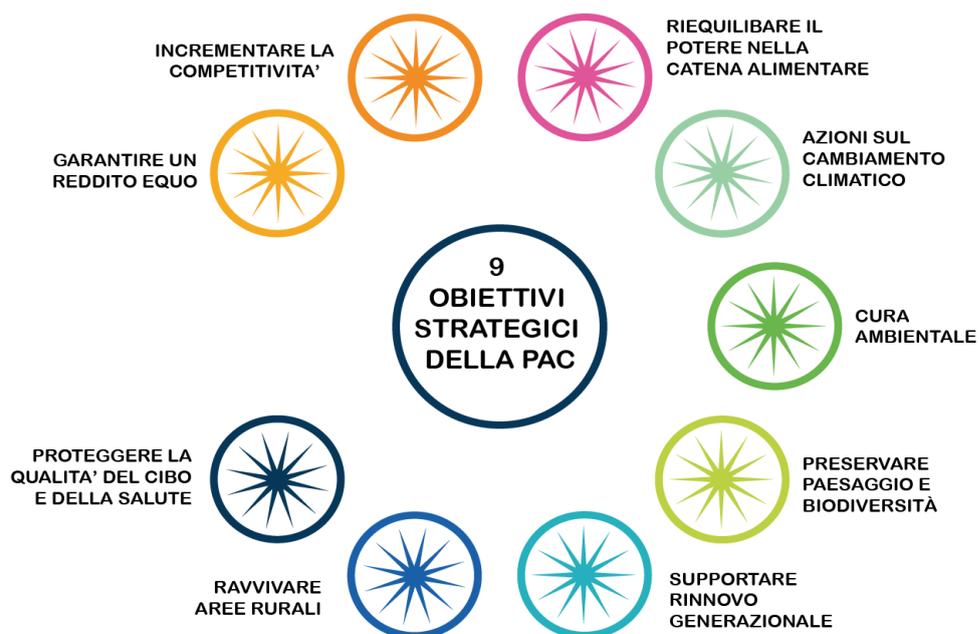
*Piano di coltivazione proposto*

Considerato che la superficie interessata occupata dai tracker ammonta a 24,85 Ha, con rapporto pari al 30,40% rispetto alla superficie del lotto lordo oggetto di intervento, la superficie effettivamente interessata dalla coltivazione, e comunque anche alla piantumazione di aree verdi di svago, mitiganti l'impatto visivo, sarà pari a 56,9193 Ha.

Si ricorda ad ogni modo che l'impianto in oggetto sarà classificato come impianto di tipo 2, secondo le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici del giugno 2022. Ciò implica che le coltivazioni saranno effettuate tra le file dei moduli fotovoltaici e non al di sotto di essi. Di conseguenza, non è previsto l'uso degli incentivi stabiliti dal Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Ad ogni modo, questi dati quasi soddisfano i requisiti fondamentali richiesti per il rispetto della Superficie minima per l'attività agricola, nel rispetto della definizione del parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agri-voltaico, richiamato anche dal Decreto Legge 77/2021, e cioè la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola; tale condizione deve essere rispettata infatti per tutta la vita tecnica dell'impianto agri-voltaico, garantendo di fatto la continuità delle pratiche agricole, garantendo che almeno il 70% della superficie complessiva sia comunque destinata all'attività agricola.



Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione agronomica allegata al presente progetto.



*Sintesi dei 9 obiettivi strategici della PAC – politica agricola comunitaria.*

### 1.3.3 INDAGINE BOTANICA

#### **Siti di Importanza Comunitaria secondo la Direttiva Habitat 92/43**

Il sito interessato dalla realizzazione degli interventi non ricade all'interno di Siti di interesse comunitario (pSIC, SIC e ZSC) ai sensi della Dir. 92/43/CEE "Habitat", Aree di notevole interesse botanico e fitogeografico ex art. 143 PPR o Aree Importanti per le Piante (IPAs).

L'area è localizzata a una **distanza minima di 5,4 km** dal perimetro della Zona Speciale di Conservazione (ZSC) ITB030037 "Stagno di Santa Giusta", **5,9 km** dalla ZSC ITB030033 "Stagno di Pauli Maiori", **6,1 km** dalla ZSC ITB030016 "Stagno di 'Ena arrubia e territori limitrofi".

#### **Alberi monumentali**

Sulla base dei più recenti elenchi ministeriali (quinto aggiornamento DD prot. n. 0490928 del 18/09/2023, pubblicato in G.U. n.227 del 28/09/2023), il sito di realizzazione dell'opera non risulta interessato dalla presenza di alberi monumentali ai sensi della Legge n. 10/2013 e del Decreto 23 ottobre 2014.

***Zone di Protezione Speciale secondo la Direttiva Uccelli 147/2009 (79/409)***

Il sito d'intervento non ricade all'interno di nessuna area ZPS, la più vicina della quali, denominata "Stagno di Pauli Majori", dista circa 5.9 km dall'area in esame.

***Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.N. Quadro 394/91 e secondo la L.N. 979/82 (Aree Marine Protette, ecc...)***

Non sono presenti nell'area in esame e in quella vasta tipologie di aree protette richiamate dalla L.N. 394/91.

***D.G.R. n.59/90 del 27.11.2020 – individuazione delle aree non idonee all'istallazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili.***

Le superfici lorde individuate per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricadono pressochè totalmente all'interno di "aree non idonee" classificate come zone d'importanza faunistica richiamate dalla norma di cui sopra.

***Localizzazione di Aree IBA (Important Bird Areas) quali siti d'importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna***

L'ambito lordo proposto, non ricade all'interno di nessuna aree IBA, la più vicina delle quali, denominata "Sinis e Stagni dell'Oristanese", dista circa 1.2 km dall'area in esame.

***Aree Protette (Parchi Regionali, Riserve Naturali, Monumenti Naturali ecc..) secondo la L.R. Quadro 31/89***

Il sito d'intervento non ricade all'interno di zone protette secondo le tipologie richiamate dalla L.R. 31/89, la più vicine delle quali è una Riserva Naturale denominata "Pauli Maiori" che dista circa 5.4 km dell'area dell'impianto fotovoltaico proposto.

***Istituti Faunistici secondo la L.R. 23/98 "Norme per la tutela della fauna selvatica e dell'esercizio dell'attività venatoria" (Oasi di Protezione Faunistica, Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura)***

Nessuna delle superfici proposte per l'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto ricade nell'ambito degli istituti richiamati dalla L.R. 23/98. Nell'area vasta prossima al sito proposto, sono presenti diverse tipologie di aree protette, la più vicina delle quali, una ZTRC (Zona Temporanea di Ripopolamento e Cattura) denominata "Pranu e Cerbus", dista 0.4 km dall'ambito in esame. Questo istituto faunistico è finalizzato in particolar modo alla tutela e gestione di specie d'interesse conservazionistico e venatorio quali la Pernice sarda, la Lepre sarda e il Coniglio selvatico.

Sono presenti inoltre diverse un'autogestite di caccia, in una delle quali, denominata Zuradili, vi ricade una parte dalle superfici proposte per l'ubicazione dell'impianto fotovoltaico; quest'ultima tipologia di area, regolamentata dalla norma di cui sopra, pur non essendo un'area protetta in quanto al suo interno si svolge l'attività venatoria riservata ai soli soci, è comunque fonte di informazione a livello locale circa la presenza-assenza di specie di interesse venatorio e conservazionistico come la pernice sarda e la lepre sarda.

L'intero progetto si sviluppa in contesto pianiziale, ai piedi dei settori pede-collinari occidentali del rilievo del Monte Arci, in corrispondenza di territori fortemente trasformati da attività antropiche tra le quali si distinguono le utilizzazioni a fini agro-zootecnici, avvantaggiate da pregressi ed altamente impattanti interventi di trasformazione fondiaria collettiva (bonifica e fondazione dell'insediamento agricolo di S. Anna, anni '50-60 del secolo scorso).

A questi, seguono singole segnalazioni floristiche e relativo materiale di erbario conservato principalmente presso gli erbari (CAG) e (SASSA), (SS), e secondariamente (FI) e (TO), in parte raccolti e disponibili presso database digitali. Alla luce di ciò, le conoscenze floristiche per l'area vasta e per il territorio amministrativo di Marrubiu sono da considerarsi insufficienti.

*Arenaria balearica* L. (Caryophyllaceae).

*Arum pictum* L. f. (Araceae).

*Bellium bellidioides* L. (Asteraceae).

*Bryonia marmorata* E.Petit (Cucurbitaceae).

*Cymbalaria aequitriloba* (Viv.) A. Chev. (Plantaginaceae).

*Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm. (Euphorbiaceae).

*Genista corsica* (Loisel.) DC (Fabaceae).

*Helichrysum microphyllum* (Willd.) Camb. subsp. *tyrrhenicum* Bacch., Brullo et Giusso (Asteraceae).

*Hypericum hircinum* L. subsp. *hircinum* (Hypericaceae).

*Ornithogalum corsicum* Jord. & Furr. (Asparagaceae).

*Paeonia morisii* Cesca, Bernardo & N.G. Passal. (Paeoniaceae).

*Pancreatum illyricum* L. (Amaryllidaceae).

*Polygonum scoparium* Req. ex Loisel (Polygonaceae).

*Scrophularia trifoliata* L. (Scrophulariaceae).

*Stachys corsica* Pers. (Lamiaceae).

*Stachys glutinosa* L. (Lamiaceae).

*Teucrium marum* L. (Lamiaceae).

*Verbascum conocarpum* Moris subsp. *conocarpum* (Scrophulariaceae).

Sono inoltre disponibili segnalazioni di taxa di interesse conservazionistico e biogeografico, quali:

*Ambrosinia bassii* L. (Araceae).

*Cyclamen repandum* Sm. subsp. *repandum* (Primulaceae).

*Digitalis purpurea* L. (Plantaginaceae).

*Helianthemum ledifolium* (L.) Mill. (Cistaceae).

*Linum decumbens* (Linaceae).

*Magdalis pastinacea* (Lam.) Paol. (Apiaceae).

*Ranunculus macrophyllus* Desf. (Ranunculaceae).

*Ruscus aculeatus* (Asparagaceae).

*Salix atrocinerea* Brot. subsp. *atrocinerea* (Salicaceae).

*Sedum caeruleum* L. (Crassulaceae).

*Selaginella denticulata* (L.) Spring (Selaginellaceae).

Staphisagria requienii (DC.) Spach subsp. picta (Willd.) Peruzzi (Ranunculaceae).

Teucrium massiliense L. (Lamiaceae).

Triglochin laxiflora Guss. (Juncaginaceae).

Si segnalano inoltre le *Orchidaceae* *Anacamptis longicornu (Poir.)*, *Anacamptis papilionacea (L.)*, *Cephalanthera longifolia (L.)*, *Limodorum abortivum (L.) Sw.*, *Serapias lingua L. [a rischio minimo (LC)]*, *Serapias parviflora*, *Spiranthes spiralis (L.)*. L'intera famiglia delle *Orchidaceae*, a causa del livello di rarità ed endemismo e all'interesse economico nel commercio internazionale, è inclusa in liste di protezione a livello mondiale e nelle Liste Rosse nazionali.

#### **1.3.4 INDAGINE FAUNISTICA**

L'area d'indagine individuata per verificare il profilo faunistico comprende non solo le superfici direttamente interessate dalle opere in progetto, ma anche una superficie adiacente compresa in un buffer di 0,5 km dal perimetro dell'area di progetto.

Sotto il profilo della destinazione d'uso che caratterizza l'area d'indagine faunistica, si riscontra un'eterogeneità di tipologie ambientali ascrivibili principalmente all'agro-ecosistema, che costituisce la maggior parte dell'intera area d'indagine.

I tematismi della Carta della Natura della Regione Sardegna evidenziano che le aree in esame ricadono entro un ambito ambientale in cui il Valore Ecologico VE è ritenuto complessivamente molto basso per le superfici lorde entro le quale sono previsti gli interventi; le classi di VE basso più diffuse corrispondono a territori in cui è più alta la diffusione di superfici occupate da coltivazioni agricole a foraggiere e dai pascoli di bestiame domestico. Dalla stessa Carta della Natura è possibile estrapolare anche la Sensibilità Ecologica SE che invece rappresenta quanto un biotopo è soggetto al rischio di degrado poiché popolato da specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione. **Sotto quest'aspetto, il sito d'intervento e le aree d'indagine faunistica in esame ricadono unicamente in settori territoriali con indice di SE molto basso;** in generale l'ambito in esame è comunque caratterizzato, come già sopra esposto, da territori che risentono della destinazione prevalentemente pascolativa e agricola per la produzione di foraggiere finalizzata all'allevamento del bestiame domestico ovino. Dai rilievi condotti sul campo è stato possibile accertare la reale destinazione delle superfici rispetto a quanto riportato dalla Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna (2008) e nell'ortofoto (2016); è stato così riscontrata l'effettiva corrispondenza delle tipologie direttamente interessate dagli interventi progettuali proposti, **la cui destinazione d'uso è unicamente agro-**

**zootecnica, cioè produzione di foraggere/pascoli, incolti erbacei a pascoli** in particolare ci si riferisce a suoli soggetti a rimaneggiamento, aratura, semina per produzione di foraggere e pascolo prevalentemente di tipo ovino. Periodicamente alcuni ambiti sono lasciati a riposo, cioè non arati e seminati, favorendo così, momentaneamente, la formazione di prati stabili destinati al pascolo.

### Classe uccelli

Elenco delle specie di avifauna presenti nell'area d'indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	Cor oti po	Fenoti po	D.U. 147/ 2009	SP EC	IUC N	Lista rossa nazio nale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
<b>GALLIFORMES</b>									
1. <i>Alectoris barbara</i>	Pernice sarda	M4	SB	I II/2	3	LC	DD		
2. <i>Coturnix coturnix</i>	Quaglia	M4	SB	I II/2	3	LC	DD		
<b>ACCIPITRIFORMES</b>									
3. <i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude	B	SB, M, W	I		LC	VU	All	PP
4. <i>Buteo buteo</i>	Poiana	I2	SB,M, W			LC	LC	All	PP
<b>CHARADRIIFORMES</b>									
5. <i>Burhinus oedicephalus</i>	Occhione	E	SB, M, W	I	3	LC	LC	All*	PP
6. <i>Larus michahellis</i>	Gabbiano reale	I4	SB	II/2		LC	LC		P
<b>COLUMBIFORMES</b>									
7. <i>Columba palumbus</i>	Colombaccio	I4	SB, M, W	II/1		LC	LC		
8. <i>Streptopelia decaocto</i>	Tortora dal collare orientale	E	SB	II/2		LC	LC		no
<b>STRIGIFORMES</b>									
9. <i>Tyto alba</i>	Barbagianni	A1	SB		3	LC	LC		PP
10. <i>Athene noctua</i>	Civetta	I4	SB		3	LC	LC		PP
<b>PELECANIFORMES</b>									
11. <i>Bubulcus ibis</i>	Airone guardabuoi	A2	SB par			LC	LC	All*	no
<b>CAPRIMULGIFORMES</b>									
12. <i>Apus apus</i>	Rondone comune	I1	M, B			LC	LC		P
<b>CORACIFORMES</b>									
13. <i>Merops apiaster</i>	Gruccione	I6	M, W			LC	LC		P
<b>FALCONIFORMES</b>									
14. <i>Falco tinnunculus</i>	Gheppio	C	SB, M		3	LC	LC	All	PP
<b>PICIFORMES</b>									
15. <i>Dendrocopos major</i>	Picchio rosso maggiore	E	SB	I		LC	LC		PP
<b>PASSERIFORMES</b>									
16. <i>Corvus corax</i>	Corvo imperiale	F1	SB			LC	LC		P
17. <i>Corvus corone</i>	Cornacchia grigia	I1	SB, M?	II/2		LC	LC		
18. <i>Cyanistes caeruleus</i>	Cinciarella	L1	SB			LC	LC		
19. <i>Parus major</i>	Cinciallegra	E	SB, M?			LC	LC		P

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U. 147/2009	SP EC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
20. <i>Lullula arborea</i>	Tottavilla	L1	SB, M, W	I	2	LC	LC		
21. <i>Delichon urbica</i>	Balestruccio	E	M, B, W?		3	LC	NT		
22. <i>Hirundo rustica</i>	Rondine comune	F1	M, B, W?		3	LC	NT		
23. <i>Cettia cettii</i>	Usignolo di fiume	I6	SB			LC	LC		
24. <i>Cisticola juncidis</i>	Beccamoschino	C	SB, M?			LC	LC		P
25. <i>Sylvia atricapilla</i>	Capinera	I1	SB, M.			LC	LC		P
26. <i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto	M4	SB, M?			LC	LC		
27. <i>Sturnus unicolor</i>	Storno nero	M7	SB			LC	LC		
28. <i>Sturnus vulgaris</i>	Storno comune	I2	M, W	II/2	3	LC	LC		no
29. <i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	I1	M B		3	LC	LC		P
30. <i>Erithacus rubecula</i>	Pettiroso	L1	SB, M, W			LC	LC		P
31. <i>Luscinia megarhynchos</i>	Usignolo	I6	M, B			LC	LC		P
32. <i>Phoenicurus ochruros</i>	Codiroso spazzacamino	I4	M, W			LC	LC		P
33. <i>Saxicola torquata</i>	Saltimpalo	C	SB, M, W?			LC	EN		P
34. <i>Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda	M1	SB			LC	LC		
35. <i>Motacilla alba</i>	Ballerina bianca	E	M, W			LC	LC		
36. <i>Fringilla coelebs</i>	Fringuello	I1	SB, M, W			LC	LC		P
37. <i>Carduelis chloris</i>	Verdone	I6	SB, M, W			LC	NT		P
38. <i>Carduelis carduelis</i>	Cardellino	I1	SB, M			LC	LC		P
39. <i>Emberiza calandra</i>	Strillozzo	I6	SB, M, W?		2	LC	LC		P

### Classe mammiferi

Elenco delle specie di mammiferi presenti nell'area d'indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
<b>CARNIVORI</b>					
1. <i>Vulpes vulpes ichtnusae</i>	Volpe sarda		LC	LC	
2. <i>Mustela nivalis</i>	Donnola		LC	LC	
<b>EULIPOTIFILI</b>					
6. <i>Erinaceus europaeus italicus</i>	Riccio		LC	LC	
<b>LAGOMORFI</b>					
7. <i>Oryctolagus cuniculus huxleyi</i>	Coniglio selvatico		NT		
8. <i>Lepus capensis</i>	Lepre sarda		LC		
<b>CHIROTTERI</b>					
9. <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello nano	All. IV	LC	LC	
10. <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrello albolimbato	All. IV	LC	LC	
11. <i>Hypsugo savii</i>	Pipistrello di Savi	All. IV	LC	LC	
12. <i>Tadarida teniotis</i>	Molosso di Cestoni	All. IV	LC	LC	

### Classe rettili

Elenco delle specie di rettili presenti nell'area d'indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
<b>SQUAMATA</b>					
1. <i>Tarantola mauritanica</i>	Geco comune		LC	LC	
2. <i>Hemidactylus turcicus</i>	Geco verrucoso		LC	LC	All. 1
3. <i>Euleptes europaea</i>	Tarantolino	All. II, IV	LC	NT	All. 1
4. <i>Podarcis campestris sicula</i>	Lucertola campestre	All. IV	LC	LC	
5. <i>Podarcis tiliguerta</i>	Lucertola tirrenica	All. IV	NT	NT	All. 1
6. <i>Chalcides chalcides</i>	Luscengola comune		LC	LC	
7. <i>Chalcides ocellatus tiligugu</i>	Gongilo	All. IV	LC	LC	
8. <i>Hierophis viridiflavus</i>	Biacco	All. IV	LC	LC	All. 1
9. <i>Natrix helvetica cetti</i>	Natrice di Cetti	All. IV	CR	EN	
10. <i>Natrix natrix</i>	Natrice vieprina	All. V	LC	LC	

### Classe anfibi

Elenco delle specie di anfibi presenti nell'area d'indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
<b>ANURA</b>					
1. <i>Bufo viridis</i>	Rospo smeraldino	All. IV	LC	LC	
2. <i>Hyla sarda</i>	Raganella tirrenica	All. IV	LC	LC	

Tra i possibili impatti negativi in generale si devono considerare:

TIPOLOGIA IMPATTO	EFFETTO IMPATTO
Abbattimenti (mortalità) d'individui	La fase di cantierizzazione, di esercizio e di dismissione, per modalità operative, potrebbero determinare la mortalità di individui con eventi sulle densità e distribuzione di una data specie a livello locale.
Allontanamento della fauna	Gli <u>stimoli acustici e ottici</u> di vario genere determinati dalle fasi di cantiere, esercizio e in fase di dismissione potrebbero determinare l'abbandono temporaneo o permanente degli home range di una data specie.
Perdita di habitat riproduttivi o di alimentazione	Durante le fasi di cantiere e di esercizio l'opera potrebbe comportare una sottrazione temporanea e/o permanente che a seconda dell'estensione può essere più o meno critica sotto il profilo delle esigenze riproduttive e/o trofiche di una data specie.
Frammentazione degli habitat	L'intervento progettuale per sue caratteristiche potrebbe determinare un effetto di frammentazione di un dato habitat con conseguente riduzione delle funzioni ecologiche dello stesso e una diminuzione delle specie legate a quell'habitat specifico a favore di specie più ecotonali.
Insularizzazione degli habitat	L'opera potrebbe comportare l'isolamento di un habitat limitando scambi genetici, spostamenti, dispersioni, raggiungibilità di siti di alimentazione/riproduzione.
Effetti barriera	L'opera potrebbe essa stessa una barriera più o meno invalicabile a seconda della specie che tenta un suo attraversamento; sono impediti parzialmente o totalmente gli spostamenti (pendolarismi quotidiani, migrazioni, dispersioni) tra ambiti di uno stesso ambiente o tra habitat diversi.
Perdita di habitat	La costruzione di un impianto fotovoltaico richiede in genere la rimozione della vegetazione che potrebbe portare alla riduzione della ricchezza e densità faunistiche; la significatività di tale impatto varierà in relazione al livello di qualità del precedente habitat.
Collisione di uccelli e pipistrelli con i pannelli o/e le linee di trasmissione	Come il vetro o le superfici riflettenti sugli edifici, i pannelli fotovoltaici potrebbero rappresentare un



Per le opere di mitigazione proposte si consultino le relazioni specifiche.

### 1.3.5 INDAGINE ARCHEOLOGICA

Nell'area del sito di installazione dell'impianto agrivoltaico non sono presenti vincoli su beni storico-artistico-archeologico-architettonici, ma risulta compresa, se pure quasi al limite, del perimetro nord-est, nelle aree della bonifica.

Nell'area vasta non risultano essere presenti vincoli su beni storico-artistico-archeologico-architettonici ad eccezione di dell'insediamento denominato "Perda bogada" (coordinate X: 1.470.364,51 Y: 4.415.270,87) che si trova all'interno dell'elenco dei beni paesaggistici per i quali, in sede di copianificazione ai sensi dell'art. 49 comma 2 delle NTA del PPR, è stata proposta la dichiarazione di non sussistenza del vincolo paesaggistico. Si rimanda alla Valutazione preventiva di interesse archeologico allegata alla documentazione progettuale.

---

Num. Prog: 14  
Codice: 10078 Coordinate geografiche: X: 1.470.364,51 Y: 4.415.270,87  
Comune: ORISTANO  
Denominazione: INSEDIAMENTO PERDA BOGADA  
Tipologia: INSEDIAMENTO  
Fonte: PPR2006 - COPIANIFICAZIONE

---

*Estratto dal "Repertorio dei mosaico - 2016" Proposte di Insussistenza Vincolo*

#### **Beni attestati entro il confine comunale di Santa Giusta, entro circa un 1 km dal sito di progetto**

- A circa **1000 m** a est rispetto all'area di intervento è documentata la presenza dell'insediamento di **Pira Inferta**. 71 m s.l.m. Elenco beni paesaggistici e identitari PPR-beni paesaggistici - Cod. 9827

#### **Beni attestati entro il confine comunale di Palmas Arborea, entro circa un 1 km dal sito di progetto**

- A circa **750 m** a est rispetto all'area di intervento è documentata la presenza **del nuraghe Pranu Forru**. 79 m s.l.m. Elenco beni paesaggistici e identitari PPR-beni paesaggistici - Cod. 9294
- A circa **850 m** a sud rispetto all'area di intervento è documentata la presenza **dell'insediamento Perda Bogada**. 6 m s.l.m. Elenco beni paesaggistici e identitari PPR-beni paesaggistici - Cod. 10079 Palmas Arborea.

- A circa **70 m** a nord rispetto all'area di intervento è documentata la presenza **dell'Inseediamento Perda Bogada**. 13 m s.l.m. Elenco beni paesaggistici e identitari PPR-PIV - Cod. 10078. PUC Oristano num. 3 Perda Bogada 4206
- A circa **700 m** a sud rispetto all'area di intervento è documentata la presenza **di rinvenimenti di superficie**. 9 m s.l.m. Elenco beni paesaggistici e identitari PPR-beni paesaggistici - Cod. 10099

#### **Beni attestati entro il confine comunale di Oristano entro circa un 1 km dal sito di progetto**

- A circa **700 m** a sud rispetto all'area di intervento è documentata la presenza **del nuraghe Cuau Tiria**. 47 m s.l.m.
- A circa **570 m** a nord est rispetto all'area di intervento è documentata la presenza **dell'area archeologica di Tiria**. 35 m s.l.m.
- A circa **680 m** a nord rispetto all'area di intervento è documentata la presenza **della stazione di San Quirico**. 11 m s.l.m. Elenco beni paesaggistici e identitari PPR-beni paesaggistici - Cod. 10083. PUC Oristano num. 4 San Quirico 4211
- A circa **1000 m** a nord rispetto all'area di intervento è documentata la presenza **del nuraghe**

#### **CONTESTO PAESAGGISTICO**

È stato detto che l'area di intervento è ubicata all'interno di terreni siti nel Comune di Marrubiu, ente indipendente dal 1948 precedentemente unificato con Terralba e San Nicolò d'Arcidano, in particolare presso la località Sant'Anna, una frazione la cui nascita, come anche quella di Terzo Centro Sassu, è legata al progetto di "*bonifica integrale*" e riordino del territorio sardo all'indomani della nascita della Repubblica Italiana.

Sant'Anna nasce sul concludersi di questa esperienza, tra gli anni '50 e '60, in una posizione che pareva strategica perchè a ridosso delle più importanti infrastrutture stradali (SS131) e ferroviarie (Dorsale Sarda, da Cagliari a Golfo Aranci) dell'Isola.



*Stazione ferroviaria di Sant'Anna, 1958, alla sua inaugurazione e lo stato di abbandono attuale, dopo la cessazione nel 2008*

Il progetto sul territorio tra Arborea e Terralba, prese forma a partire dall'esproprio delle terre incolte, la messa in atto di vasti piani di colonizzazione, di trasformazione, unitamente alla creazione d'importanti infrastrutture. Ai contadini vennero quindi assegnati i poderi derivanti dagli espropri, con l'obbligo di coltivare il proprio fondo, producendo almeno quantità di raccolto tali da garantire il sostentamento del relativo nucleo familiare.

La pianificazione delle azioni di bonifiche risaliva ben prima della fondazione dell'ETFAS, poiché i piani non attuati nell'Ottocento furono portati avanti tramite la Società Bonifiche Sarde S.p.A. con presidente Giulio Dolcetta, in parte portate avanti durante gli anni del regime che videro la fondazione di Mussolina, oggi Arborea, che costituiva una zona paludosa e altamente malarica, "risanate" grazie alla realizzazione di dighe, canali, acquedotti e strade. Una delle figure più importanti fu Angelo Omodeo ingegnere impiegato nel disciplinamento delle acque a fini produttivi, il quale promosse progetti di bonifica del Campidano e della Sardegna. L'opera più importante, gestita dal Gruppo delle Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso, in linea con la creazione di un sistema integrato di dighe idroelettriche capaci di immagazzinare miliardi di metri cubi d'acqua, è stata la Diga sul Tirso con la creazione del bacino artificiale denominato Omodeo. Questa infrastruttura ha permesso di porre fine alle periodiche piene invernali che portavano a disastrose inondazioni, e consentendo di irrigare le pianure, l'uso produttivo degli stagni e di riconvertire l'allevamento



attorno al 1925, famiglie composte da un nucleo compreso tra i 3 e i 7 individui provenienti dal Polesine e dall'Emilia Romagna, regioni indicate come più vicine per consuetudine di lavoro alle esigenze della SBS.



*Mezzadri a lavoro nei vigneti di Arborea, Archivio Società Bonifiche Sarde*

Nel 1946 fu emanato un pacchetto di leggi finalizzate alla realizzazione della politica territoriale che poi passerà alla storia come "*Riforma Agraria*", voluta dal governo De Gasperi e dal Ministro dell'Agricoltura, il sassarese Antonio Segni. In linea con gli indirizzi politici nel 1951 viene fondato l'ETFAS, l'Ente per la Trasformazione Fondiaria e Agraria in Sardegna. L'ETFAS rappresentò la struttura cui vennero assegnati tutti i compiti di espropriazione, bonifica, trasformazione e assegnazione dei terreni ai contadini, al fine di risvegliare e rivitalizzare l'agricoltura. L'ente venne progressivamente modificato fino a diventare nel 1984 Ente Regionale di Sviluppo e Assistenza Tecnica in Agricoltura (ERSAT), la cui attività si è chiusa il 31 luglio 2007 e parte del personale è confluito nell'agenzia Laore Sardegna.

La borgata di Sant'Anna era dotata di un impianto industriale all'avanguardia per gli standard isolani dell'epoca, infatti era stato costruito un silos granario da 20mila quintali, officine meccaniche con parco macchine, usato come deposito dei mezzi usati nelle opere di bonifica e nel riordino del Campo di Sant'Anna.

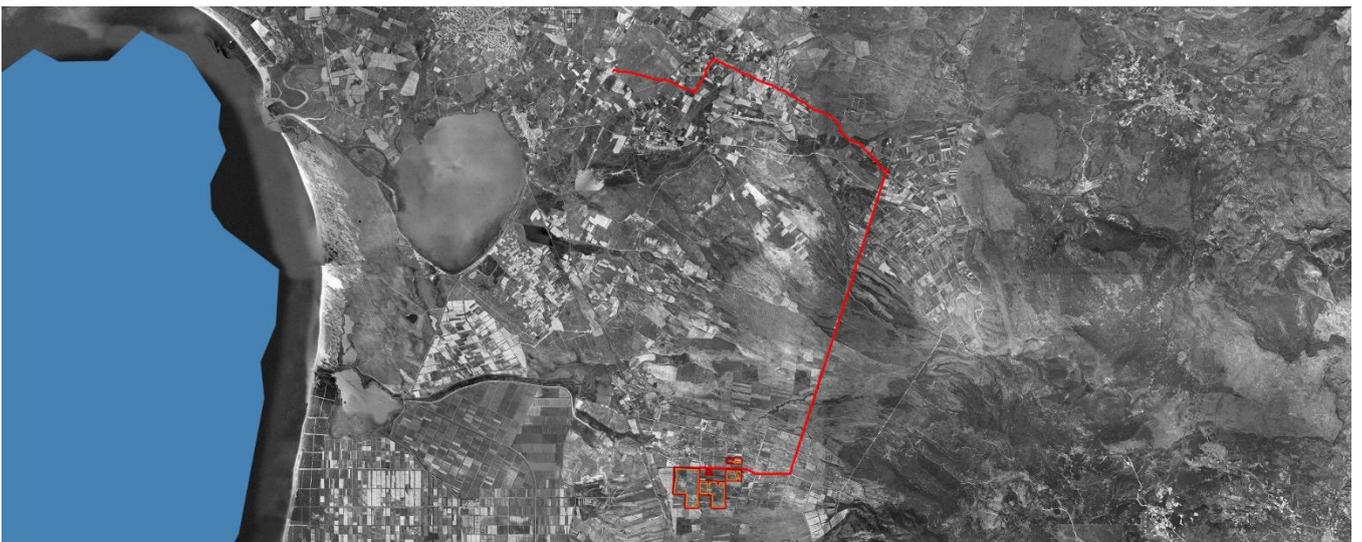


*Foto di Poddighe Elio, fonte Sardegna DigitalLibrary*

Di seguito, foto aeree che ripercorrono gli ultimi circa 70 anni di vita di questo sito e dell'area vasta.



*Area di interesse - Ortofoto 1954-55*





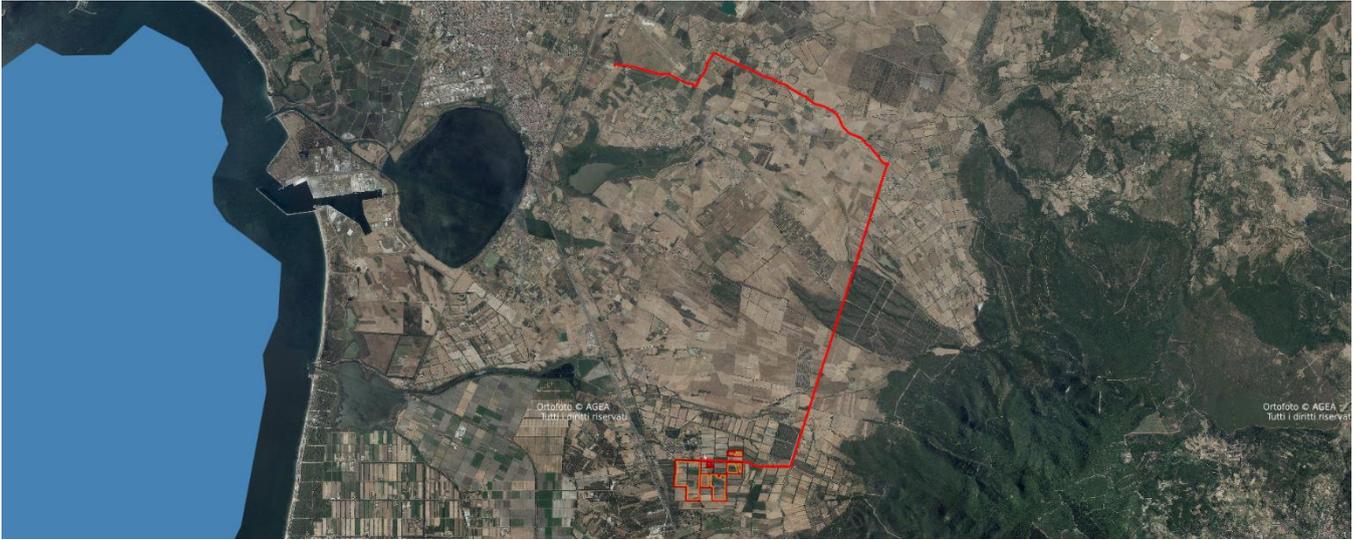
*Area di interesse - Ortofoto 1968*



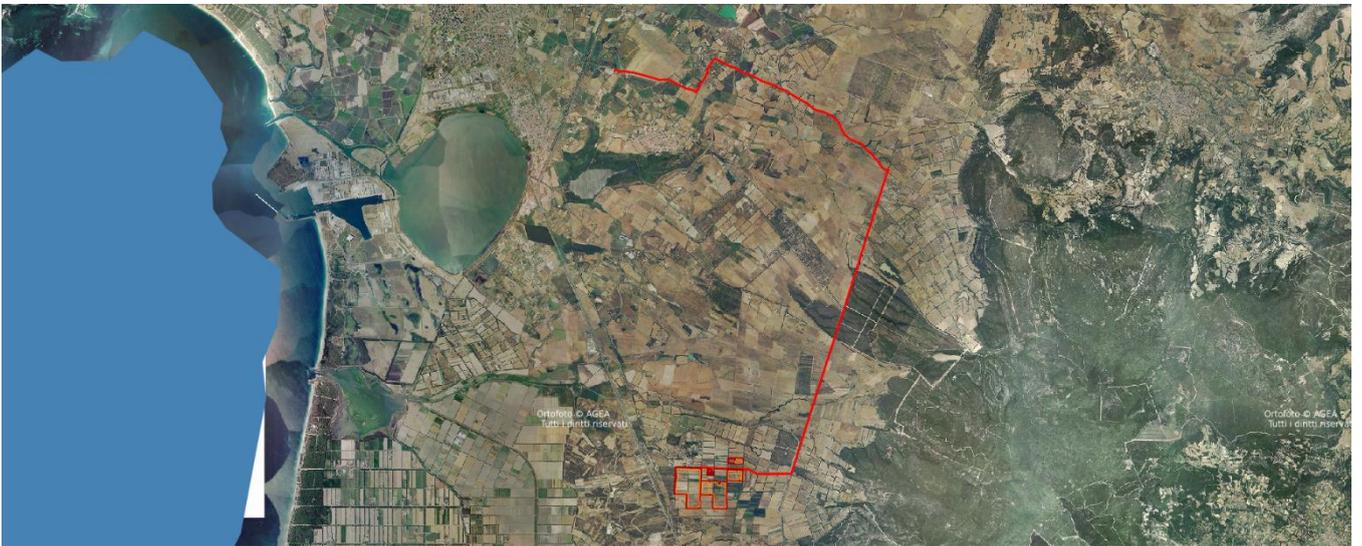
*Area di interesse - Ortofoto 1977-78*



*Area di interesse - Ortofoto 1998-99*



*Area di interesse - Ortofoto 2013*



*Area di interesse - Ortofoto 2019*

### 1.3.6 QUADRO NORMATIVO

L'area e tutto il suo contesto sono stati oggetto di valutazione basate sulle normative vigenti nazionali e comunitarie in materia di tutela dell'ambiente e del paesaggio.

Sono stati considerati tutti i fattori e le componenti che potrebbero condizionare l'area, ponendo limitazioni all'intervento.

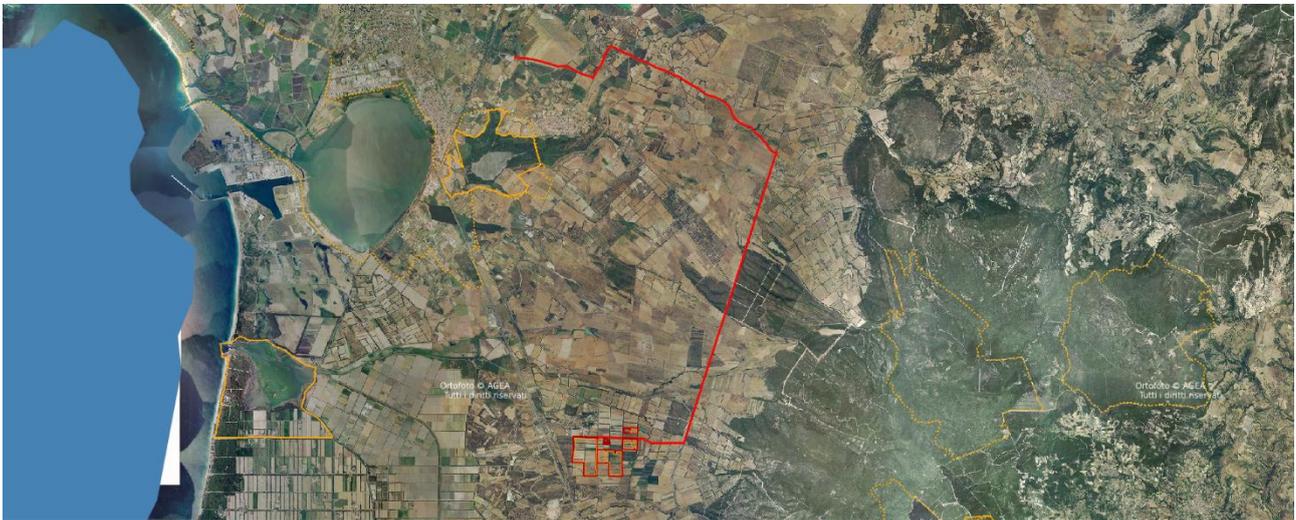
Vi è verificata la compatibilità dell'area di intervento rispetto a:

- Codice dei Beni Culturali – D. Lgs 42/04;
- Vincoli architettonici e archeologici;
- PPR Regione Sardegna;
- Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF);
- Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR);
- Piano Faunistico Venatorio Regionale e della Provincia di Oristano;
- Aree perimetrate dal Piano Regionale Attività Estrattive (PRAE);
- Piano di Tutela delle Acque (PTA);
- Piano Urbanistico Provinciale – Piano Territoriale di Coordinamento (PUP-PTC) della Provincia del Oristano;
- Strumenti di pianificazione Urbanistica Comunale di Marrubiu;
- Aree percorse dal fuoco;
- SIC, ZPS, IBA, Parchi Regionali, Zone Ramsar e altre aree protette individuate nella cartografia ufficiale della Regione Sardegna.

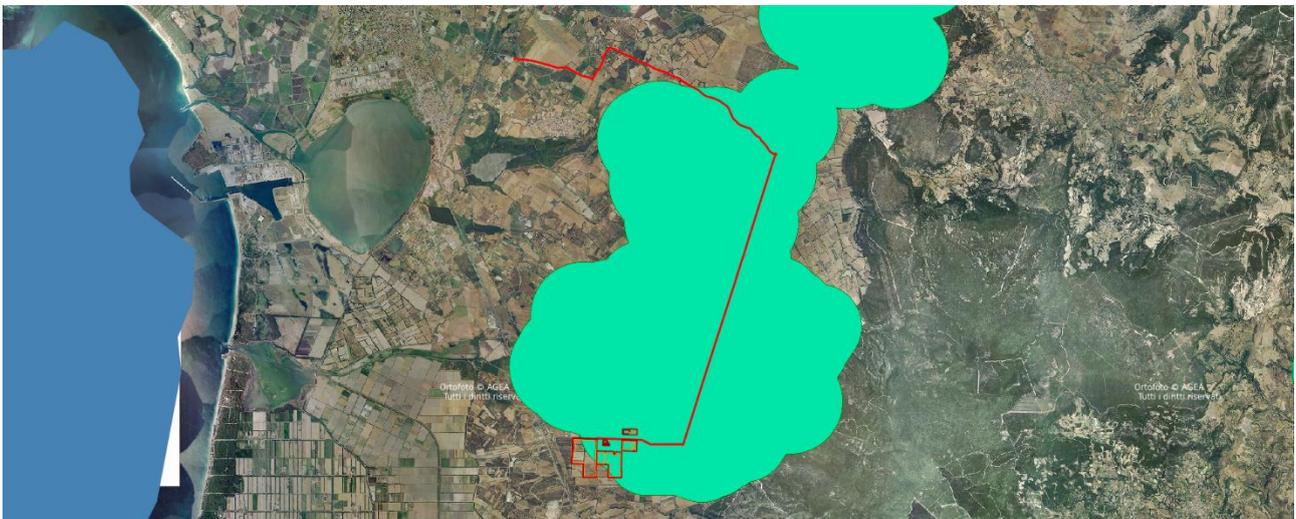
Rispetto a queste perimetrazioni sono state predisposte delle aree buffer di rispetto, in modo tale che l'area coperta dall'impianto non riguarderà queste perimetrazioni.



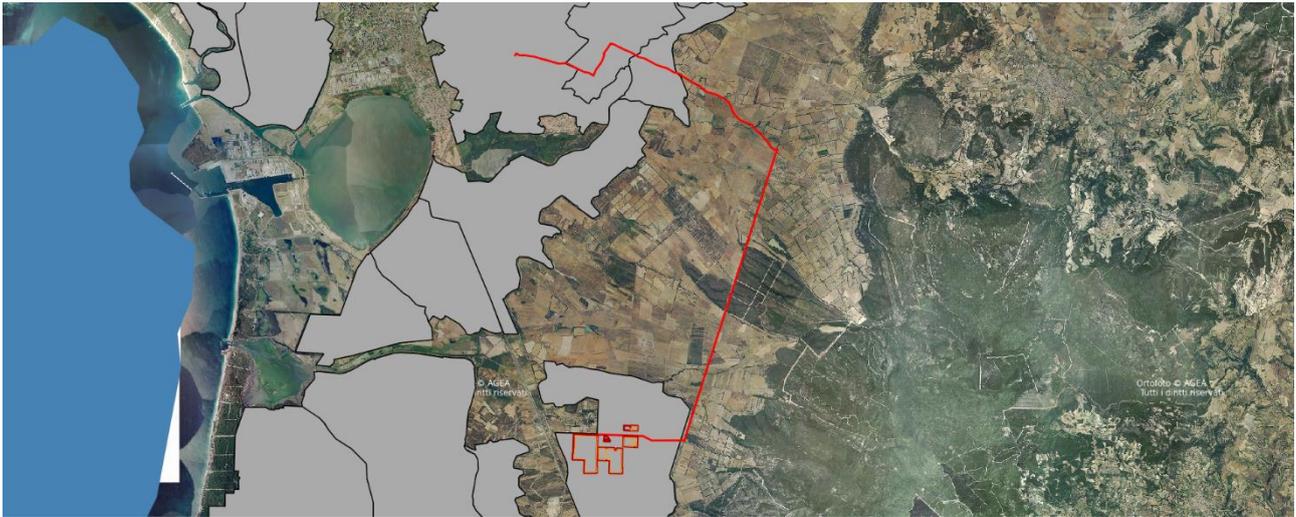
*Perimetri SIC ZSC 2022, con in rosso il lotto di interesse.*



*Oasi permanenti di protezione faunistica effettive e proposte.*



*Aree presenza di specie animali tutelate da convenzioni internazionali.*



*Aree servite da Consorzio di Bonifica*



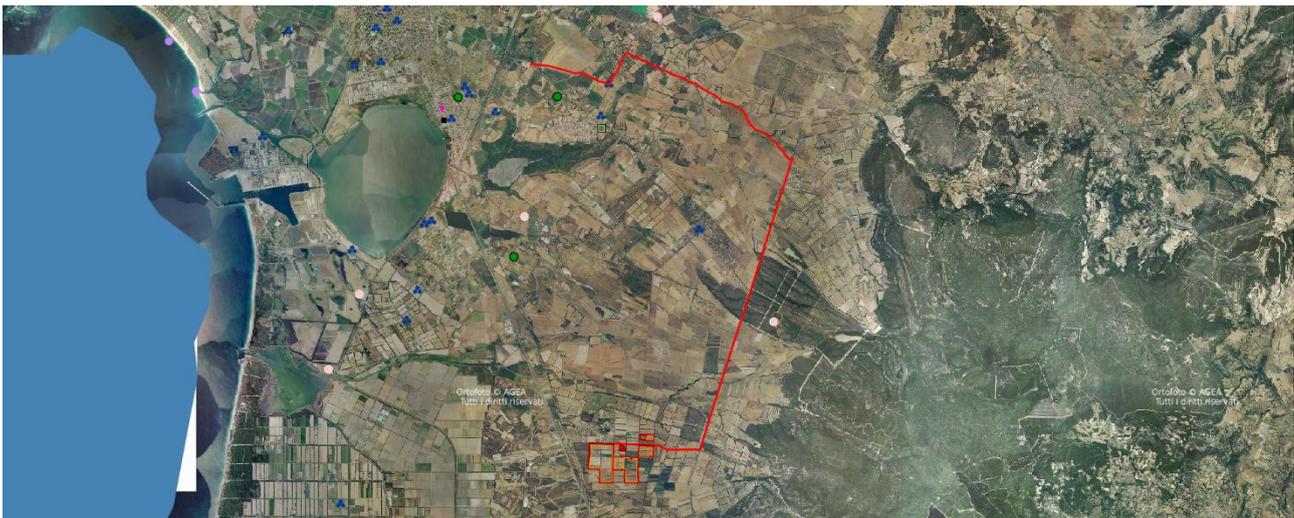
- Hi\* - (Aree da modellazione 2D con  $V_p \leq 0,75$ )
- Hi0 - P0 (Tratto studiato nel quale la piena risulta contenuta all'interno delle sponde per tutti i Tr)
- Hi1 - P1 (Aree a pericolosità idraulica Moderata o Fascia geomorfologica)
- Hi2 - P2 (Aree a pericolosità idraulica Media)
- Hi3 - P2 (Aree a pericolosità idraulica Elevata)
- Hi4 - P3 (Aree a pericolosità idraulica Molto elevata)

*Aree di pericolosità idraulica.*

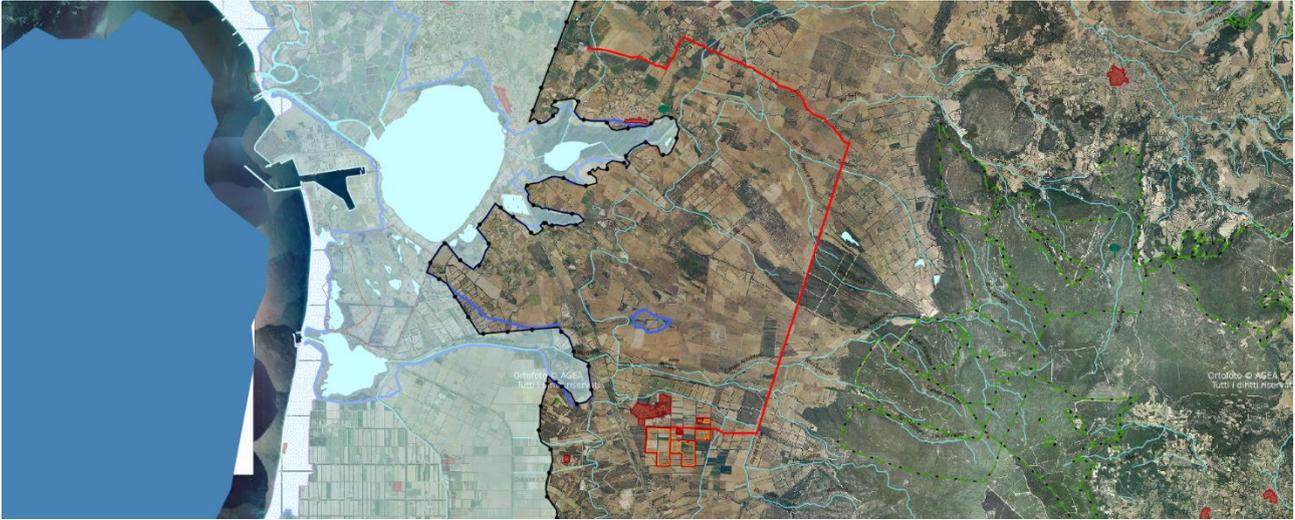


- Hg0 - (Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi)
- Hg1 - (Aree a pericolosità da frana Moderata)
- Hg2 - (Aree a pericolosità da frana Media)
- Hg3 - (Aree a pericolosità da frana Elevata)
- Hg4 - (Aree a pericolosità da frana Molto elevata)

*Aree di pericolosità da frana.*



*Repertorio beni identitari 2017.*



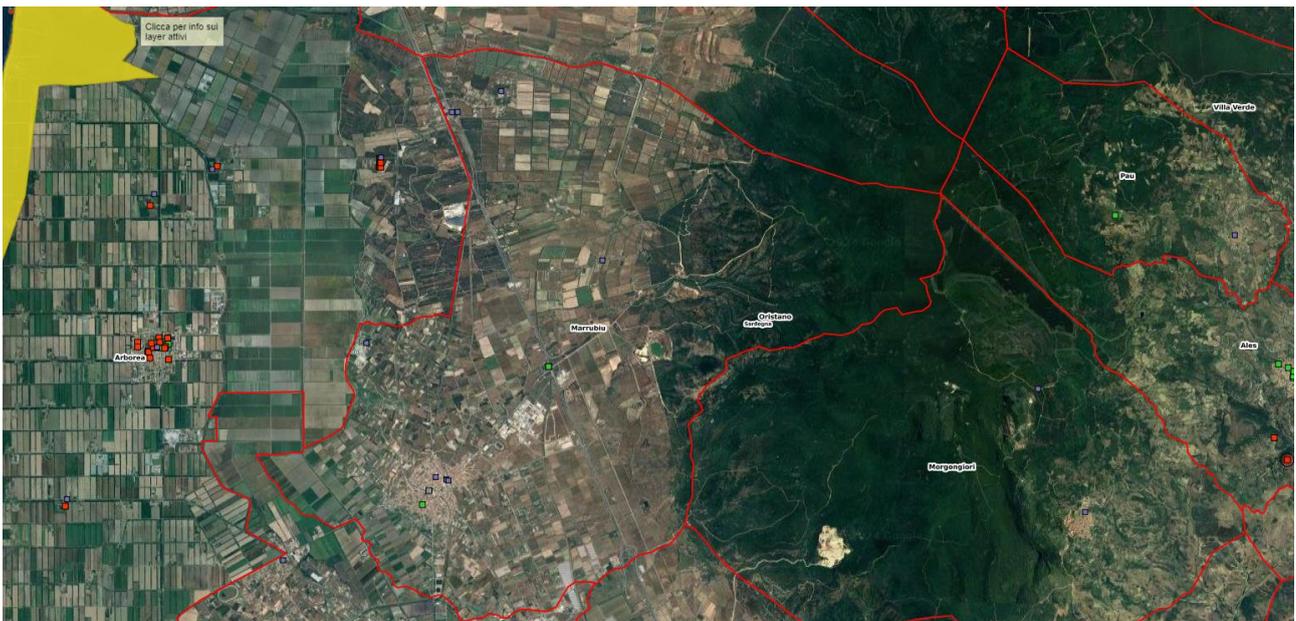
*Aree vincolare secondo Art. 143 del D.Lgs. 42/2004*



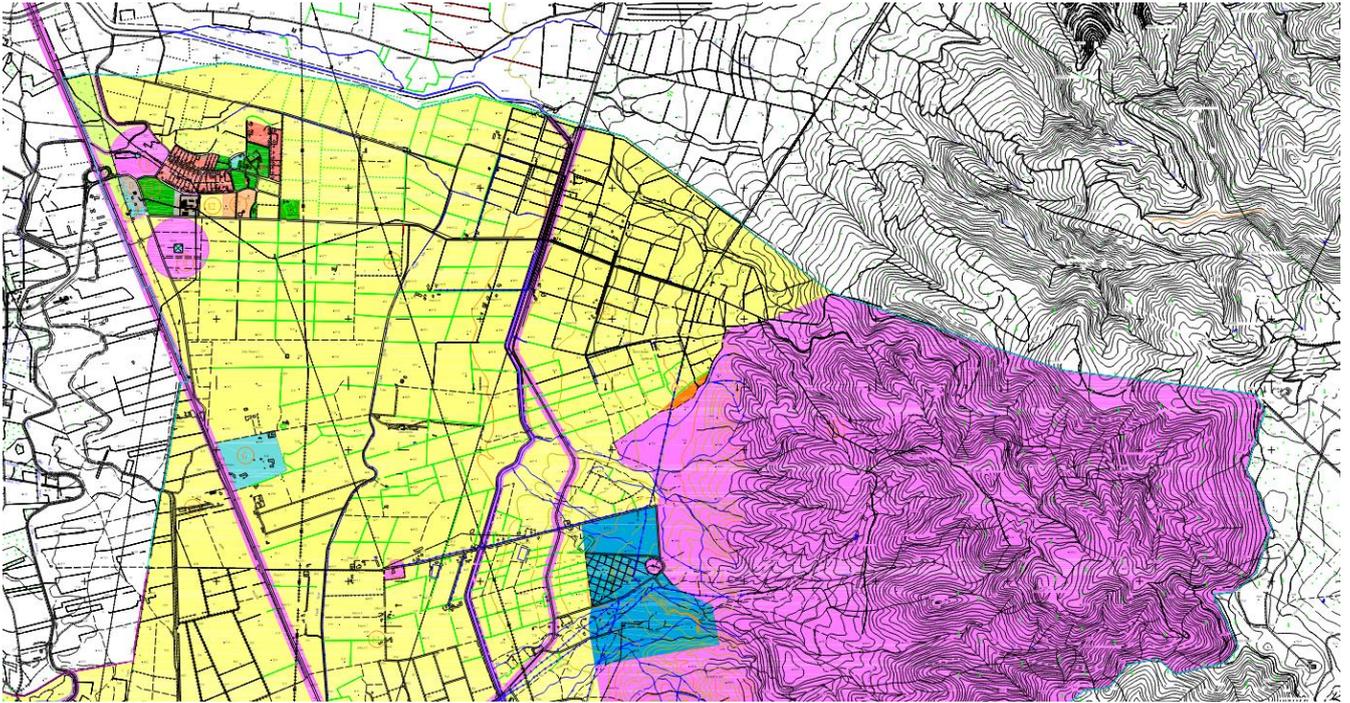
*Tipologia aree incendiate – boschi in verde*



*Vincoli segnalati da Geoportale Nazionale Archeologia - GNA.*



*Beni culturali censiti da vincolinrete*



*Estratto cartografico PUC – Carta territoriale Nord*

## 2. IMPIANTO

### 2.1 ALTERNATIVE PROGETTUALI

La scelta dell'area di intervento è stata supportata per i seguenti fattori:

- Caratteristiche ambientali: per le qualità dell'esposizione e della morfologia del territorio;
- Caratteristiche paesaggistiche: in particolare per il processo storico ed economico che ha portato lo sviluppo di questo sistema rurale ad essere un paesaggio agricolo dallo spiccato indirizzo tecnologico ;
- Caratteristiche insediative: per la posizione mediana rispetto alla geografia dell'Isola e alla sua vicinanza con Oristano e i nuclei più prossimi e la presenza già strutturata di infrastrutture che permettono facili collegamenti e accessi all'area;

Gli indirizzi di pianificazione previsti da PPR ed in particolare per favorire il processo di modernizzazione delle forme di gestione delle risorse disponibili, incrementando l'apparato produttivo assieme ad una oculata gestione degli habitat naturali, tramite la tutela della diversità di produzione e della qualità dell'ambiente derivante da una agricoltura evoluta.

A tal proposito è bene ricordare che il presente impianto non si configura come un semplice fotovoltaico a terra, bensì come agrivoltaico, capace quindi di coniugare la produzione agricola con quella di produzione di energia elettrica, garantendo un doppio reddito prodotto su uno stesso suolo.



*Sistemi di co-locazione degli impianti FER:  
a sinistra un campo fotovoltaico, a destra una rappresentazione schematica di agri-voltaico.*

Secondo il rapporto *“Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici”* del 2021, pubblicato da ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, quasi ogni secondo due mq di aree agricole e naturali sono stati sostituiti da nuovi cantieri, edifici, infrastrutture o altre coperture artificiali nel 2020.

Il sistema agri-voltaico si basa su un approccio innovativo che combina, in una sola area e contemporaneamente, la produzione agro-pastorale con la generazione di energia elettrica da fonte solare e si configura come opzione ideale per supportare la transizione energetica e fornire soluzioni pratiche tramite un approccio multidisciplinare, date dalle numerose figure professionali pertinenti a settori dell'agricoltura, del paesaggio e dell'energia. L'integrazione di questi due sistemi apporta dei vantaggi che analizziamo qui di seguito.

Il primo vantaggio è l'ottimizzazione dell'uso del suolo che viene assoggettato a due regimi di messa a sistema e risparmio idrico. **I sistemi agri-voltaici infatti promuovono un uso più oculato, perché monitorato, delle risorse suolo e acqua**, tramite degli accorgimenti tipici di quella che viene definita come agricoltura 4.0. Va inoltre ricordato che il fotovoltaico in ambito agricolo ha registrato uno sviluppo importante negli ultimi quindici anni, **consentendo alle aziende agricole di implementare percorsi di sostenibilità a livello aziendale, diversificare ed integrare le proprie produzioni, e soprattutto, di partecipare attivamente al processo di decarbonizzazione del settore elettrico** (circa il 12,2% dell'attuale potenza fotovoltaica è collegata alle imprese agricole - GSE) considerando che il settore agricolo italiano è responsabile del 10 per cento delle emissioni di gas serra in Europa.

Il secondo vantaggio è la diversificazione economica. **Gli agricoltori continuano le attività agro-pastorali, guadagnando dall'affitto o vendita dei terreni che devono essere messi a frutto tramite una collaborazione con le società proponenti sia con la produzione energetica sia agro-pastorale.** I proprietari terrieri si rivolgono alle società che sviluppano questo modello innovativo perché sanno di poter generare delle entrate ulteriori che altrimenti non avrebbero, migliorando la resilienza delle comunità che le ospitano.

Il terzo vantaggio è che la generazione di energia da fonte rinnovabile **contribuisce all'affermazione e alla stabilizzazione di questa fetta di mercato** che influisce sulla vita quotidiana di ogni contribuente. Si ricorda infatti che l'attuale crisi è scaturita anche in seguito alla guerra Russo-Ucraina e alla generale instabilità economica e politica dei Paesi fornitori di gas e combustibili fossili.

Il quarto vantaggio è la creazione **di nuovi posti di lavoro**, dovuto all'implementazione e al mantenimento dei sistemi agri-voltaici, sia riferibili alla produzione agro-pastorale, sia riferibili alla produzione di energia elettrica. Secondo le *"Linee Guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia"* redatte dal Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università Degli Studi della Tuscia in collaborazione con vari enti ed associazioni, gli impatti positivi sulla collettività derivanti dalla realizzazione di impianti agri-voltaici, in termini sociali ed economici, assumono un ruolo fondamentale ed indispensabile. Secondo varie ricerche condotte, durante la fase di costruzione di un impianto agri-voltaico si creano mediamente circa 35 nuovi posti di lavoro e, nella fase di manutenzione, 1 posto ogni 2- 5 MW prodotti per cui da ciò l'evidenza di impatti positivi sotto il punto di vista occupazionale. Sempre dal punto di vista economico, non vi è competizione di utilizzo del suolo tra agricoltura, produzioni e redditi diversificati. Evidenti sono i vantaggi degli impianti agri-voltaici rispetto ai classici *"campi fotovoltaici"*, ossia impianti fotovoltaici totalmente dedicati alla produzione di energia rinnovabile, realizzati su terreni inidonei alla coltivazione, quindi distese di pannelli solari più o meno vaste che sottraggono terreni alle coltivazioni agricole e agli allevamenti.

Un quinto vantaggio è il **miglioramento dell'accessibilità energetica**. Non è indubbio quanto la vita quotidiana della società italiana necessiti di energia, per questo ultimamente si parla sempre di più di povertà energetica, ossia dell'incapacità di fruire di beni e servizi energetici essenziali. Si tratta di un fenomeno complesso che spesso viene semplificato in una distinzione tra *“incapacità ad accedere a tali beni e servizi” (accessibility)* e *“incapacità di acquistare” (affordability)*. L'*accessibility* non è solo un fattore legato al reddito e ai costi dell'energia ma dipende anche da altri motivi come ad esempio può dipendere dall'assenza di adeguate infrastrutture energetiche e alla indisponibilità di tecnologie e/o dispositivi: si pensi ad azioni meteorologiche estreme -nevicate- o a situazioni di saturazione stagionale -turismo estivo di massa. Inoltre i **sistemi agri-voltaici incoraggiano le innovazioni sia in ambito agronomico che energetico, promuovendo la ricerca e miglioramento nelle interazioni colture-pannelli e promuovendo lo sviluppo di tecnologie sempre più efficienti e pratiche agricole sempre più sostenibili.**

CRITERI	FTV	AGRIVOLTAICO
Producibilità elettrica	MAGGIORE	MINORE
Costi di investimento	MINORE	MAGGIORE
Consumo del suolo	MAGGIORE	MINORE
Manutenzione	MINORE	MAGGIORE
Sostenibilità ambientale	MINORE	MAGGIORE
Qualità dei suolo	PEGGIORATA	MIGLIORATE
Biodiversità	PEGGIORATA	MIGLIORATE
Colture	NULLA	MIGLIORATE
Redditività agricola	NULLA	MIGLIORATA

Un criterio guida nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è rappresentato quindi dalla sostenibilità economica dell'intervento, perseguibile mediante la massimizzazione della produzione di energia da fonte rinnovabile, dall'abbattimento dei costi, fatta salva la ricerca della tecnologia migliore e valutato contestualmente il minore impatto sull'ambiente, che rappresenta una condizione imprescindibile per la fattibilità dell'intervento.

Rispetto all'aspetto economico la tecnologia fotovoltaica è quella più competitiva, in grado cioè di massimizzare la produzione di energia in rapporto ai costi di investimento.

Non si considera pertanto un raffronto dettagliato con impianto eolico di uguale potenza, poiché non risulta una ragionevole alternativa tenuto conto dei costi di realizzazione. Non si considera ragionevole un raffronto con impianto su uno o più fabbricati da edificare ex novo, poiché modifica la natura dell'intervento.

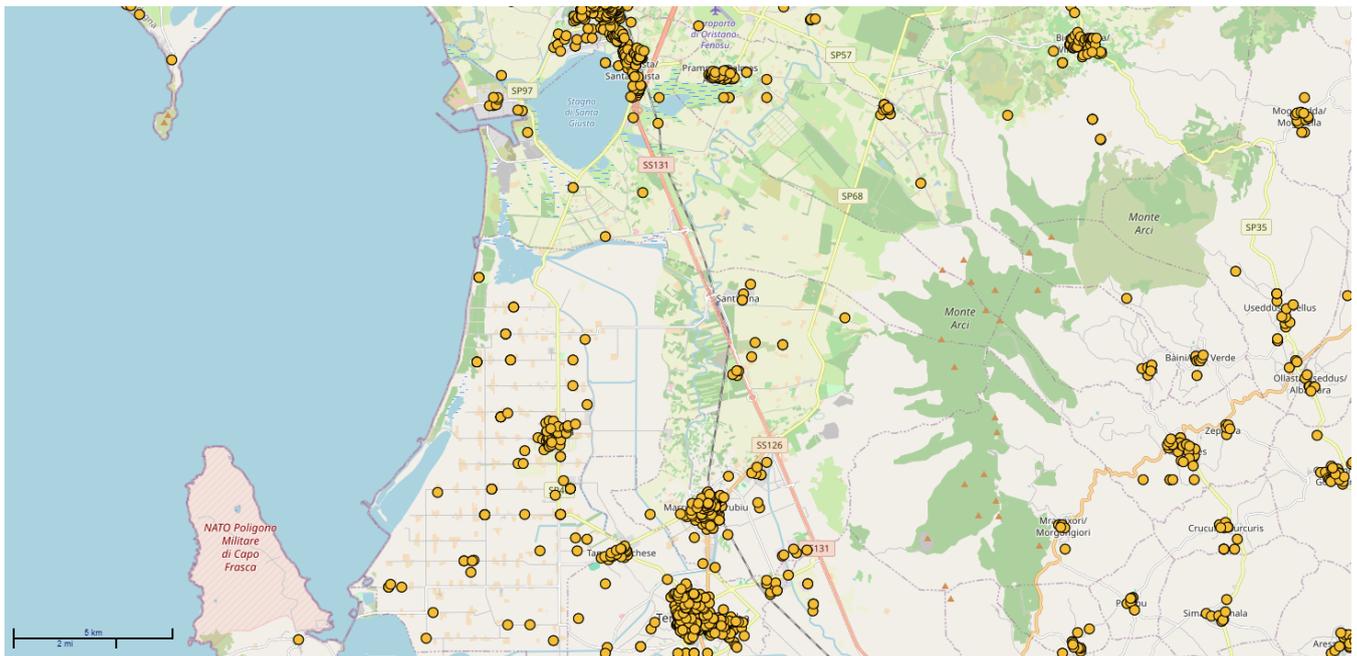
L'impianto agrivoltaico in progetto massimizza la potenza d'impianto in relazione alla superficie disponibile. Per questo progetto la scelta tecnologica dei moduli è ricaduta sul tipo in silicio monocristallino e sul sistema

di inseguimento solare monoassiale di azimut autoalimentato che grazie ad un algoritmo proprietario è in grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto in impianti di produzione dell'energia da fonte fotovoltaica.

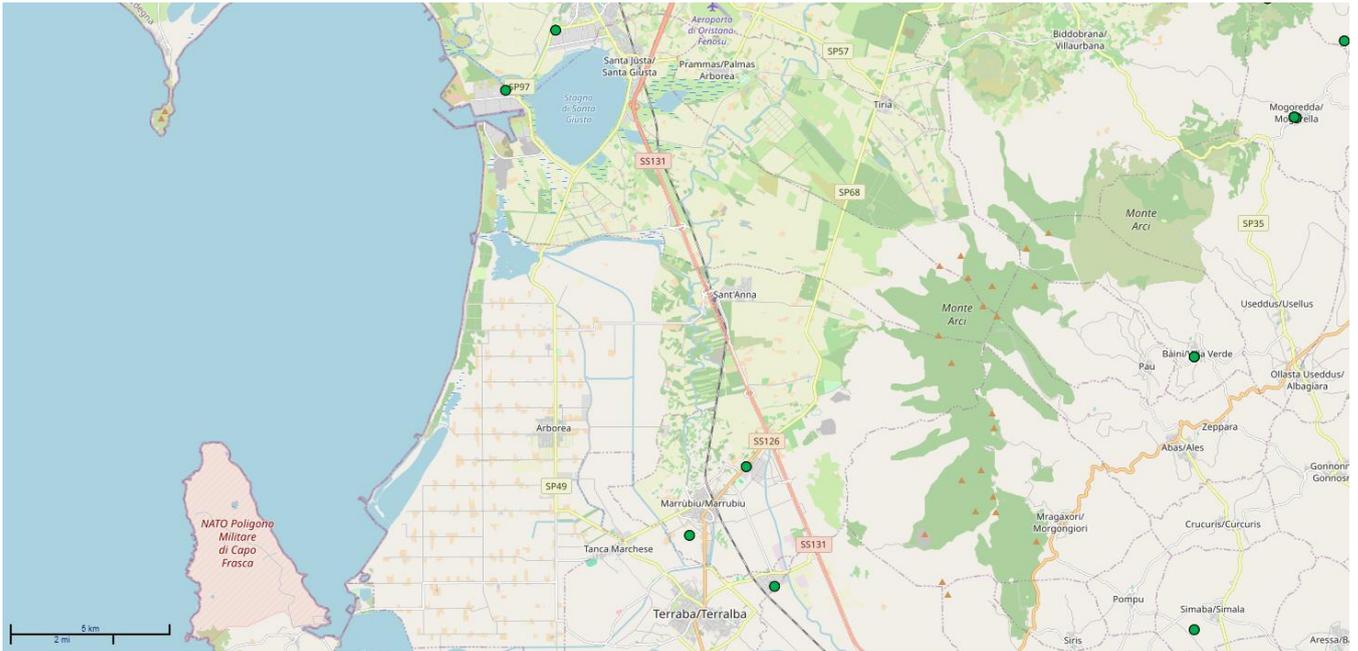
<b>Linee guida nazionali per l'agrivoltaico</b>				
<b>Requisito A</b>	<p>Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.</p> <p>Si garantisce il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).</p> <p>Si vi deve valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione considerando indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).</p>	<p><b>A.1</b> Superficie minima coltivata</p> <p><math>S_{agricola} \geq 0,7 \cdot Stot</math></p>	<p><b>A.2</b> LAOR massimo ossia il rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola</p> <p>MAX LAOR del 40 %:</p>	
<b>Requisito B</b>	<p>Il sistema agrivoltaico nel corso della vita tecnica deve garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale.</p> <p>N.B. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate</p>	<p><b>B.1</b> Continuità dell'attività agricola</p> <p>Valutazioni su esistenza e la resa della coltivazione €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto)</p> <p>Mantenimento indirizzo produttivo</p>	<p><b>B.2</b> Producibilità elettrica minima</p> <p><math>FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}</math></p>	
<b>Requisito C</b>	<p>L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli.</p>	<p><b>Tipo 1</b> La superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono</p>	<p><b>Tipo 2</b> La coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e non al di sotto di essi</p>	<p><b>Tipo 3</b> I moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale</p>
<b>Requisito D</b>	<p>Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le</p>	<p><b>D.1</b> Monitoraggio del risparmio idrico</p>	<p><b>D.2</b></p>	

	diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.		Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	
<b>Requisito E</b>	Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.	<b>E.1</b> Recupero della fertilità del suolo	<b>E.2</b> Microclima	<b>E.3</b> Resilienza ai cambiamenti climatici

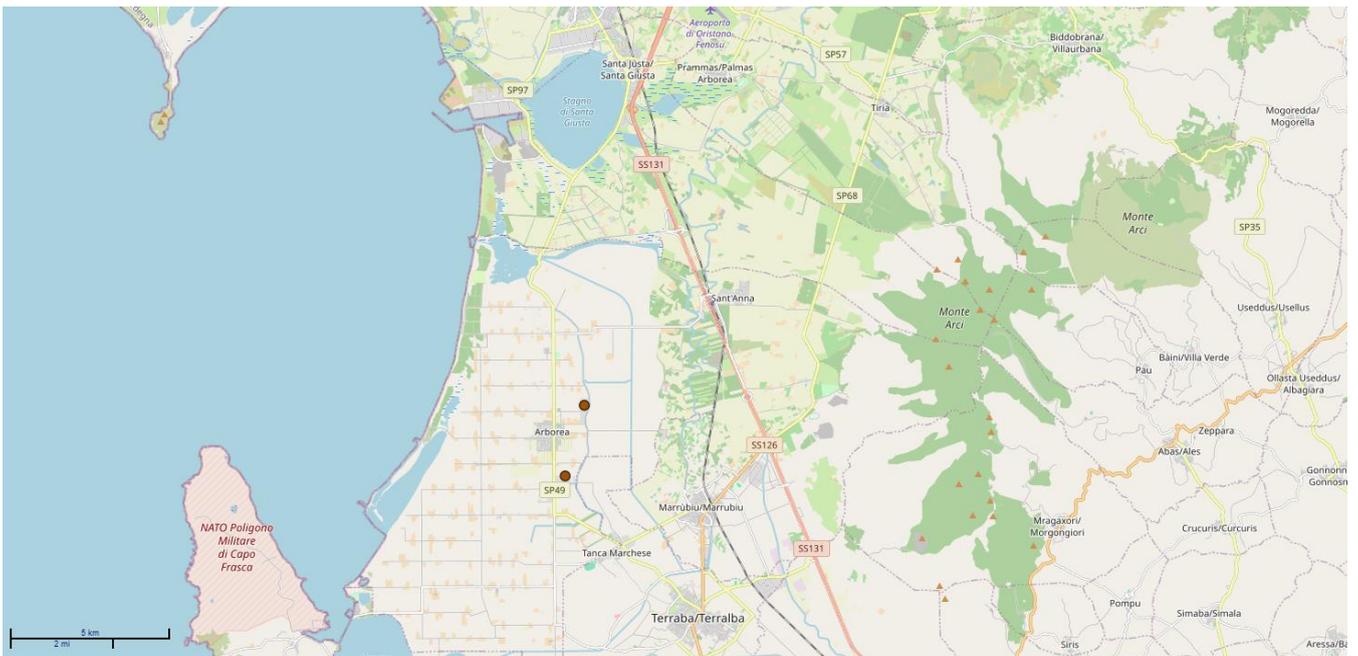
Il presente impianto ha i requisiti delle classi **A1, A2 e C di tipo 2**.



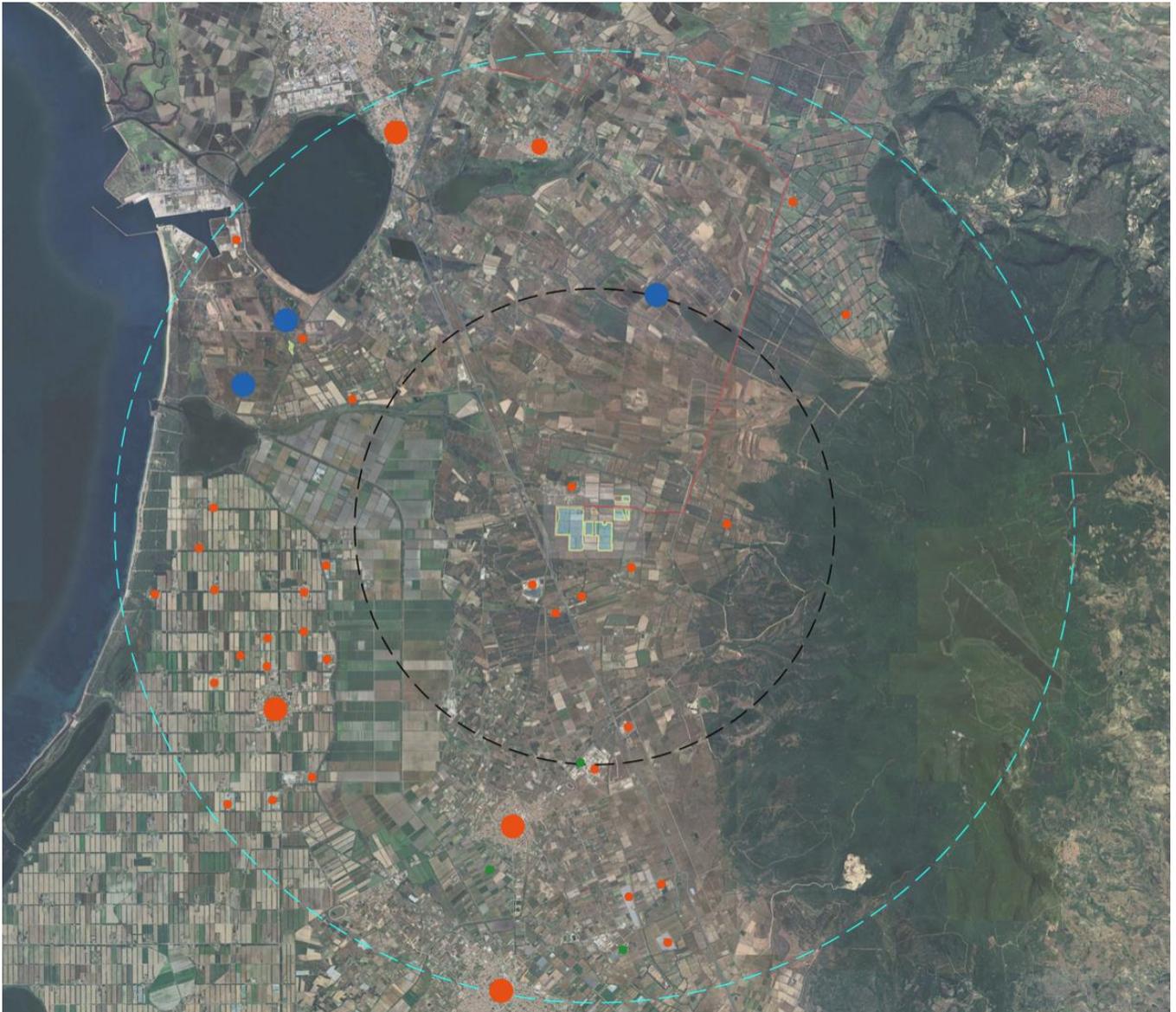
*WebGis di atla.gse, in giallo la produzione di elettricità da fonte solare.*



*WebGis di atla.gse, in verde la produzione di elettricit  da fonte eolica.*



*WebGis di atla.gse, in marrone la produzione di elettricit  da biomasse.*



*Estratto tavola AV- 51 INQUADRAMENTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO MARRUBIU E ALTRI IMPIANTI FER DI TIPO EOLICO E SOLARE*

### **Alternativa progettuale rispetto alle soluzioni tecniche per l'impianto ftv**

L'impianto fotovoltaico in progetto massimizza la potenza d'impianto in relazione alla superficie disponibile. Per questo progetto la scelta tecnologica dei moduli è ricaduta sul tipo in silicio monocristallino e sul sistema di inseguimento solare monoassiale di azimut autoalimentato che grazie ad un algoritmo proprietario è in grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto in impianti di produzione dell'energia da fonte fotovoltaica. Questa tecnologia permette di avere sostanziali incrementi di produttività tali da giustificare i costi di investimento iniziale superiori.

Le strutture sulle quali viene fissato il generatore fotovoltaico variano di geometria e tipologia, a seconda che l'impianto solare sia fisso o ad inseguimento. Un'alternativa progettuale è offerta dalle diverse possibilità di fissaggio dei moduli al terreno. L'ancoraggio al suolo è anche effettuato con pali infissi nel terreno o viti; tale soluzione è diventata negli anni lo standard di riferimento per centrali fotovoltaiche multi-megawatt realizzate su terreni agricoli, nel rispetto delle prescrizioni inserite nei pareri ambientali rilasciati dagli enti preposti a legiferare e vigilare in materia di autorizzazioni ambientali all'interno del quadro legislativo e regolatore nazionale.

A parità di produzione di energia elettrica, si può affermare che un impianto con strutture di tipo fisso, posizionate sempre mediante battipalo, interagisce con i fattori ambientali - popolazione e salute umana, biodiversità, geologia ed acque sotterranee, atmosfera, sistema paesaggistico - maggiormente del sistema su tracker di cui al progetto, generando un impatto negativo maggiore, specie l'interazione con la componente suolo per i seguenti motivi:

- le strutture fisse realizzano ombreggiamento sempre ed esclusivamente su stesse porzioni di suolo cosa che non avviene con strutture mobili che seguono l'andamento del sole; da considerare che l'aspetto dell'ombreggiamento è significativo per le modifiche che possono generarsi sul suolo e per i successivi utilizzi post dismissione
- le strutture fisse favoriscono una scarsa ventilazione al suolo; l'aspetto della ventilazione è significativo per le modifiche che possono generarsi sul suolo.

L'alterazione delle proprietà del suolo e maggiore probabilità l'interazione con la componente idrica superficiale per i seguenti motivi:

- la distanza dal suolo dei pannelli è inferiore rispetto al posizionamento su tracker nel momento di massima inclinazione.

Per queste motivazioni la scelta progettuale non è ricaduta sull'uso di strutture fotovoltaiche di tipo fisso.

Quando si decide di installare un impianto fotovoltaico ci si trova a dover effettuare la scelta tra diverse tecnologie tra quelle presenti in commercio:

1. pannelli in silicio monocristallino;
2. in silicio policristallino;
3. in silicio amorfo, detti anche "*a film sottile*".

I moduli mono e policristallini sono pannelli in silicio cristallino, e sono "*alternativi*" a quelli in silicio amorfo o a film sottile. Questi hanno una sostanziale differenza strutturale: non contengono cristalli in silicio

perfettamente strutturati. Le principali differenze tra i pannelli fotovoltaici di questo tipo è l'efficienza che non è, però, un

indicatore di qualità dei pannelli fotovoltaici, ma solo un rapporto tra produzione e superficie occupata.

La scelta progettuale è ricaduta sui moduli bifacciali. Questi sono costituiti da celle attive su entrambi i lati, che catturano l'energia del sole sia frontalmente che posteriormente, convertendola poi in energia elettrica.

Il valore aggiunto dei moduli fotovoltaici bifacciali riguarda, innanzitutto, le migliori performance lungo l'intera vita utile del sistema, dovute a una maggior produzione e resistenza del pannello.

I tre principali vantaggi sono:

- **Migliori prestazioni:** I moduli, catturando la luce riflessa sulla parte posteriore, garantiscono un incremento di produzione che può oscillare tra il 10 e il 25% in più rispetto a un modulo monofacciale a seconda dell'albedo. Poiché anche il lato posteriore del modulo è in grado di catturare la luce solare, è possibile ottenere un notevole incremento nella produzione di energia lungo tutta la vita del sistema.
- **Maggior durabilità:** Spesso il lato posteriore di un modulo bifacciale è dotato di uno strato di vetro aggiuntivo, per consentire alla luce di essere raccolta anche dal retro della cella FV. Questo conferisce al modulo caratteristiche di maggior rigidità, fattore che riduce al minimo lo stress meccanico a carico delle celle, dovuto al trasporto e all'installazione o a fattori ambientali esterni.
- **Riduzione dei costi:** Grazie all'aumento delle capacità produttive, il prezzo del vetro è tornato a livelli stabili dopo mesi di forti rincari. Tenendo conto che il vetro pesa per circa il 15% sui costi di produzione poiché presente in quantità maggiore rispetto ai moduli monofacciali, la stabilità dei prezzi raggiunta da questo materiale lascia ben sperare che i listini dei moduli bifacciali restino stabili. La bifaccialità, incrementando notevolmente l'efficienza del modulo e facendo quindi aumentare la densità di potenza dell'impianto, rende possibile la riduzione dell'area di installazione dell'impianto stesso e, quindi, anche i costi relativi al montaggio e cablaggio del sistema (strutture, cavi, manodopera, etc.).

Sulla base di tali considerazioni sebbene il costo del prodotto sia superiore al modulo tradizionale per il progetto proposto la scelta è ricaduta su questa tipologia di componente anche in considerazione della maggiore produzione dell'impianto a parità di superficie utilizzata rispetto ai moduli tradizionali.

### **Alternativa zero**

Non realizzare e mettere in funzione tale impianto avrebbe delle ripercussioni su:

1. **Ambiente:** la produzione di energia è necessaria, se non si vuole investire sulle rinnovabili, ossia quelle più pulite e che assicurano un approvvigionamento energetico in questo momento storico, le alternative risultano le fonti energetiche non rinnovabili, meno sicure sulla salute umana e più impattanti da un punto di vista ecologico e paesaggistico;

2. Perseguimento di obiettivi nazionali, europei e come sicuro beneficio ambientale globale e locale in termini di riduzione di emissioni climalteranti e di consumo di risorse non rinnovabili;
3. L'uso effettivo di questi terreni: l'attuale utilizzo agro-pastorale è stato messo in discussione dagli stessi utilizzatori attuali, poiché non ritengono più funzionale e conveniente la propria attività, cercando invece una coesistenza e/o parziale spostamento delle greggi e delle coltivazioni con la produzione energetica;
4. Nuovi posti di lavoro possibili tramite la progettazione, realizzazione, manutenzione e dismissione dell'impianto, con differenziazione dei settori.

## 2.2 FASE DI CANTIERIZZAZIONE

Le prime indicazioni del piano di sicurezza, inserite nella relazione omonima *Prime indicazioni piano di sicurezza*, scandiscono la fase di cantierizzazione in ulteriori quattro step:

FASE 1: Allestimento area di cantiere;

FASE 2: Preparazione aree di lavoro;

FASE 3: Realizzazione campo agrivoltaico;

FASE 4: Realizzazione opere di connessione;

FASE 5: Sgombero area di cantiere

### FASE 1

Nel dettaglio si prevede:

- a) modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- b) servizi igienico-assistenziali;
- c) viabilità principale di cantiere;
- d) gli impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- e) gli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- f) le disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 102 del D.Lgs. 81/2008 (Consultazione del RLS);
- g) le disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 92, comma 1, lettera c) (Cooperazione e coordinamento delle attività);
- h) le eventuali modalità di accesso dei mezzi di fornitura dei materiali;
- i) la dislocazione degli impianti di cantiere;
- l) la dislocazione delle zone di carico e scarico;
- m) le zone di deposito attrezzature e di stoccaggio materiali e dei rifiuti;
- n) le eventuali zone di deposito dei materiali con pericolo d'incendio o di esplosione.

## **FASE 2**

Nel dettaglio si prevede:

- Rimozione vegetazione esistente con scoticamento delle zone peggiori;
- Realizzazione della recinzione definitiva prevista a progetto di cantiere;
- Livellamento e preparazione dei piani campagna per la successiva installazione delle strutture a sostegno dei pannelli fotovoltaici.

## **FASE 3**

In tale fase sono previste tutte le attività relative alla realizzazione dei campi fotovoltaici. Nel dettaglio si prevede:

- Realizzazione di scotico superficiale per realizzazione zavorre di ancoraggio, in cemento armato gettato in opera, delle strutture di sostegno pannelli fotovoltaici;
- Realizzazione zavorre in cemento armato gettato in opera di ancoraggio delle strutture di sostegno pannelli fotovoltaici;
- Approvvigionamento delle strutture tracker di sostegno dei pannelli fotovoltaici e dei pannelli;
- Montaggio strutture metalliche e fissaggio su di esse dei pannelli fotovoltaici;
- Realizzazione linee aeree in apposite canaline a servizio degli impianti elettrici dei campi fotovoltaici;
- Realizzazione piattaforme cabine di trasformazione;
- Approvvigionamento cabine e di tutte le componenti di gestione, controllo e cablaggio dell'impianto (quadri, inverter, etc.);
- Montaggio cabine di trasformazione;
- Montaggio in cabina di tutte le apparecchiature di controllo e gestione dell'impianto e di tutte le apparecchiature di trasformazione e consegna della corrente elettrica;
- Realizzazione cablaggi (posa cavi elettrici in cavidotti interrati e collegamento alle apparecchiature in cabina);
- Collaudi.

Tali lavorazioni comportano rischi non solo per le attività di cantiere ma anche per le aree circostanti, rischi nel seguito descritti e che dovranno essere particolarmente sviluppati in occasione della redazione del PSC.

## **FASE 4**

In tale fase sono previste tutte le attività relative alla connessione dei campi fotovoltaici alla rete elettrica nazionale. Nel dettaglio si prevede:

- Realizzazione linee aeree in apposite canaline a servizio degli impianti elettrici dei campi fotovoltaici;

- Realizzazione delle piattaforme per cabine di consegna;
- Approvvigionamento cabina prefabbricata e di tutte le componenti di gestione e controllo [quadri, inverter, trafi, etc.];
- Montaggio cabina di consegna e di tutte le apparecchiature elettriche in essa previste;
- Realizzazione cablaggi [posa cavi elettrici in cavidotti interrati e collegamento alle apparecchiature in cabina];
- Montaggio apparecchiature in alta tensione;
- Collaudo con il gestore della rete nazionale;
- Lo svolgimento di tali attività comporta l'insorgenza di rischi per i lavoratori del tutto simili a quelli analizzati per la fase 3: realizzazione campo agrivoltaico. Inoltre, in tutte le suddette fasi è presente il rischio di elettrocuzione, in quanto lavori in prossimità e/o in tensione. Pertanto, tutti i lavori in tensione, prove elettriche, ecc. dovranno essere condotti secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-27 da personale opportunamente formato e con l'impiego di idonei DPI.

## **FASE 5**

In tale fase sono previste tutte le attività necessarie alla rimozione dell'area di cantiere ed alla restituzione delle aree eventualmente occupate allo stabilimento. Si prevede quindi la rimozione delle baracche di cantiere, delle macchine e di tutti gli apprestamenti utilizzati durante lo svolgimento delle lavorazioni.

Lungo il perimetro dell'impianto a ridosso del lato esterno della recinzione è prevista la realizzazione di una schermatura verde costituita da specie tipiche delle comunità vegetanti di origine spontanea della zona.

A titolo di mitigazione nei confini dell'impianto verranno inserite in fase di realizzazione dell'impianto specie di macchia mediterranea, quali lentischio, rosmarino, mirto, ginepro.

Le essenze arboree della macchia mediterranea e gli ulivi presentano:

1. una buona funzione schermante;
2. un buon valore estetico;
3. una elevata integrazione con il contesto.

Massima attenzione verrà posta nella prevenzione e gestione dei rischi per i lavoratori, per l'ecosistema e per il corretto funzionamento dell'impianto.



*Stato ante-operam e fotosimulazioni con inserimento impianto agrivoltaico.*



*Stato ante-operam e fotosimulazioni con inserimento impianto agrivoltaico.*



*Stato ante-operam e fotosimulazioni con inserimento impianto agrivoltaico.*

### 2.3 FASE DI ESERCIZIO

Affinché sia possibile mantenere come da standard i livelli prestazionali descritti nelle schede tecniche delle componenti facenti parte dell'impianto è necessario prevedere un piano di manutenzione.

Per manutenzione si intende il complesso delle attività tecniche ed amministrative rivolte al fine di conservare, o ripristinare la funzionalità e l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto. Si intende per funzionalità la loro idoneità ad adempiere le loro attività, ossia a fornire le prestazioni previste, mentre per efficienza la idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, della economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno.

**Definizione di manutenzione** (*Definizione Norma UNI 9910*): viene intesa manutenzione la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative. Sono quindi incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere

ad a riportare un bene o un servizio nello stato in cui possa eseguire la funzione richiesta. Mantenere quindi nel tempo la funzionalità e superare i guasti che si presentano, con il minor onere.

**Manutenzione ordinaria:** viene intesa manutenzione ordinaria, l'insieme di tutti gli interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso, nonché il comportamento per far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso.

**Manutenzione Straordinaria:** viene intesa manutenzione straordinaria, l'insieme di tutti gli interventi, con rinnovo e/o sostituzione di sue parti, che non modifichino in modo sostanziale le prestazioni dell'impianto. In caso di sostituzione, le parti sostituite dovranno essere destinate a riportare l'impianto stesso in condizioni ordinarie di esercizio. Sarà richiesto in genere l'impiego di strumenti o di attrezzi particolari, di uso non corrente, e che comunque non rientreranno nelle classificazioni di ampliamento, trasformazione e realizzazione di impianti.

**Definizione di verifica:** viene intesa verifica l'insieme delle operazioni necessarie ad accertare la rispondenza di un impianto elettrico a requisiti prestabiliti.

La verifica sarà necessaria ai fini della constatazione che tutti i requisiti di sicurezza e della regola dell'arte accertati durante il collaudo siano ancora in essere, accertando rispettivamente se l'impianto possiede i requisiti necessari per ridurre il rischio elettrico al di sotto del limite accettabile, se l'impianto possiede le adeguate prestazioni, se l'impianto è conforme a quanto previsto prestazionalmente nel progetto del Committente.

### **Altre definizioni importanti**

Per *affidabilità* si intende l'attitudine di un apparecchio, o di un impianto, a conservare funzionalità ed efficienza per tutta la durata della sua vita utile, ossia per il periodo di tempo che intercorre tra la messa in funzione ed il momento in cui si verifica un deterioramento, od un guasto irreparabile, o per il quale la riparazione si presenta non conveniente.

*Vita presunta* è la vita utile che, in base all'esperienza, si può ragionevolmente attribuire ad un apparecchio, o ad un impianto.

Si parla inoltre di:

- deterioramento, quando un apparecchio, od un impianto, presentano una diminuzione di funzionalità e/o di efficienza;
- disservizio, quando un apparecchio, od un impianto, vanno fuori servizio;

- guasto, quando un apparecchio, od un impianto, non sono più in grado di adempiere alla loro funzione;
- riparazione, quando si stabilisce la funzionalità e/o l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- ripristino, quando si ripristina un manufatto;
- controllo, quando si procede alla verifica della funzionalità e/o della efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- revisione, quando si effettua un controllo generale, di un apparecchio, o di un impianto, ciò che può implicare smontaggi, sostituzione di parti, rettifiche, aggiustaggi, lavaggi, ecc..
- manutenzione secondo necessità è quella che si attua in caso di guasto, disservizio o deterioramento;
- manutenzione preventiva è l'azione diretta a prevenire guasti e disservizi ed a limitare i deterioramenti;
- manutenzione programmata è la forma di manutenzione preventiva, in cui si prevedono operazioni eseguite periodicamente, secondo un programma prestabilito;
- manutenzione programmata preventiva, è un sistema di manutenzione in cui gli interventi vengono eseguiti in base ai controlli eseguiti periodicamente secondo un programma prestabilito.



*Fase di esercizio.*

## 2.4 FASE DI DISMISSIONE

L'impianto sarà dismesso ipotizzando una vita di progetto di circa 25-30 anni dalla data di entrata in esercizio, secondo le prescrizioni normative in vigore al momento.

Le parti prefabbricate dell'impianto sono:

- la cabina di raccolta e successiva consegna (punto di connessione con la rete del Distributore di Rete Locale TERNA);
- le cabine di trasformazione MT/BT;
- la sottostazione AT/MT;

Al termine dell'esercizio dell'impianto, ci sarà la fase di dismissione e demolizione delle strutture, che restituirà le aree al loro stato originario, preesistente al progetto, come previsto anche nel comma 4 dell'art.12 del D.Lgs. 387/2003.

La dismissione di un impianto agrivoltaico è una operazione non entrata in uso comune data la capacità dell'impianto di continuare nel proprio funzionamento di conversione dell'energia ma soprattutto di poter essere rinnovato e mantenuto nel tempo.



*Fase di dismissione.*

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili in:

1. Sezionamento impianto lato DC e lato CA (Dispositivo di generatore);
2. Sezionamento in BT e MT (locale cabina di trasformazione);
3. Scollegamento serie moduli fotovoltaici mediante connettori tipo multicontact;
4. Scollegamento cavi lato c.c. e lato c.a.;
5. Smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno;
6. Impacchettamento moduli mediante contenitori di sostegno;
7. Smontaggio sistema di illuminazione;
8. Smontaggio sistema di videosorveglianza;

9. Rimozione cavi da canali interrati;
10. Rimozione pozzetti di ispezione;
11. Rimozione parti delle power station;
12. Smontaggio struttura metallica tracker;
13. Rimozione parti elettriche dalle cabine di trasformazione;
14. Rimozione manufatti prefabbricati;
15. Consegna materiali a ditte specializzate allo smaltimento

I codici C.E.R. (o Catalogo Europeo dei Rifiuti) sono delle sequenze numeriche, composte da cifre riunite in coppie, volte ad identificare un rifiuto, di norma, in base al processo produttivo da cui è originato. I codici, in tutto 839, divisi in *'pericolosi'* e *'non pericolosi'* sono inseriti all'interno dell' *"Elenco dei rifiuti"* istituito dall'Unione Europea con la Decisione 2000/532/CE.

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

L'elenco dei rifiuti riportato nella decisione 2000/532/CE è stato trasposto in Italia con 2 provvedimenti di riordino della normativa sui rifiuti:

- il D.Lgs. 152/2006 (recante *"Norme in materia ambientale"*), allegato D, parte IV;
- il D.M. dell'Ambiente del 2 maggio 2006 (*"Istituzione dell'elenco dei rifiuti"*) emanato in attuazione del D.Lgs. 152/2006.

Sono poi state emanate:

- Legge 27 dicembre 2006, n. 296 all'art.1, comma 1116: stabilisce la realizzazione di un sistema integrato per il controllo e la tracciabilità dei rifiuti, in funzione ed in rapporto:
  - alla sicurezza nazionale;
  - alla prevenzione e repressione dei gravi fenomeni di criminalità organizzata in ambito di smaltimento illecito dei rifiuti.
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4 all'art.2, comma 24: stabilisce l'obbligo per alcune categorie di soggetti di installazione ed utilizzo di apparecchiature elettroniche, ai fini della trasmissione e raccolta di informazioni su produzione, detenzione, trasporto, recupero e smaltimento di rifiuti.
- Legge 3 agosto 2009, n. 102 all'art. 14-bis: affida al Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare la realizzazione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti speciali e di quelli urbani limitatamente alla Regione Campania, attraverso uno o più decreti che dovranno, tra l'altro, definirne:
  - tempi e modalità di attivazione;
  - data di operatività del sistema;

- informazioni da fornire;
  - modalità di fornitura e di aggiornamento dei dati;
  - modalità di interconnessione ed interoperabilità con altri sistemi informativi;
  - modalità di elaborazione dei dati;
  - modalità con le quali le informazioni contenute nel sistema informatico dovranno essere detenute e messe a disposizione delle autorità di controllo;
  - entità dei contributi da porre a carico dei soggetti obbligati per la costituzione e funzionamento del sistema.
- Direttiva UE 2008/98/CE relativa ai rifiuti, attualmente in fase di recepimento, la quale, tra l'altro:
    - stabilisce l'obiettivo di ridurre al minimo le conseguenze della produzione e della gestione di rifiuti per la salute umana e per l'ambiente (art. 1);
    - riconosce il principio "*chi inquina paga*" (art.14);
    - obbliga gli Stati ad adottare misure affinché produzione, raccolta, trasporto, stoccaggio e trattamento dei rifiuti pericolosi siano eseguiti in condizioni da garantire protezione dell'ambiente e della salute umana; a tal fine prevede, tra l'altro, l'adozione di misure volte a garantire la tracciabilità dalla produzione alla destinazione finale ed il controllo dei rifiuti pericolosi, per soddisfare i requisiti informativi su quantità e qualità di rifiuti pericolosi prodotti o gestiti (art.17);
    - stabilisce che le sanzioni debbano essere efficaci, proporzionate e dissuasive (art.36).

Le strutture presenti nell'area che dovranno essere smaltite sono le seguenti:

	Codice C.E.R.	Descrizione
2.1	17 04 05	Parti strutturali in acciaio di sostegno dei pannelli
2.2	16 02 16	Pannelli fotovoltaici
2.3	17 04 05	Recinzione in metallo plastificato, PVC, paletti di sostegno in acciaio, cancelli sia carrabili che pedonali
2.4	17 09 04	Calcestruzzo prefabbricato dei locali cabine elettriche
2.5	17 04 11	Linee elettriche di collegamento dei vari pannelli fotovoltaici
2.6	16 02 16	Macchinari ed attrezzature elettromeccaniche, compreso il sistema di illuminazione e videosorveglianza
2.7	17 04 05	Infissi delle cabine elettriche

La rimozione dei materiali, macchinari, attrezzature, edifici prefabbricati e quant'altro presente nel terreno seguirà una tempistica dettata dalla tipologia del materiale da rimuovere e, precisamente, dalla

determinazione della riutilizzabilità di detti materiali (vedi recinzione, cancelli, infissi, cavi elettrici, ecc.) o del loro necessario smaltimento e/o recupero (vedi pannelli fotovoltaici, opere fondali in cls, ecc.).

In prima fase si procederà prima alla eliminazione di tutte le parti (apparecchiature, macchinari, cavidotti, ecc.) riutilizzabili, con loro allontanamento e collocamento in magazzino.

Successivamente si procederà alla demolizione delle altre parti non riutilizzabili.

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

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

L'obiettivo è quello di riciclare pressochè totalmente i materiali impiegati, nella logica del *up-cycle* che prolunghi la vita di ogni componente tecnologico e non. Infatti circa il 90% del peso del solo modulo è composto da materiali che possono essere riciclati attraverso operazioni di separazione e lavaggio; i principali componenti di un pannello fotovoltaico sono infatti silicio, componenti elettrici, metalli e vetro.

La tecnologia per il recupero e riciclo dei materiali, valida per i pannelli a silicio cristallino è una realtà industriale che va consolidandosi sempre più.

Questa operazione avverrà tramite l'attività di operai specializzati: tale lavoro seguirà al distacco di tutto l'impianto dalla rete di distribuzione del Gestore di riferimento.

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

I mezzi che in questa fase della progettazione sono stati valutati al fine del loro probabile utilizzo nelle operazioni di dismissione dell'impianto possono essere i seguenti:

- Pala gommata n. 1
- Escavatore n. 1
- Bob-cat n. 1
- Automezzo dotato di gru n. 1
- Carrelloni trasporta mezzi meccanici n. 1

Tutte le operazioni di dismissione potranno essere eseguite in un periodo presunto di circa sei mesi dal distacco dell'impianto dalla linea elettrica, salvo eventi climatici sfavorevoli. I rifiuti derivanti dalle diverse fasi d'intervento verranno smaltiti attraverso ditte debitamente autorizzate nel rispetto della normativa

vigente al momento. Per i necessari interventi per la viabilità interna al lotto, il sistema viario a sostegno della produttività dell'impianto non dovrà includere in alcun modo strade asfaltate, bensì strade bianche a servizio dell'impianto fotovoltaico. Queste opere, in fase di realizzazione, dovranno avere l'obiettivo di mantenere e garantire la stabilità dei luoghi, potenziando gli habitat, cercando di ottenere la massima diversità biologica e morfologica del contesto territoriale. In fase di dismissione, le opere previste al fine della riqualificazione ambientale vedrà il ripristino dell'area nel rispetto dell'orografia preesistente.

In fase di dismissione bisognerà aver cura di mantenere alti i livelli di fertilità del suolo tramite nuove piantumazioni di essenze vegetali arbustive ed arboree che saranno sostenibilmente considerate dall'azienda agro-pastorale già pre-insediata.

Saranno da monitorare i vari impatti indicati nella relazione *Piano di dismissione e ripristino ambientale*.



*Fase di rinaturalizzazione post-dismissione.*



### 3. MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio ambientale rappresenta l'insieme di azioni che consente di verificare le trasformazioni che intervengono nell'ambiente, attraverso la rilevazione dei parametri biologico-chimico-fisici e degli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio. Deve pertanto garantire la piena coerenza con i contenuti del SIA, relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario *ante operam* e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (in corso d'opera e *post operam*).

Lo scopo è quello di esaminare le eventuali variazioni che potrebbero manifestarsi o si manifesteranno nell'ambiente a seguito della messa in opera dell'impianto, ricercandone le cause per capire se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per individuare opere correttive di mitigazione e neutralizzazione, al fine di ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio ambientale si pone primariamente i seguenti obiettivi:

- a. verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per le fasi di cantierizzazione e di esercizio dell'impianto;
- b. correlare gli stati *ante operam*, in corso d'opera e *post operam*, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- c. garantire in fase di costruzione il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- d. verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione, in fase di cantiere posti in essere per ridurre gli impatti ambientali dovuti alle operazioni di costruzione dell'opera;
- e. effettuare nelle fasi di costruzione e di esercizio gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni;
- f. verificare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere in fase di esercizio dell'opera per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente;
- g. l'archiviazione, il controllo e la gestione dei dati per il controllo degli impatti sulle diverse componenti ambientali e per la diffusione dei risultati è un ulteriore obiettivo del piano.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale, redatto secondo le predisposizioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, si articola nelle seguenti fasi:

- **Monitoraggio Ante Operam (AO)**, per fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima;

- **Monitoraggio in Corso d'Opera (CO)**, per documentare l'evolversi della situazione ambientale presente *ante operam* coerentemente alle previsioni dello studio di impatto ambientale;
- **Monitoraggio Post Operam (PO)**, al fine di verificare la fase di dismissione e gli effetti ad essa successivi.

Per tali motivi si prevede che:

- il Monitoraggio *Ante Operam* (AO) verrà eseguito prima dell'avvio della fase di cantiere;
- il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO) segnalerà la manifestazione di eventuali emergenze ambientali, garantendo la possibilità di intervento nei modi e nelle forme ritenute più opportune;
- il Monitoraggio *Post Operam* o in esercizio (PO) permette di constatare l'efficacia delle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate, ovvero di verificare la necessità di interventi aggiuntivi, e di stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali.

Per ciascuna componente/fattore ambientale sono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

1. Atmosfera e Clima (qualità dell'aria);
2. Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali);
3. Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
4. Paesaggio e beni culturali.
5. Ecosistemi e biodiversità (componente vegetazione, fauna);
6. Salute Pubblica (rumore).

Le modalità di esecuzione delle rilevazioni previste sono state definite sulla base delle indicazioni dello studio di VIA che della normativa vigente per ciascuna componente, allo scopo di individuare:

- parametri da monitorare;
- valori di soglia e di riferimento;
- criteri e durata di campionamento.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione *Piano di Monitoraggio Ambientale*.

## 4. ANALISI COSTI-BENEFICI

L'energia prodotta da pannelli fotovoltaici, coniugati in un sistema di produzione agricola, risponde a numerosi benefici che verranno di seguito meglio descritti. L'energia elettrica prodotta dal sole sostituisce l'energia altrimenti prodotta attraverso fonti convenzionali non rinnovabili ed inquinanti e contribuisce alla diversificazione delle fonti, a favore della linea di sviluppo della generazione energetica distribuita. È necessario sottolineare fattori fondamentali per la ripresa economica del Paese quali l'incremento del prodotto interno lordo, l'aumento dell'occupazione, la diminuzione del picco giornaliero della domanda energetica e il miglioramento della bilancia commerciale. Tutto questo senza mai dimenticare i benefici sull'ambiente e sulla salute in termini di riduzione delle emissioni nocive ma anche in termini economici seguendo le direttive europee che devono essere rispettate pena sanzioni.

Attraverso un'analisi dei costi e dei benefici attesi, che possono essere sia interni che esterni al progetto, è possibile definire in via teorica un'analisi economica per avere una valutazione di progetto che definisca chiaramente se il progetto sia economicamente conveniente e se porti dei benefici anche a livello sociale.

I costi di esercizio di un impianto FTV possono comprendere una copertura assicurativa contro i danni provocati da eventi atmosferici, incendio, furto, guasti alle macchine, etc. Contrariamente a quanto ci si può aspettare il costo della manutenzione ordinaria è irrisorio: rispetto ad altre tecnologie i pannelli fotovoltaici sono in grado di produrre energia con un'usura dei componenti praticamente nulla. Gli unici interventi che potrebbero essere necessari sono la pulizia periodica dei moduli e l'eventuale sostituzione della scheda dell'inverter dopo una decina di anni, ma solo in caso di guasto.

I benefici del presente settore non si limitano solo a quello industriale in sé stesso ma creano valore aggiunto anche nel cosiddetto indotto per banche e istituti di credito, compagnie assicurative, studi legali, fiscali e notarili, imprese edili, trafile e, smaltitori amianto, coperturisti, prefabbricatori ecc. Lo sviluppo del settore fotovoltaico ha permesso a molte piccole e medie imprese di esplorare nuovi sbocchi tecnologici, riconvertendo la propria produzione, ha dato vita a nuove aziende e dipartimenti specializzati, svolgendo una funzione anticiclica per uscire dalla crisi economica.

Il principale ostacolo all'installazione di questo tipo di tecnologia è stato, per lungo tempo, l'alto costo degli impianti stessi, e di conseguenza dell'energia prodotta. Tali limiti sono stati fortemente ridotti negli ultimi anni dalla produzione in massa, conseguenza diretta dell'incentivazione offerta alla produzione di energia solare che ha portato ad un sostanziale abbattimento dei costi. Molte speranze si possono riporre nel fotovoltaico, se integrato con gli altri sistemi di energia rinnovabile (come energia eolica, energia delle maree

e energia da biomassa), per la sostituzione delle energie a fonti fossili. Segnali di questo tipo provengono da diverse esperienze europee. In Italia è consentita l'installazione di impianti fotovoltaici anche sulle aree agricole solo se soddisfano i requisiti in merito alla compatibilità ambientale. L'affidabilità a lungo termine dei moduli fotovoltaici è fondamentale per garantire la fattibilità tecnica ed economica del fotovoltaico come fonte energetica di successo. L'analisi dei meccanismi di degrado dei moduli fotovoltaici è fondamentale per garantire una durata di vita attuale superiore a 25 anni.

I cambiamenti climatici, l'aumento del prezzo del petrolio e le elevate emissioni di CO<sub>2</sub> hanno acceso l'interesse per le fonti energetiche rinnovabili: allo stato attuale si rende necessario ridurre il consumo dei combustibili fossili. Le energie rinnovabili producono nel loro esercizio e smaltimento un impatto ambientale trascurabile.

È possibile stimare le quantità di energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico per generare la stessa energia prodotta da combustibili fossili e valutare quindi l'energia primaria risparmiata e le emissioni di gas serra evitate. L'impianto proposto consentirà un notevole risparmio di olio combustibile per la produzione di energia, evitando inoltre la produzione di CO<sub>2</sub>. La tecnologia fotovoltaica converte, istantaneamente, l'energia solare in energia elettrica senza l'uso di combustibile grazie all'effetto fotoelettrico, cioè la capacità che hanno alcuni semiconduttori, opportunamente trattati, di generare elettricità se sottoposti alla luce. La componente base di un impianto fotovoltaico è la cella fotovoltaica, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, ovvero quando si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1.000 W/m<sup>2</sup>. È noto come, alla veloce crescita iniziale della creazione di impianti fotovoltaici, favorita dai meccanismi di incentivazione denominati Conto Energia segua, a partire dal 2013, si è affermata una fase di consolidamento caratterizzata da uno sviluppo più graduale. Gli impianti entrati in esercizio nel corso del 2020 hanno una potenza media di 13,5 kW; si tratta del dato più alto osservato dal 2013, legato principalmente all'installazione, nel corso dell'anno, di alcune centrali fotovoltaiche di dimensioni rilevanti. La taglia media cumulata degli impianti fotovoltaici nel 2020 conferma il trend decrescente, attestandosi a 23,1 kW.

La posizione geografica della Sardegna, come evidenziato anche dal Piano Energetico Ambientale Regionale, è particolarmente favorevole per lo sviluppo delle energie rinnovabili, se si considera il livello di insolazione che permette un rendimento ottimale del sistema fotovoltaico. Dall'applicazione della norma si ottiene in Sardegna un irraggiamento globale annuo per una superficie inclinata di 30° pari a circa 1800 kWh/m<sup>2</sup>/anno. L'impianto fotovoltaico raggiunge i picchi di produzione durante gli intervalli temporali costituiti dalle ore centrali dei giorni del periodo estivo. All'interno di questi stessi intervalli temporali si verificano anche i picchi massimi di fabbisogno elettrico nazionale. La sovrapposizione temporale tra picchi di produzione

dell'impianto fotovoltaico e picchi di fabbisogno nazionale comporta un effettivo smorzamento di questi ultimi. L'impianto quindi persegue pienamente i benefici energetici, in termini di investimenti su opere e infrastrutture.

Un'altra informazione importante è che nessuna tecnologia per la produzione di energia ha avuto un tale calo dei prezzi nell'ultimo decennio. L'esempio più lampante è quello dei moduli di silicio multicristallino che nel 2010 costavano circa 2 dollari a watt mentre lo scorso anno hanno toccato gli 0,20, circa il 90% in meno. Contemporaneamente si è assistito a una straordinaria diffusione del fotovoltaico, cresciuto di circa 6 volte nel medesimo lasso temporale. La potenza solare globale infatti è passata da 16 Gigawatt nel 2010 a 105 Gigawatt nel 2019.

Nel caso dell'impianto fotovoltaico in progetto da un punto di vista socio-economico, le interferenze più rilevanti sono legate alla realizzazione e dismissione dell'opera. Gli aspetti negativi che potrebbero avere un impatto significativo nel caso della realizzazione dell'opera considerata possono essere raggruppati in due categorie:

1. aspetti di natura ambientale e paesaggistica;
2. aspetti insediativi e infrastrutturali.

Vengono di seguito analizzate ma sono, in ogni caso, dettagliate all'interno del SIA.

Le principali interferenze sono da ricondurre a:

1. La produzione e la gestione di rifiuti, in fase di cantierizzazione si intendono rifiuti quali imballaggi, in fase di manutenzione la possibilità di sostituire e smaltire qualche pannello malfunzionante, in fase di dismissione lo smaltimento e il riciclo di tutte le componenti elettriche/elettroniche/metalliche che vanno a creare l'impianto. Come si è visto però la dismissione può essere l'alimentazione di un processo di riconversione e riuso dei materiali riciclabili, pertanto si considera un impatto basso.
2. Le emissioni gassose in atmosfera imputabili al traffico veicolare durante le fasi di cantiere per l'allestimento del parco fotovoltaico e di dismissione dello stesso, e prevedono l'utilizzo mezzi meccanici lungo tutta la durata del cantiere, per il trasporto delle strutture, dei moduli e di altre utilities. Il rumore prodotto è relativo alla preparazione del terreno, al montaggio delle strutture e ai mezzi meccanici utilizzati. Le emissioni sono prodotte solo in fase di cantierizzazione, costruzione e dismissione, pertanto si prevede che gli impatti sono temporanei e reversibili.
3. Il consumo del suolo. Le interferenze potrebbero interferire sia alla fauna che alla flora esistente nell'area in quanto viene occupato suolo agricolo. I disturbi alla fauna sono imputabili al disturbo generato in fase di cantiere e alla limitata sottrazione di aree non di pregio e poco abitate dalle specie

animali selvatiche. L'occupazione del sito, modifica parzialmente le condizioni ecologiche, essendo il sito caratterizzato da vegetazione già fortemente antropizzata. Verranno piantate specie erbacee tipiche della macchia mediterranea sia all'interno dell'area che a confine per mitigare la visuale dell'impianto agrivoltaico, limitando così i possibili impatti su flora, fauna e corridoi ecologici.

4. Le radiazioni non ionizzanti prodotte dall'impianto saranno dovute ai soli campi elettromagnetici correlati alla trasmissione dell'energia elettrica, mediante: linee di bassa tensione continua che collegheranno i moduli ai quadri e all'inverter; il cavo di media tensione alternata che collega l'inverter alla cabina di consegna; l'elettrodotto AT con il cavo di collegamento alla Stazione. I campi elettromagnetici prodotti dai cavi in canaletta fuori terra e quelli prodotti dalle cabine di trasformazione sono da considerarsi poco significativi, in particolare questi ultimi si mantengono solo entro qualche metro di distanza dal perimetro della cabina stessa. Queste però sono previste entro i limiti di legge e verranno monitorate.

## 5. CONCLUSIONI

In conclusione si ritiene di avere adeguatamente riportato considerazioni sintetizzate sul presente progetto agrivoltaico riguardanti la tipologia dell'opera, la sua localizzazione tramite indagine geologica-geotecnica, agronomica, botanica, faunistica, archeologica, fornendo il quadro normativo col quale il progetto si deve relazionare. Sono state fornite inoltre motivazioni per cui il progetto ha motivo di essere costruito in quel sito considerando ulteriori alternative progettuali. Si sono inoltre approfondite le diverse fasi di vita dell'impianto, concludendo la relazione con una sintesi del piano di monitoraggio ambientale e dell'analisi costi-benefici.

**Ing. Stefano Floris**

