



LUGLIO 2023

FLYNIS PV 42 S.r.l.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 56,55 MW
COMUNE DI CARBONIA (CI)

Montano

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO**
Relazione Paesaggistica

Progettisti (o coordinamento)

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

Codice elaborato

2983_5376_CA_VIA_R26_Rev0_Relazione Paesaggistica

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2983_5376_CA_VIA_R26_Rev0_Relazione Paesaggistica Semplificata	07/2023	Prima emissione	G.d.L	Mcu	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Marco Corrù	Project Manager	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Giulia Peirano	Architetto	Ordine Arch. Milano n. 20208
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Corrado Landi	Ingegnere Ambientale	
Carolina Ferraro	Ingegnere idraulico	
Luca Morelli	Ingegnere Ambientale	
Matteo Cuda	Naturalista	
Graziella Cusmano	Architetto	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Annovazzi Lodi	Ingegnere Ambientale	
Daniele Moncecchi	Ingegnere Ambientale	
Raffaella Bertolini	Biologo Ambientale	
Carla Marcis	Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Andrea Mastio	Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio	
Leonardo Cuscito	Perito Agrario laureato	Periti Agrari della provincia di Bari, n° 1371
Eliana Santoro	Agronomo	Agronomo albo n.883 dottori agronomi e forestali provincia di Torino
Emanuela Gaia Forni	Dott.ssa Scienze e Tecnologie Agrarie	
Edoardo Bronzini	Agronomo	Albo n.1026 Dottori Agronomi e Forestali Provincia di Torino
Chiara Caltagirone	Dott.ssa Scienze e Tecnologie Agrarie	
Giancarlo Carboni	Geologo	
Rosana Pla Orquin	Professionista Archeologo I Fascia	
Luca Doro	Professionista Archeologo I Fascia	
Gabriele Carenti	Professionista Archeologo I Fascia	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA.....	6
2. TIPOLOGIA DELL’OPERA.....	7
2.1 CARATTERISTICHE FISICHE DI INSIEME DEL PROGETTO	8
2.2 LAYOUT DI IMPIANTO	9
2.2.1 Impianto Fotovoltaico.....	9
2.2.2 Sistema BESS.....	11
3. CARATTERE DELL’INTERVENTO	13
4. DESTINAZIONE D’USO	14
5. CONTESTO PAESAGGISTICO DELL’OPERA	15
5.1 BENI MATERIALI E PATRIMONIO CULTURALE.....	15
5.2 IL PAESAGGIO.....	16
5.3 LE COMPONENTI DEL PAESAGGIO	17
5.3.1 Componente Naturalistica.....	17
5.3.2 Componente Agraria	18
5.3.3 Componente Storico Archeologica.....	18
5.3.4 Componente Urbana e Infrastrutturale	19
6. MORFOLOGIA DEL CONTESTO PAESAGGISTICO	20
7. UBICAZIONE DELL’OPERA	21
7.1 DECRETO LEGISLATIVO N. 42 DEL 22/01/04 “CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO”	21
7.2 PIANO PAESAGGISTICO TERRITORIALE REGIONALE	22
7.3 PIANO URBANISTICO PROVINCIALE DEL SUD SARDEGNA (PTCP EX PROVINCIA DI CARBONIA IGLESIAS)	28
7.4 PIANIFICAZIONE COMUNALE	32
7.4.1 Piano Urbanistico Comunale di Carbonia.....	32
7.4.2 Piano Urbanistico Comunale di Gonnese	34
8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLO STATO ATTUALE	38
9. PRESENZA DI IMMPOBILI ED AREE DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO	48
10. PRESENZA DI AREE TUTELE PER LEGGE	49
11. DESCRIZIONE SISNTETICA DELLO STATO ATTUALE DELL’AREA DI INTERVENTO	51
12. DESCRIZIONE SINTETICA DELL’INTERVENTO E DELLE CARATTERISTICHE DELL’OPERA	52
12.1 DESCRIZIONE DELLE COMPONENTI DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	52
12.1.1 Moduli Fotovoltaici	53
12.1.2 Strutture di Supporto	53
12.1.3 String Box	54
12.1.4 Power Station.....	55
12.1.5 Cabine di Smistamento	57
12.1.6 Cavi di Potenza BT e AT	57
12.1.7 Cavi di Controllo e TLC	57
12.1.8 Sistema SCADA	57
12.1.9 Monitoraggio Ambientale	58
12.1.10 Recinzione	58
12.1.11 Sistema di drenaggio.....	59



12.1.12	Sistema di sicurezza antintrusione.....	59
12.1.13	Viabilità del Sito.....	60
12.1.14	Sistema antincendio.....	60
12.2	IL SISTEMA BESS.....	61
12.3	IL PROGETTO AGRONOMICO	61
12.3.1	Lavori preliminari per la messa in atto dell'ipotesi progettuale.....	64
12.3.2	Mandorleto superintensivo	66
12.3.3	Avvicendamento di erbai annuali	77
12.4	OPERE A VERDE DI MITGAZIONE.....	82
13.	EFFETTI CONSEGUENTI ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA.....	92
13.1	POTENZIALE IMPATTO IN FASE DI CANTIERE.....	95
13.2	POTENZIALE IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO	95
13.3	POTENZIALE IMPATTO IN FASE DI DISMISSIONE	104
14.	EVENTUALI FIGURE DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO	105
15.	INDICAZIONE DEI CONTENUTI PERCETTIVI DELLA DISCIPLINA PAESAGGISTICA VIGENTE IN RIFERIMENTO ALLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO: CONFORMITA' CON I CONTENUTI DELLA DISCIPLINA	
	113	

ELABORATI GRAFICI

TAVOLA 01	2983_5376_CA_VIA_T02_Rev0_Inquadramento_IGM
TAVOLA 02	2983_5376_CA_VIA_T03_Rev0_Inquadramento_CTR
TAVOLA 03	2983_5376_CA_VIA_T07.1_Rev0_Layout di progetto
TAVOLA 04	2983_5376_CA_VIA_T07.2_Rev0_Layout BESS
TAVOLA 05	2983_5376_CA_VIA_T16.1_Rev0_Tavola Documentazione Fotografica e Fotoinserimenti
TAVOLA 06	2983_5376_CA_VIA_T16.2_Rev0_Tavola Documentazione Fotografica e Fotoinserimenti

ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01	2983_5376_CA_VIA_R21_Rev0_Valutazione Preventiva dell'interesse Archeologico
ALLEGATO 02	2983_5376_CA_VIA_R21_A01_Rev0_Allegati alla VPIA



1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo FLYNIS PV 42 S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a ovest del territorio comunale di Carbonia (CI) di potenza pari a 56,55 MW su un'area catastale di circa 155,03 ettari complessivi di cui circa 87,61 ha recintati.

FLYNIS PV 42 S.r.l., è una società italiana con sede legale in Italia nella città di Milano (MI). Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Il progetto in esame è in linea con quanto previsto dal: "Pacchetto per l'energia pulita (Clean Energy Package)" presentato dalla Commissione europea nel novembre 2016 contenente gli obiettivi al 2030 in materia di emissioni di gas serra, fonti rinnovabili ed efficienza energetica e da quanto previsto dal Decreto 10 novembre 2017 di approvazione della Strategia energetica nazionale emanato dal Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali che saranno installati su strutture mobili (tracker) di tipo monoassiale mediante palo infisso nel terreno.

Le strutture saranno posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno, i pali di sostegno delle strutture tracker sono posizionati distanti tra loro di 12 metri. Tali distanze sono state applicate per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento. Saranno utilizzate due tipologie di strutture composte rispettivamente da 28 (tipo 1) e 14 (tipo 2) moduli.

Inoltre, all'interno di una sezione dell'impianto, è prevista l'installazione di un sistema di batterie di accumulo (BESS) pari a 25 MW per 4 ore.

I terreni non occupati dalle strutture dell'impianto continueranno ad essere adibiti ad uso agricolo; in particolare è prevista, per una porzione dell'impianto pari a 10,94 ha, la piantumazione e coltivazione di mandorleti (secondo il modello superintensivo), e per la restante porzione, pari a 76,68 ha, verranno piantumate e coltivate le specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione.

Il progetto rispetta i requisiti riportati all'interno delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" in quanto la superficie minima per l'attività agricola è pari al 77,7% mentre la LAOR (percentuale di superficie ricoperta dai moduli) è pari al 36,3%.

La corrente elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici sarà convertita e trasformata tramite l'installazione di 15 Power Station. Infine, l'impianto fotovoltaico sarà allacciato, con soluzione in cavo interrato di lunghezza pari a circa 8,60 km, in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN 220/36 kV da inserire in entrata-uscita alla linea RTN 220 kV "Sulcis-Oristano"

Il presente elaborato costituisce la Relazione Paesaggistica prevista dal decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005, dovuto dal Proponente ai sensi dell'art. 23 co. 1 lett. g-bis del D.Lgs 152/06, relativa alla realizzazione di un Impianto Agrivoltaico, sito nel territorio comunale di Carbonia (SS) delle relative opere connesse.

2. TIPOLOGIA DELL'OPERA

Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Carbonia, in Provincia di Carbonia-Iglesias. L'area di progetto è divisa in 15 sezioni tutte adiacenti e situate a circa 4,9 km a nord ovest del centro abitato di Carbonia (CI).

Le sezioni dell'impianto, collocate a pochi metri a sud ovest della cava "Medau Is Fenus", risultano divise tra di loro da diversi elementi presenti nel territorio, come viabilità esistente, linee taglia fuoco, elementi idrici e linea elettrica AT. L'intera area di progetto è localizzata ad ovest della Strada Provinciale n.2 – Via Pedemontana (SP2), a circa 1,8 km ad ovest dell'incrocio tra suddetta strada e la Strada Statale n.126 Sud Occidentale Sarda (SS126). Il centro abitato di Santa Maria di Flumentepido risulta a circa 1 km ad est dal sito dell'impianto.

L'area di progetto presenta un'estensione complessiva catastale pari a 154,85 ettari ed un'area recintata pari a 87,61 ha.



Figura 2.1: Inquadramento delle aree di impianto,

L'impianto fotovoltaico sarà allacciato, con soluzione in cavo interrato di lunghezza pari a circa 8,80 km, in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN 220/36 kV da inserire in entra -esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis-Oristano"

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Di seguito si riporta uno stralcio della tavola riportante lo stato di fatto "2983_5376_CA_VIA_T01_Rev0_Stato di Fatto".

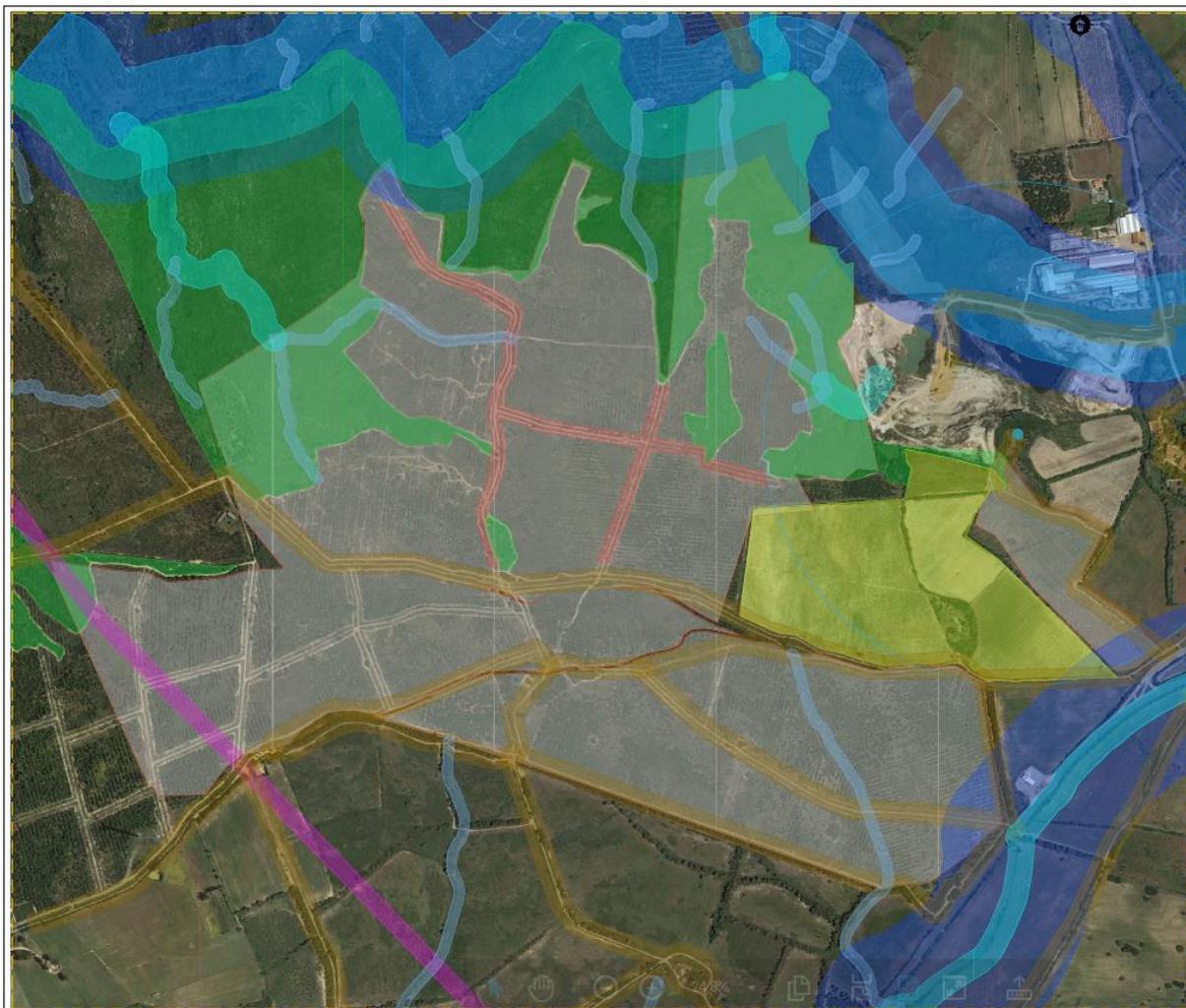


Figura 2.2: Stato di Fatto delle Aree destinate all'installazione dell'Impianto

2.1 CARATTERISTICHE FISICHE DI INSIEME DEL PROGETTO

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- rispetto dei vincoli sulla base degli ultimi aggiornamenti nella predisposizione del layout;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra tipo tracker con tecnologia moduli BI-facciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

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

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

- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

2.2 LAYOUT DI IMPIANTO

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

- Analisi vincolistica;
- Scelta della tipologia impiantistica;
- Ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica;
- Disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

2.2.1 Impianto Fotovoltaico

L'area dedicata all'installazione dei pannelli fotovoltaici è suddivisa in 15 sezioni, i dettagli relativi alla potenza, al numero di strutture e ai moduli presenti in ciascuna sezione sono riportati nella Tabella 2.1. Inoltre il layout dell'impianto è stato progettato considerando le seguenti specifiche:

- Larghezza massima struttura in pianta: 5,168 m;
- Altezza massima palo struttura: 2,830 m;
- Altezza massima struttura: 4,926 m;
- Altezza minima struttura: 0,65 m;
- Pitch (distanza palo-palo) tra le strutture: 12 m;
- Larghezza viabilità del sito: 4,00 m;
- Disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file;

Tabella 2.1: Dati di progetto

IMPIANTO	STRUTTURA	N MODULI X STRUTTURA	N STRUTTURE	N MODULI COMPLESSIVI	POTENZA MODULO (WP)	POTENZA COMPLESSIVA (MWP)
SEZIONE S1	TIPO 1: 14X2	28	80	2.240	690	1,55
	TIPO 2: 7X2	14	8	112	690	0,08
TOTALE SEZ S1						1,62
SEZIONE S2	TIPO 1: 14X2	28	6	168	690	0,12
	TIPO 2: 7X2	14	0	0	690	0,00
TOTALE SEZ S2						0,12
SEZIONE S3	TIPO 1: 14X2	28	333	9.324	690	6,43
	TIPO 2: 7X2	14	16	224	690	0,15
TOTALE SEZ S3						6,59
SEZIONE S4	TIPO 1: 14X2	28	110	3.080	690	2,13
	TIPO 2: 7X2	14	18	252	690	0,17
TOTALE SEZ S4						2,30
SEZIONE S5	TIPO 1: 14X2	28	134	3.752	690	2,59
	TIPO 2: 7X2	14	10	140	690	0,10
TOTALE SEZ S5						2,69
SEZIONE S6	TIPO 1: 14X2	28	269	7.532	690	5,20



IMPIANTO	STRUTTURA	N MODULI X STRUTTURA	N STRUTTURE	N MODULI COMPLESSIVI	POTENZA MODULO (WP)	POTENZA COMPLESSIVA (MWP)
	TIPO 2: 7X2	14	10	140	690	0,10
TOTALE SEZ S6						5,29
SEZIONE S7	TIPO 1: 14X2	28	199	5.572	690	3,84
	TIPO 2: 7X2	14	6	84	690	0,06
TOTALE SEZ S7						3,90
SEZIONE S8	TIPO 1: 14X2	28	178	4.984	690	3,44
	TIPO 2: 7X2	14	10	140	690	0,10
TOTALE SEZ S8						3,54
SEZIONE S9	TIPO 1: 14X2	28	721	20.188	690	13,93
	TIPO 2: 7X2	14	40	560	690	0,39
TOTALE SEZ S9						14,32
SEZIONE S10	TIPO 1: 14X2	28	81	2.268	690	1,56
	TIPO 2: 7X2	14	8	112	690	0,08
TOTALE SEZ S10						1,64
SEZIONE S11	TIPO 1: 14X2	28	43	1.204	690	0,83
	TIPO 2: 7X2	14	6	84	690	0,06
TOTALE SEZ S11						0,89
SEZIONE S12	TIPO 1: 14X2	28	301	8.428	690	5,82
	TIPO 2: 7X2	14	26	364	690	0,25
TOTALE SEZ S12						6,07
SEZIONE S13	TIPO 1: 14X2	28	126	3528	690	2,43
	TIPO 2: 7X2	14	8	112	690	0,08
TOTALE SEZ S13						2,51
SEZIONE S14	TIPO 1: 14X2	28	225	6.300	690	4,35
	TIPO 2: 7X2	14	14	196	690	0,14
TOTALE SEZ S14						4,48
SEZIONE S15	TIPO 1: 14X2	28	30	840	690	0,58
	TIPO 2: 7X2	14	2	28	690	0,02
TOTALE SEZ S15						0,60
TOTALE			3.018	81.956		56,55



Figura 2.3: Layout di progetto

2.2.2 Sistema BESS

All'interno dell'impianto, in particolare nella sezione S9, è presente il sistema di accumulo BESS (Battery Energy Storage Systems).

Il BESS è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, ovvero un impianto costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia ed alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in media tensione.

La tecnologia di accumulatori elettrochimici (batterie) è composta da celle agli ioni di litio (litio-ferro fosfato).

Di seguito è riportata la lista dei componenti principali del sistema BESS:

- Celle agli ioni di litio assemblati in moduli e armadi (Assemblato Batterie)
- Sistema bidirezionale di conversione DC/AC (PCS)
- Trasformatori di potenza AT/BT
- Quadro Elettrico di potenza AT
- Sistema di gestione e controllo locale di assemblato batterie (BMS)
- Sistema locale di gestione e controllo integrato di impianto (SCI) - assicura il corretto funzionamento di ogni assemblato azionato da PCS
- Sistema Centrale di Supervisione (SCCI)
- Servizi Ausiliari

- Sistemi di protezione elettriche
- Cavi di potenza e di segnale
- Container equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi.

La Cabina generale BESS sarà collegata alla cabina di smistamento, attraverso una linea a 36 kV.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria, containers, contenenti i sistemi di accumulo elettrochimico, dipenderà dal fornitore dello stesso. Indicativamente l'impianto sarà costituito da unità aventi una potenza unitaria di circa 4,0 MW. Le singole unità combinate tra loro attraverso una distribuzione interna di impianto a 36kV costituiranno l'intero impianto BESS.

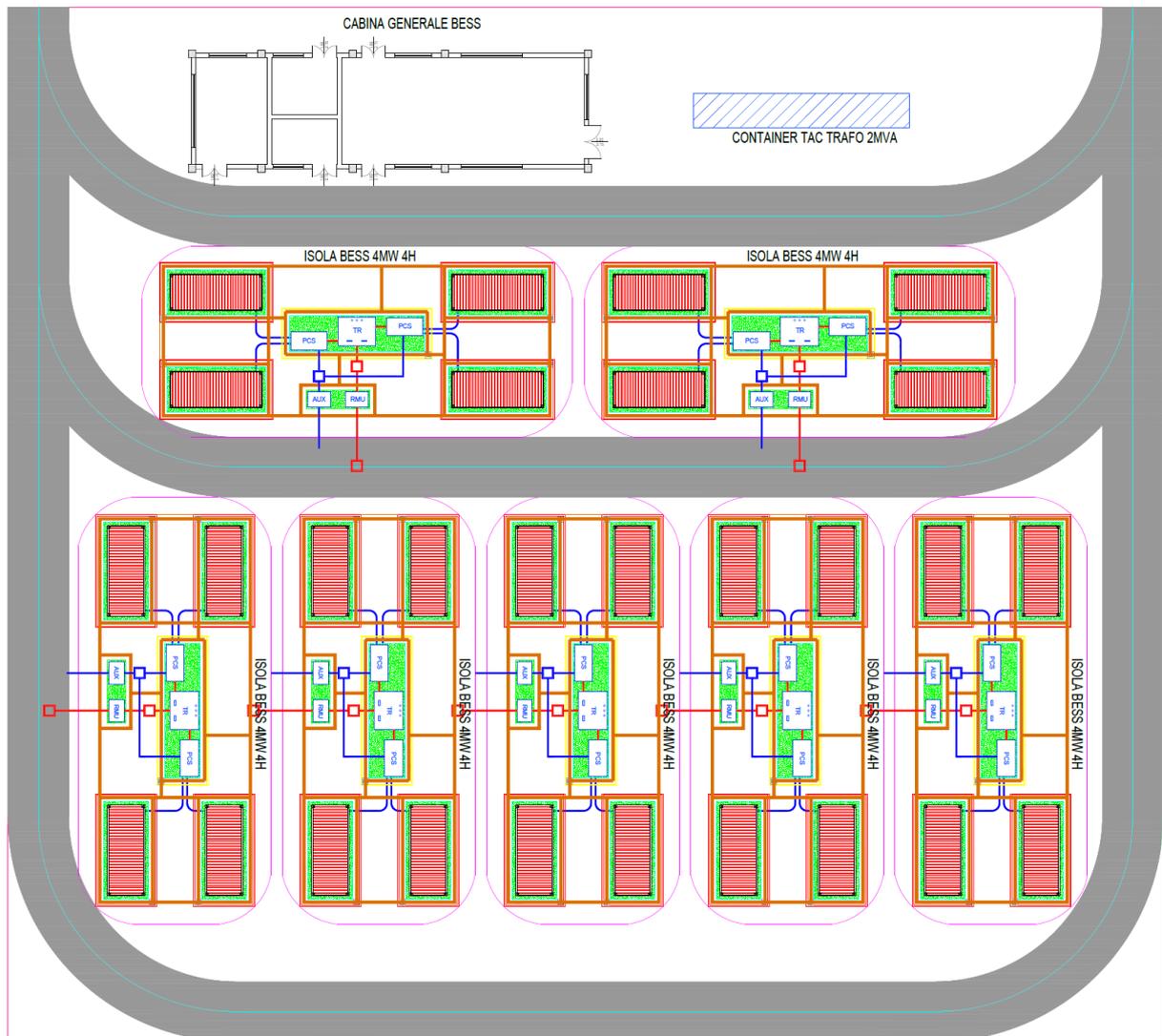


Figura 2.4: Layout del Sistema BESS 25 MW – 4h



3. CARATTERE DELL'INTERVENTO



4. DESTINAZIONE D'USO

5. CONTESTO PAESAGGISTICO DELL'OPERA

Il sito in esame appartiene all'ambito numero 6 di Carbonia e delle Isole Sulcitane, come individuato dal Piano Paesaggistico Territoriale Regionale della Regione Sardegna.



Figura 5.1. Ambiti di paesaggio costieri della Sardegna, evidenziato quello interessato

Si tratta di un ambito caratterizzato da un ricchissimo insediamento antico e da una sequenza moderna di centri di antica formazione. La diffusione di necropoli a domus de Janas e di stanziamenti nuragici definisce un quadro ampio di occupazione del territorio sia in fase prenuragica, sia in fase nuragica. Nel sito di San Giorgio in comune di Portoscuso è stata individuata la più antica necropoli fenicia della Sardegna, risalente intorno al 750 a.C. e connessa ad un abitato costiero, da cui può ipotizzarsi la fondazione dell'insediamento fenicio del Monte Sirai (Carbonia) poco tempo dopo e la costituzione di un centro fortificato presso il nuraghe Sirai al piede occidentale del Monte. Il centro principale di quest'area fu Sulci, fondata dai fenici intorno al 750 a.C., poi celebre città punica, romana, bizantina.

Dopo una fase di spopolamento tardomedievale il territorio si è arricchito di nuovi grandi progetti fondativi. In età spagnola a Portoscuso, poi con l'impulso del riformismo sabaudo a Carloforte, Calasetta e Sant'Antioco ed infine con il progetto del carbone autarchico a Carbonia, Bacu Abis e Cortoghiana.

La fascia costiera è caratterizzata a sud da sistemi lagunari, al centro dall'area abitata e industriale di Portoscuso/Portovesme e a nord da aree di pregio naturalistico intorno a Punta Alano. La presenza della zona industriale ha spesso determinato usi conflittuali delle risorse con la loro naturale evoluzione attraverso tutta una serie di opere del territorio.

Il settore più interno è invece caratterizzato dalla presenza di un ricco bacino carbonifero oggetto di una forte infrastrutturazione che ha fortemente segnato il paesaggio.

5.1 BENI MATERIALI E PATRIMONIO CULTURALE

L'area in cui ricade il sito risulta caratterizzata dalla presenza del tessuto agricolo che risulta in parte sostituito da vegetazione spontanea a macchia mediterranea. Queste aree non vengono gestite da un punto di vista agronomico e forestale da alcuni anni, subendo di conseguenza un'evoluzione "naturale".

Con un retino azzurro sono evidenziate le fasce di rispetto di 150 m dei corsi d'acqua mentre in blu scuro la fascia di rispetto di 300 m della costa. Con retini delle di diverse tonalità di verde sono evidenziati i boschi.

Con un retino arancione sono evidenziate le zone di interesse archeologico mentre i beni paesaggistici sono individuati con un triangolo rosso e quelli culturali-archeologici da un pallino rosso. Infine in rosso sono evidenziati i centri storico si antica formazione.

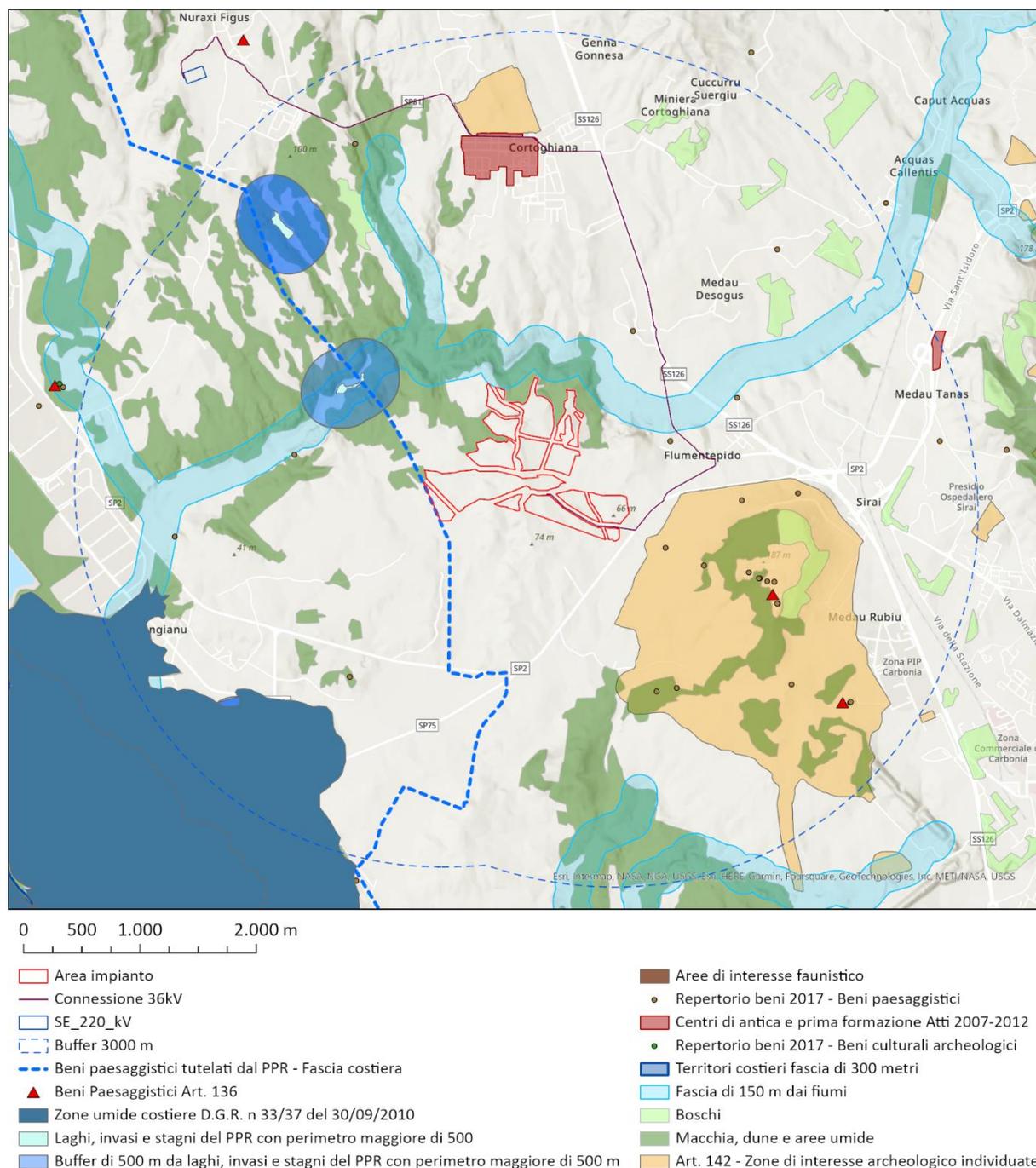


Figura 5.2: Elementi di interesse paesaggistico nell'area di interesse - inquadramento generale

5.2 IL PAESAGGIO

Secondo la Convenzione Europea del Paesaggio, il paesaggio: “designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”.

Esso è dunque un'entità complessa e unitaria che può essere letta a partire dalle diverse componenti, ma che va intesa come un insieme di elementi la cui conservazione e trasformazione deve tenere conto

delle reciproche interrelazioni. Il concetto di paesaggio, dunque, non intende imporre una gerarchia rigida di valori da tutelare, ma vuole concepire l'ambiente nella sua totalità comprendendo anche gli elementi critici e di degrado con la finalità di apportare loro un miglioramento. La pianificazione e la tutela paesaggistica, partendo dal dato oggettivo del territorio nella sua totalità e complessità, così come percepito dalle popolazioni, intende costruire un'idea di sviluppo sostenibile tenendo conto dei valori presenti e delle criticità ambientali potenzialmente migliorabili.

L'analisi del territorio viene condotta attraverso la lettura degli ambiti territoriali, con le sue emergenze, criticità e potenzialità di sviluppo. Il paesaggio della Sardegna presenta peculiarità molto varie e articolate, difficilmente riconducibili a unicità e omogeneità. La diversità si esprime nelle sue varie componenti: nella struttura geologica e nelle sue forme, nelle dinamiche e associazioni della flora e della fauna, nelle dinamiche delle comunità umane, da renderlo un mosaico geo-bio-antropologico.

5.3 LE COMPONENTI DEL PAESAGGIO

Vengono di seguito analizzate gli elementi che compongono tale paesaggio, relative all'attività agricola, residenziale, produttiva, ricreazionale, infrastrutturale che vanno ad incidere sul grado di naturalità del sistema in oggetto.

5.3.1 Componente Naturalistica

L'ambito di Carbonia è caratterizzato da elevata valenza naturalistica e paesaggistica che è perlopiù concentrata nelle isole di San Pietro e Sant'Antioco e nei pressi delle coste alte e rocciose e nei sistemi lagunari a nord dell'area industriale di Portoscuso.

Il territorio dell'intorno dell'area in esame è posto nella piana alluvionale del Canale Paringianu che alterna tratti dove il fiume attraversa area più frastagliate interessate dalla presenza di macchia mediterranea ad aree agricole particolarmente caratterizzate dalla canalizzazione a scopi agricoli.

L'area risulta interessata dalla presenza di vegetazione spontanea, in particolare di macchia mediterranea arboreo arbustiva che ha coperto area in passato dedicate alla coltivazione di colture arboree. Di conseguenza, allo stato attuale queste aree si presentano come aree naturaliformi con vegetazione arboreo/arbustiva tipica della macchia mediterranea.



Figura 5.3: La macchia mediterranea nei pressi dell'area in esame

5.3.2 Componente Agraria

La componente agraria è la componente che imprime una forte delineazione paesaggistica alla Sardegna, e che permane ancora soprattutto in molti centri delle aree interne. Le colture sono per lo più associate a modellazione dei terreni, canalizzazioni per l'approvvigionamento idrico, ricerca di sorgenti, costruzioni di abbeveratoi, delimitazione delle proprietà con muri a secco o siepi vive e, aspetto non secondario, arricchimento della toponomastica.

Ad oggi l'industrializzazione e la creazione del relativo sistema di infrastrutturazione viaria, portuale ed energetica, nonché i connessi fenomeni di inquinamento ambientale, portano a nuove trasformazioni paesaggistiche, con la frammentazione del paesaggio agrario.

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di seminativi e colture arboree, in particolare il vigneto ma anche dalla recessione agricola che caratterizza le aree meno redditizie a favore dell'espansione della naturalità.



Figura 5.4: Aree agricole nei pressi dell'area in esame

5.3.3 Componente Storico Archeologica

L'ambito di Carbonia e delle Isole Sulcitane è caratterizzato da un ricchissimo insediamento antico e da una sequenza moderna di centri di fondazione. La diffusione di necropoli a domus de Janas e di stanziamenti nuragici definisce un quadro ampio di occupazione del territorio sia in fase prenuragica, sia in fase nuragica. Nel sito di San Giorgio in comune di Portoscuso è stata individuata la più antica necropoli fenicia della Sardegna, risalente intorno al 750 a.C. e connessa ad un abitato costiero, da cui può ipotizzarsi la fondazione dell'insediamento fenicio del Monte Sirai (Carbonia) poco tempo dopo e la costituzione di un centro fortificato presso il nuraghe Sirai al piede occidentale del Monte. Il centro principale di quest' area fu Sulci, fondata dai fenici intorno al 750 a.C., poi celebre città punica, romana, bizantina.

Dopo una fase di spopolamento tardomedievale il territorio si è arricchito di nuovi grandi progetti fondativi. In età spagnola a Portoscuso, poi con l'impulso del riformismo sabaudo a Carloforte, Calasetta e Sant'Antioco ed infine con il progetto del carbone autarchico a Carbonia, Bacu Abis e Cortoghiana.

Non lontano dall'area in esame è situata la piccola chiesa di Santa Maria in Flumentepido risalente all'XI secolo che conserva traccia ed elementi della struttura romanica originale.



Figura 5.5: La chiesa di Santa Maria in Flumentepido

5.3.4 Componente Urbana e Infrastrutturale

L'ambito è caratterizzato dalla presenza di due principali sistemi insediativi. Da un lato, quello costiero, centrato intorno a Portoscuso e all'area industriale di Portovesme. Dall'altro il sistema urbano e dei nuclei minerari di fondazione di Carbonia, Bacu Abis e Cortoghiana, espressione del razionalismo autarchico, la cui identità architettonica rappresenta un elemento significativo dei paesaggi urbani della Sardegna. Il sistema delle infrastrutture minerarie del carbone e dei depositi di sterili che modellano il paesaggio della terraferma rappresenta un patrimonio rilevante dell'archeologia industriale dell'isola (a partire dalla "grande miniera di Serbariu") ed un sistema fortemente connesso ai nuclei urbani di fondazione).

Il resto dell'ambito è caratterizzato da un edificato diffuso che caratterizza il paesaggio agrario del Sulcis, segnato dalla presenza dei furriadroxus medaus (nuclei insediativi su base familiare che costituirono la prima modalità di ricolonizzazione degli spazi vuoti precedenti l'insediamento minerario e che costituiscono un fondamentale ancoraggio della memoria storica e dell'antropizzazione dell'intero Ambito).

6. MORFOLOGIA DEL CONTESTO PAESAGGISTICO

L'area identificata per l'installazione dell'impianto è localizzata in agro del Comune di Carbonia, in Provincia di Carbonia -Iglesias (CI).

La zona di intervento considerata dista, in linea d'aria rispetto agli abitati più prossimi, circa 4,0 km NO dal centro abitato di Carbonia, circa 1,5 km S dall'abitato di Cortoghiana, 3,5 km E dall'area industriale di Portoscuso.

Dal punto di vista viabilistico, l'area di impianto è accessibile sul lato sud percorrendo la "Via Pedemontana" (SP2) dal Comune di Portoscuso in direzione sud-est.

Entrando nel merito del contesto territoriale, l'area di progetto si inserisce in uno scenario in cui predomina l'attività agro-pastorale; la componente rurale, tipica della zona, si costituisce principalmente di seminativi non irrigui. Sono numerose anche le aree coperte da macchia mediterranea tipica della zona, costituita da arbusti sempreverdi, come il lentisco, il mirto, il cisto, la fillirea e il corbezzolo, oltre a diverse varietà di erbe aromatiche, come il timo, la lavanda e il rosmarino.

Dal punto di vista altimetrico, l'area di studio ricade tra la maggior quota di m 80 m.s.l.m. e la quota minima di m 53 .s.l.m.



Figura 6.1: Inquadramento delle aree di impianto,

7. UBICAZIONE DELL'OPERA

7.1 DECRETO LEGISLATIVO N. 42 DEL 22/01/04 "CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO"

Secondo la disciplina del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio D. Lgs 42/2004, vengono analizzati i beni costituenti il patrimonio paesaggistico e culturale del territorio.

L'analisi viene condotta attraverso la consultazione del "SITAP" Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico. Esso è individuato come una banca dati a riferimento geografico su scala nazionale per la tutela dei beni paesaggistici messa a disposizione dal Ministero per i beni e le Attività Culturali.

Nel SITAP sono catalogate le aree sottoposte a vincolo paesaggistico dichiarate di notevole interesse pubblico dalla legge n. 1497 del 1939 e dalla n. 431 del 1985 (oggi ricomprese nel D. Lgs 42 del 22 Gennaio 2004 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio").

Di seguito si riporta un estratto della cartografia del SITAP, riguardante il sito oggetto del seguente studio di impatto ambientale, nella quale non sono rilevate aree sottoposte a vincoli di tutela delle Leggi 1497/39, 431/85, 1039/89 (artt. 136, 142 D. Lgs 42/2004 s.m.i.)

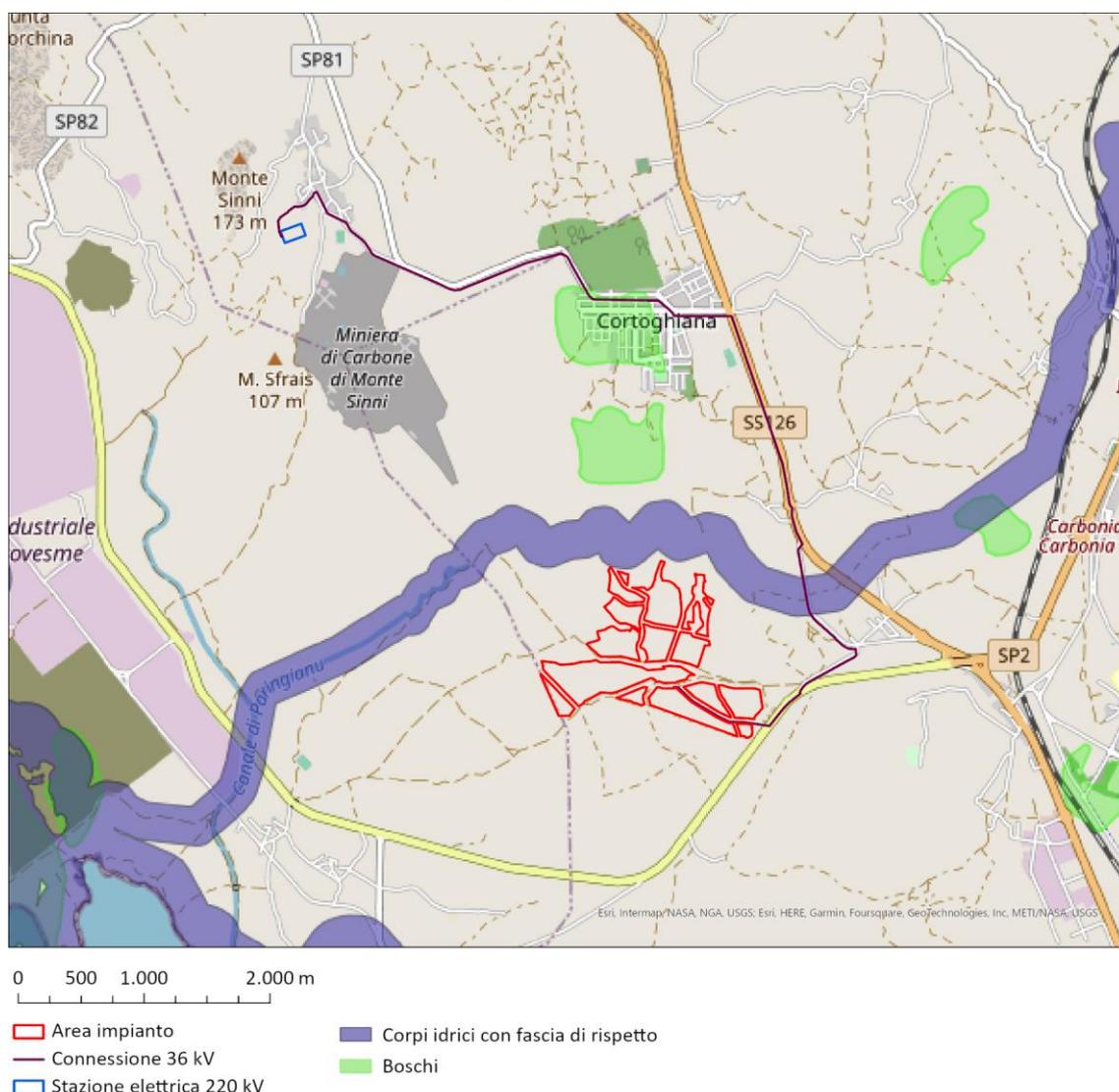


Figura 7.1: Sitap



Il progetto oggetto del seguente Report non risulta essere interessato da perimetrazioni del SITAP. Il cavidotto di connessione risulta essere invece interessato dalla presenza di boschi e fiumi. In merito a ciò si evidenzia che il Cavidotto sarà realizzato interrato su sede stradale esistente e l'interferenza sarà risolta tramite utilizzo della TOC.

7.2 PIANO PAESAGGISTICO TERRITORIALE REGIONALE

Il Piano Paesaggistico Regionale in coerenza con le disposizioni del Codice dei beni culturali e del paesaggio, approvato con il Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della Legge 6 luglio 2002, n. 137) e successive modifiche e integrazioni, della Convenzione Europea del Paesaggio e della normativa nazionale e regionale vigente, riconosce le tipologie, le forme e i molteplici caratteri del paesaggio sardo costituito dalle interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali.

Il PPR assicura che il territorio regionale sia adeguatamente conosciuto, salvaguardato, pianificato e gestito in ragione dei differenti valori espressi dai diversi aspetti che lo costituiscono e rappresenta il quadro di riferimento e di coordinamento, per gli atti di programmazione e di pianificazione regionale, provinciale e locale.

Il PPR persegue le seguenti finalità:

- Preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità paesaggistica, ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- Proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- Assicurare la tutela e la salvaguardia del paesaggio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità;
- Contribuire all'efficiente utilizzo delle risorse naturali e alla protezione del clima, nell'ottica della sostenibilità ambientale in linea con le priorità stabilite dalla Commissione Europea nella strategia "Europa 2020 – Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva".

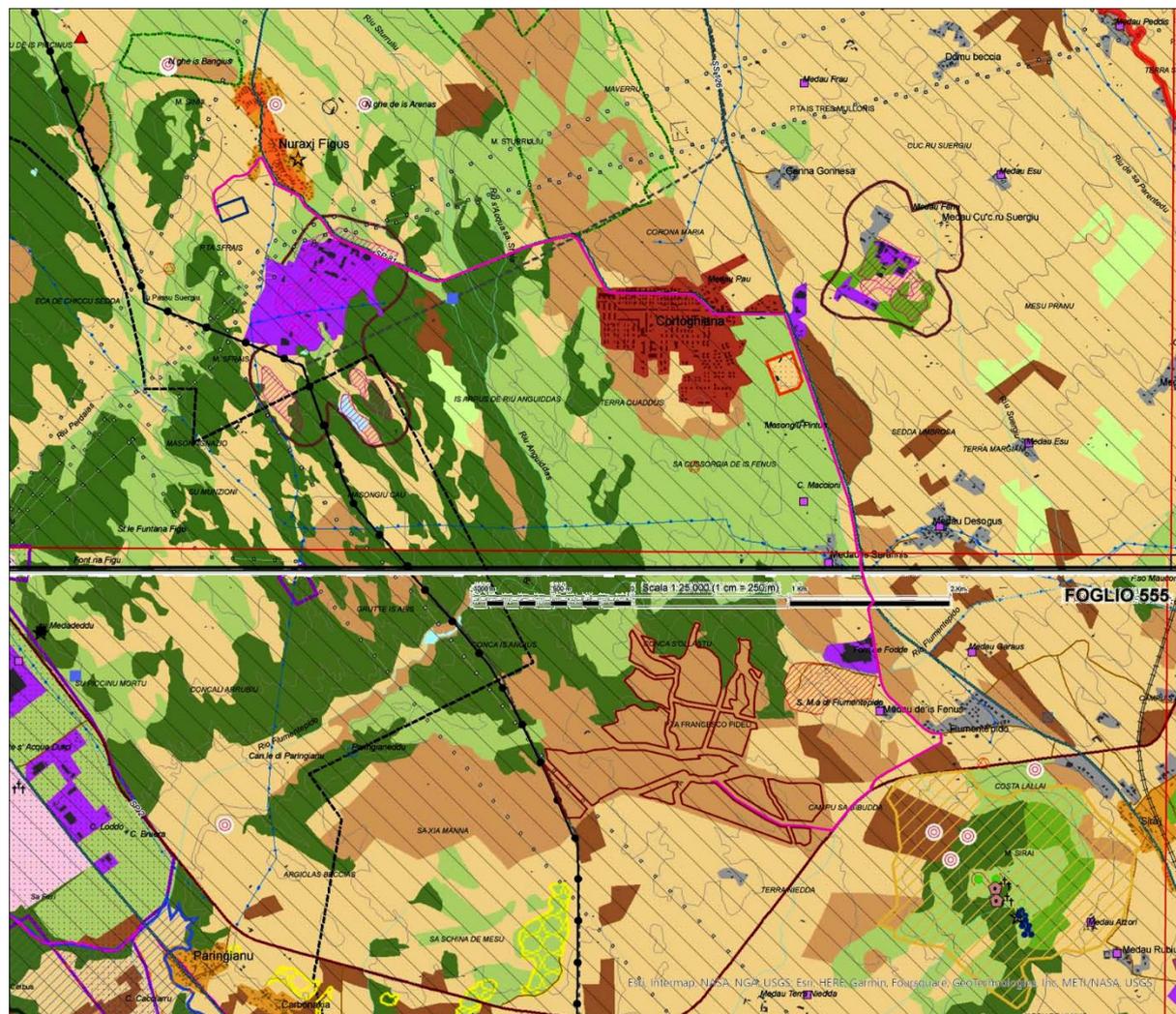
I principi contenuti nel PPR, assunti a base delle azioni da attuare per il perseguimento dei fini di tutela paesaggistica, sono i seguenti:

- Il controllo dell'espansione delle città;
- La gestione dell'ecosistema urbano secondo il principio di precauzione;
- La conservazione e sviluppo del patrimonio naturale e culturale;
- L'alleggerimento della eccessiva pressione insediativa, in particolare negli ambiti costieri;
- La tutela del paesaggio rurale perseguendo il primario obiettivo di salvaguardarlo, di preservarne l'identità e le peculiarità, contrastando il fenomeno del frazionamento delle aree agricole finalizzato all'edificazione, in particolare nella fascia costiera e nelle aree periurbane;
- Le politiche settoriali per un utilizzo efficiente delle risorse al fine di conservare la diversità biologica e ridurre le emissioni di gas ad effetto serra;
- Le strategie territoriali integrate per le zone ecologicamente sensibili;
- La protezione del suolo con la riduzione di erosioni;
- La conservazione e recupero delle grandi zone umide;
- La gestione e recupero degli ecosistemi marini;
- La conservazione e gestione di paesaggi di interesse culturale, storico, estetico ed ecologico;
- Una più adeguata compatibilità delle misure di sviluppo che incidano sul paesaggio;
- Il recupero di paesaggi compromessi e degradati da attività umane.



I principi contenuti nel PPR si ispirano all'uso consapevole del territorio, alla salvaguardia delle caratteristiche paesaggistiche e alla realizzazione di nuovi valori paesaggistici integrati e coerenti, rispondenti a criteri di qualità e sostenibilità per uno sviluppo fondato su un rapporto equilibrato tra i bisogni sociali, l'attività economica e l'ambiente.

Si riporta di seguito la Cartografia del Piano.



Assetto Ambientale

Beni Paesaggistici Ambientali ex Art. 143 D.Lgs 42/2004

● Fascia Costiera

Componenti di Paesaggio con Valenza Ambientale- Aree Naturali e Subnaturali

■ Vegetazione a macchia e in aree umide

Aree con vegetazione rada > 5% e < 40%, formazioni di ripa non arboree, macchia mediterranea, letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m, paludi interne, paludi salmastre, pareti rocciose

Componenti di Paesaggio con Valenza Ambientale- Aree Seminaturali

■ Praterie

Prati stabili, aree a pascolo naturale, cespuglieti e arbusteti, gariga, aree a ricolonizzazione naturale

Componenti di Paesaggio con Valenza Ambientale- Aree ad utilizzazione Agro- Forestale

■ Colture Specializzate e arboree

Vigneti, Frutteti e frutti minori, oliveti, colture temporanee associate all'olivo, colture temporanee associate al vigneto, colture temporanee associate ad altre colture permanenti

■ Impianti Boschivi Artificiali

Boschi di conifere, pioppeti, saliceti, eucalitteti, altri impianti arborei da legno, arboricoltura con essenze forestali di conifere, aree a ricolonizzazione artificiale

■ Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte

Seminativi in aree non irrigue, prati artificiali, seminativi semplici e colture orticole a pieno campo, risaie, viali, colture in serra, sistemi colturali e parcellari complessi, aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti, aree agroforestali, aree incolte

Assetto Storico - Culturale

■ Aree caratterizzate da preesistenze con valenza storico- culturale

Aree di insediamento produttivo di interesse storico- culturale

■ Aree dell'organizzazione mineraria

■ Parco geominerario ambientale e storico d.m Ambiente 265/01

Figura 7.2: Piano Paesaggistico Regionale – ambito 6: Carbonia e Isole Sulcitane

L'area dell'impianto e la stazione elettrica in esame risulta essere caratterizzato dalle seguenti componenti di paesaggio a valenza ambientale:

- Aree ad utilizzazione Agro – Forestale.

Dai sopralluoghi effettuati risulta la presenza di aree interessate da vegetazione spontanea caratterizzate dalla presenza di macchia mediterranea arboreo arbustiva. Si sottolinea che le aree non interessate da macchia mediterranea spontanea sono aree che in passato erano probabilmente destinate alla coltivazione di essenze arboree. Si evidenzia che queste aree sono da anni non gestite da un punto di vista agronomico e forestale e di conseguenza hanno subito una evoluzione naturale. Di conseguenza, allo stato attuale queste aree si presentano come aree naturaliformi con vegetazione arboreo/arbustiva tipica della macchia mediterranea.

La linea di connessione invece attraversa le componenti di paesaggio con valenza ambientale:

- Aree Naturali e Sub - Naturali;
- Aree Seminaturali;
- Aree ad utilizzazione Agro – Forestale.

L'Articolo 44 delle Norme Tecniche di Attuazione "Aree ad utilizzazione Agro-Forestale" indica che sono aree ad utilizzazione agro-forestale quelle con utilizzazioni agro-silvo pastorali intensive, con apporto di fertilizzanti, pesticidi, acqua e comuni pratiche agrarie che le rendono dipendenti da energia suppletiva per il loro mantenimento e per ottenere le produzioni quantitative desiderate.

In particolare tali aree comprendono rimboschimenti artificiali a scopi produttivi, oliveti, vigneti, mandorleti, agrumeti e frutteti in genere, coltivazioni miste in aree periurbane, coltivazioni orticole, colture erbacee incluse le risaie, prati sfalcibili irrigui, aree per l'acquicoltura intensiva e semiintensiva ed altre aree i cui caratteri produttivi dipendono da apporti significativi di energia esterna.

Rientrano tra le aree ad utilizzazione agro-forestale:

- Colture arboree specializzate;
- Forestazione artificiale;
- Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte.

La direttiva per queste aree indica di prevedere che le trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, siano allocate in queste aree solo in caso di rilevanza pubblica economica e sociale e di impossibilità di localizzazione alternativa. In tali aree sono possibili gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio, in modo da preservarne le caratteristiche di elevata capacità d'uso, di pregio paesaggistico e di interesse naturalistico.

Inoltre il Sito risulta essere localizzato all'interno delle Aree dell'organizzazione mineraria e nel Parco Geominerario ambientale e storico.

L'Articolo 53 delle Norme Tecniche di Attuazione "Sistemi identitari: Aree d'insediamento produttivo di interesse Storico – Culturale" indica che le aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale sono sistemi identitari, individuati e rappresentati nelle tavole del PPR, caratterizzati da forte identità, in relazione a fondamentali processi produttivi di rilevanza storica.

Tali aree costituiscono elementi distintivi dell'organizzazione territoriale. Esse rappresentano permanenze significative riconoscibili dell'assetto territoriale storico consolidato, e comprendono le aree di bonifica, le aree delle saline storiche nonché le aree dell'organizzazione mineraria ricomprese nel Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna, limitatamente alle aree di caratterizzazione paesaggistica b) c) d) di cui al seguente punto.

Le aree dell'organizzazione mineraria ricomprese nel Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna sono suddivise, sulla base del riconoscimento delle loro peculiarità, nelle seguenti aree di caratterizzazione paesaggistica:

- Aree di rilevanza non geomineraria attualmente ricomprese nel territorio del Parco;
- Aree di contesto del Parco con monumentalità paesaggistica, geomorfologica e cromatica;
- Aree minerarie a forte valenza di archeologia industriale;
- Aree minerarie a prevalenza geomorfologica con eventuali modifiche derivanti da discariche.

Le direttive indicano:

- Conservare le caratteristiche essenziali delle aree d'insediamento produttivo di interesse storico - culturale;
- Prevedere che gli interventi di realizzazione, ampliamento e rifacimento di infrastrutture viarie sia coerente con l'organizzazione territoriale;
- Consentire per le architetture storiche interventi edilizi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di consolidamento statico, di restauro e di risanamento conservativo, di ristrutturazione edilizia che non alterino lo stato dei luoghi e l'aspetto esteriore degli edifici.

L'Art. 42 delle Norme Tecniche di Attuazione "Aree Naturali e Sub – Naturali ", indica che le aree naturali e subnaturali dipendono per il loro mantenimento esclusivamente dall'energia solare e sono ecologicamente in omeostasi, autosufficienti grazie alla capacità di rigenerazione costante della flora nativa.

Esse includono falesie e scogliere, scogli e isole minori, complessi dunari con formazioni erbacee e ginepreti, aree rocciose e di cresta, grotte e caverne, emergenze geologiche di pregio, zone umide, sistemi fluviali e relative formazioni ripariali, ginepreti delle montagne calcaree, leccete e formazioni forestali in struttura climacica o sub-climacica, macchia foresta, garighe endemiche su substrati di diversa natura, vegetazione alopsammofila costiera, aree con formazioni steppiche ad ampelodesma.

Le direttive per le Aree Naturali e Subnaturali sono le seguenti:

- Nelle aree naturali e subnaturali, non interessate da beni paesaggistici, qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, deve essere tale da ridurre al minimo, per quanto possibile, gli impatti sul paesaggio e sulla sua fruibilità;
- Nei sistemi fluviali e nelle relative formazioni ripariali, riconosciuti di elevato livello di valore ambientale, gli interventi di gestione e manutenzione idraulica devono:
 - assicurare la massima libertà evolutiva dei corsi d'acqua;
 - controllare l'interazione con le dinamiche marine in particolare per quanto concerne le dinamiche sedimentologiche connesse ai trasporti solidi ed i rischi di intrusione del cuneo salino;
 - evitare o ridurre i rischi di inquinamento e i rischi alluvionali;
 - mantenere o migliorare la riconoscibilità, la continuità e la compatibile fruibilità paesaggistica;
 - mantenere od accrescere la funzionalità delle fasce spondali ai fini della connettività della rete ecologica regionale.

L'Art. 43 delle Norme Tecniche di Attuazione "Aree Seminaturali ", indica che Le aree seminaturali sono caratterizzate da utilizzazione agro-silvo pastorale estensiva, con un minimo di apporto di energia suppletiva per garantire e mantenere il loro funzionamento.

Esse includono in particolare le seguenti categorie che necessitano, per la loro conservazione, di interventi gestionali: boschi naturali comprensivi di leccete, quercete, sugherete e boschi misti, ginepreti, castagneti da frutto, pascoli erborati, macchie, garighe, praterie di pianura e montane secondarie, fiumi e torrenti e formazioni riparie parzialmente modificate, zone umide costiere

parzialmente modificate, dune e litorali soggetti a fruizione turistica, grotte soggette a fruizione turistica, laghi e invasi di origine artificiale e tutti gli habitat dell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche e successive modificazioni.

Le direttive per le Aree Seminaturali sono le seguenti:

- Nelle aree seminaturali non interessate da beni paesaggistici, qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, deve essere tale da ridurre al minimo, per quanto possibile, gli impatti sul paesaggio e sulla sua fruibilità, fatti salvi gli interventi di modificazione atti al miglioramento della struttura e del funzionamento degli ecosistemi interessati, dello status di conservazione delle risorse naturali biotiche e abiotiche, e delle condizioni in atto e alla mitigazione dei fattori di rischio e di degrado;
- Negli habitat prioritari ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" e nelle formazioni climaciche, gli interventi forestali devono essere attuati al solo scopo conservativo;
- Ridurre il carico antropico facendo ricorso al numero chiuso per l'accesso in alcuni casi particolarmente sensibili;
- Organizzare, regolamentare e gestire il sistema dell'accessibilità, prevedendo percorsi alternativi a quelli che attraversano gli ambienti fragili;
- Limitare le aree di sosta, in prossimità delle zone sensibili, alle sole persone disabili;
- Localizzare ulteriori aree di sosta al di fuori delle aree particolarmente sensibili, con la contestuale attivazione di servizi navetta;
- Prevedere nelle aree precedentemente forestate con specie esotiche interventi di riqualificazione e di recupero con specie autoctone;
- Regolamentare la gestione e la disciplina delle dune e dei litorali sabbiosi soggetti a fruizione turistica per conseguire il mantenimento o il miglioramento del loro attuale assetto ecologico e paesaggistico, l'accessibilità e la fruizione compatibile con la conservazione delle risorse naturali. In particolare deve essere prevista:
 - la classificazione delle spiagge in modo da associare regole di gestione differenti;
 - la realizzazione dei servizi minimi secondo principi di buona qualità architettonica, al fine di ridurre al minimo l'impatto sulla percezione del paesaggio;
 - la realizzazione degli accessi pedonali che disciplinino le modalità di attraversamento delle dune.

L'Articolo 44 delle Norme Tecniche di Attuazione "Aree ad utilizzazione Agro - Forestale" indica che sono aree ad utilizzazione agro-forestale quelle con utilizzazioni agro-silvo pastorali intensive, con apporto di fertilizzanti, pesticidi, acqua e comuni pratiche agrarie che le rendono dipendenti da energia suppletiva per il loro mantenimento e per ottenere le produzioni quantitative desiderate.

In particolare tali aree comprendono rimboschimenti artificiali a scopi produttivi, oliveti, vigneti, mandorleti, agrumeti e frutteti in genere, coltivazioni miste in aree periurbane, coltivazioni orticole, colture erbacee incluse le risaie, prati sfalciabili irrigui, aree per l'acquicoltura intensiva e semiintensiva ed altre aree i cui caratteri produttivi dipendono da apporti significativi di energia esterna.

Rientrano tra le aree ad utilizzazione agro-forestale:

- Colture arboree specializzate;
- Forestazione artificiale;
- Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte.



La direttiva per queste aree indica di prevedere che le trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, siano allocate in queste aree solo in caso di rilevanza pubblica economica e sociale e di impossibilità di localizzazione alternativa. In tali aree sono possibili gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agroforestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio, in modo da preservarne le caratteristiche di elevata capacità d'uso, di pregio paesaggistico e di interesse naturalistico.

Inoltre il Sito risulta essere localizzato all'interno delle Aree dell'organizzazione mineraria e nel Parco Geominerario ambientale e storico.

Per quanto riguarda la linea di connessione si sottolinea che verrà realizzata interrata lungo la sede stradale esistente e tramite TOC in modo da superare le interferenze esistenti e minimizzare l'impatto sul territorio circostante.

Il progetto in esame ha considerato la problematica sopra esposta e individuato delle misure di mitigazione e compensazione così da evitare il verificarsi delle problematiche sopra esposte, che si riassumono di seguito:

- Per preservare la fertilità dei suoli, durante la preparazione del terreno di posa, si prevede di evitare lo scotico;
- Il progetto agronomico prevede la coabitazione dell'impianto fotovoltaico con la messa a dimora di un mandorleto superintensivo (per 10,94 ha) e superfici seminatrici per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione (per 76,68 ha);
- L'inerbimento dell'area libera sotto i pannelli e tra le file verranno gestite ove compatibile tramite la pratica del sovescio inoltre, si prevede la trinciatura dei residui, pratica agronomica consistente nell'interramento di apposite colture allo scopo di mantenere o aumentare la fertilità del terreno;
- Le strutture a tracker saranno poste a una quota media di circa 2,83 metri da terra la cui proiezione sul terreno è complessivamente pari a circa 25,45 ha. Nell'area dei corridoi larghi circa 6,83 m, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, è prevista la coltivazione di un mandorleto superintensivo e di un erbaio annuale;
- L'indice di copertura del suolo è stato contenuto nell'ordine del 36,6% calcolato sulla superficie utile di impianto. Le strutture saranno infatti posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 12 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento.
- L'impianto sarà completamente mitigato, tramite la realizzazione di una quinta arborea arbustiva che dovrà imitare un'area di macchia mediterranea spontanea ma al tempo stesso funzionale alla mitigazione dell'impatto visivo evitando fenomeni di ombreggiamento nel campo fotovoltaico;
- Il Cavidotto di Connessione sarà localizzato lungo sede stradale esistente ed al termine dei lavori è previsto il ripristino dello stato dei luoghi, inoltre eventuali interferenze saranno risolte tramite l'utilizzo della TOC.

Tutto ciò considerato si ritiene, la realizzazione del progetto compatibile con le previsioni del piano.

7.3 PIANO URBANISTICO PROVINCIALE DEL SUD SARDEGNA (PTCP EX PROVINCIA DI CARBONIA IGLESIAS)

La Provincia del Sud Sardegna eredita il PTCP dell'ex Provincia di Carbonia-Iglesias.

Il Piano Urbanistico Provinciale/Piano Territoriale di Coordinamento rappresenta il principale strumento della pianificazione territoriale nell'ambito provinciale. I contenuti e le procedure del piano agiscono, in relazione alle competenze riconosciute dalla normativa, come coordinamento di azioni territoriali alla

scala sovralocale e come indirizzo per la pianificazione urbanistica e di settore di rilievo comunale e provinciale.

I contenuti del piano si basano sulla rispondenza alle prescrizioni della normativa urbanistica, ma prendono forma a partire da una preliminare coerenza con i principi politico-istituzionali dell'ente. Il quadro programmatico e normativo costituisce una griglia di regole e prescrizioni alle quali il piano deve attenersi, adeguando struttura, forma e contenuti. Le opzioni strategiche di politica territoriale appartengono ad un livello più concettuale, ma configurandosi come principi e valori condivisi, costituiscono la dimensione strutturale e sostanziale del piano.

Il piano si fonda su principi e valori non negoziabili che costituiscono una cornice entro la quale si stabiliscono strategie, azioni ed esiti del processo di pianificazione. Anche le fasi della strutturazione, elaborazione ed attuazione dei contenuti del piano sono precedute da una preliminare valutazione di coerenza con i principi di sfondo; altrettanto può dirsi per quanto riguarda la formulazione di scelte e modelli di attuazione, analogamente attivati attraverso una propedeutica verifica di coerenza rispetto ai requisiti "etici" del piano.

Il Piano Territoriale di Coordinamento ha il compito di:

- Assicurare la coerenza degli interventi alle direttive e vincoli regionali e ai piani territoriali paesistici;
- Individuare specifiche normative di coordinamento (con riferimento ad ambiti territoriali omogenei);
- Determinare gli indirizzi generali di assetto del territorio.

Gli ambiti tematici e di specifica competenza della pianificazione provinciale così come definiti dal quadro di riferimento normativo e rappresentati analiticamente nella tabella allegata, possono essere articolati sinteticamente come segue:

Costruzione di quadri conoscitivi di rilievo territoriale e d'area vasta;

- Salvaguardia ambientale;
- Difesa del suolo e prevenzione rischi ambientali;
- Salvaguardia del patrimonio storico culturale;
- Valorizzazione dell'agricoltura e patrimonio agroforestale;
- Pianificazione delle aree produttive, artigianali e commerciali di interesse sovracomunale;
- Infrastrutture e viabilità di interesse provinciale;
- Servizi che necessitano di coordinamento sovracomunale;
- Assetto territoriale;
- Identificazione di ambiti per la pianificazione degli insediamenti turistico ricettivi;
- Paesaggio, mediante la precisazione degli ambiti di paesaggio e la promozione della riqualificazione;
- Valutazione e compatibilità ambientale di piani, programmi e progetti.

Il PUP/PTC di Carbonia Iglesias identifica in questo quadro di riferimento di sintesi, gli ambiti tematici entro cui dispiega e articola i propri dispositivi di Piano e promuove strategie e azioni specifiche di pianificazione e coordinamento territoriale.

Si riportano alcuni stralci.

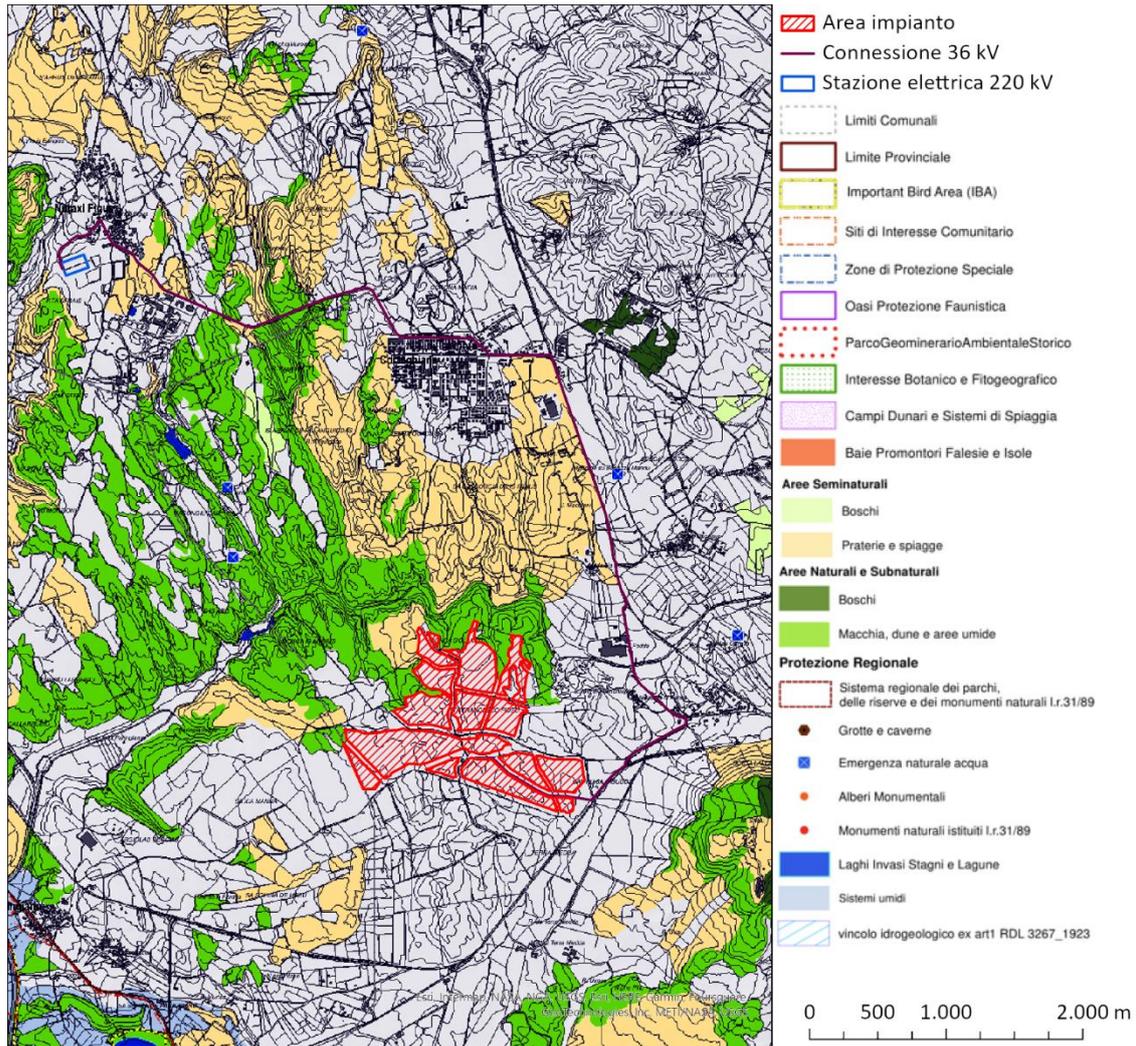


Figura 7.3: PTCP - Carta delle valenze ambientali del territorio

La Figura 7.3 mostra che il sito in esame non interessa alcuna area di valenza ambientale del territorio. Il Cavidotto di Connessione invece attraversa sia aree naturali e subnaturali (macchie, dune e aree umide) e aree seminaturali (boschi).

In merito a quanto sopra esposto preme evidenziare che il Cavidotto di Connessione sarà realizzato lungo sede stradale esistente, inoltre al termine dei lavori di posa è previsto il ripristino dei luoghi allo Stato di fatto. Preme infine sottolineare che eventuali interferenze saranno risolte tramite l'utilizzo della TOC.



6,83 m, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, è prevista la coltivazione di un impianto mandorleto superintensivo e di un erbaio annuale;

- L'indice di copertura del suolo è stato contenuto nell'ordine del 36,6% calcolato sulla superficie utile di impianto. Le strutture saranno infatti posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 12 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento.
- L'impianto sarà completamente mitigato, tramite la realizzazione di una quinta arboreo arbustiva che dovrà imitare un'area di macchia mediterranea spontanea ma al tempo stesso funzionale alla mitigazione dell'impatto visivo evitando fenomeni di ombreggiamento nel campo fotovoltaico;
- Il Cavidotto di Conessione sarà localizzato lungo sede stradale esistente ed al termine dei lavori è previsto il ripristino dello stato dei luoghi, inoltre eventuali interferenze saranno risolte tramite l'utilizzo della TOC.

Tutto ciò considerato si ritiene, la realizzazione del progetto compatibile con le previsioni del piano.

7.4 PIANIFICAZIONE COMUNALE

7.4.1 Piano Urbanistico Comunale di Carbonia

Il Sito oggetto del seguente Studio risulta essere localizzato in "Zona E – Agricola".

La Zona Omogenea E comprende le parti del territorio destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, alla itticoltura, alle attività di conservazione e trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno.

In particolare tali aree comprendono rimboschimenti artificiali a scopi produttivi, oliveti, vigneti, mandorleti, agrumeti e frutteti in genere, coltivazioni miste in aree periurbane, coltivazioni orticole, colture erbacee incluse le risaie, prati sfalciabili irrigui, aree per l'acquicoltura intensiva e semi-intensiva ed altre aree i cui caratteri produttivi dipendono da apporti significativi di energia esterna.

Rientrano tra le aree ad utilizzazione agro-forestale le seguenti categorie:

- Colture arboree specializzate;
- Impianti boschivi artificiali;
- Colture erbacee specializzate.

In queste aree sono vietate trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio.

Si riporta di seguito uno stralcio cartografico relativo alla Zonizzazione del Territorio Comunale.

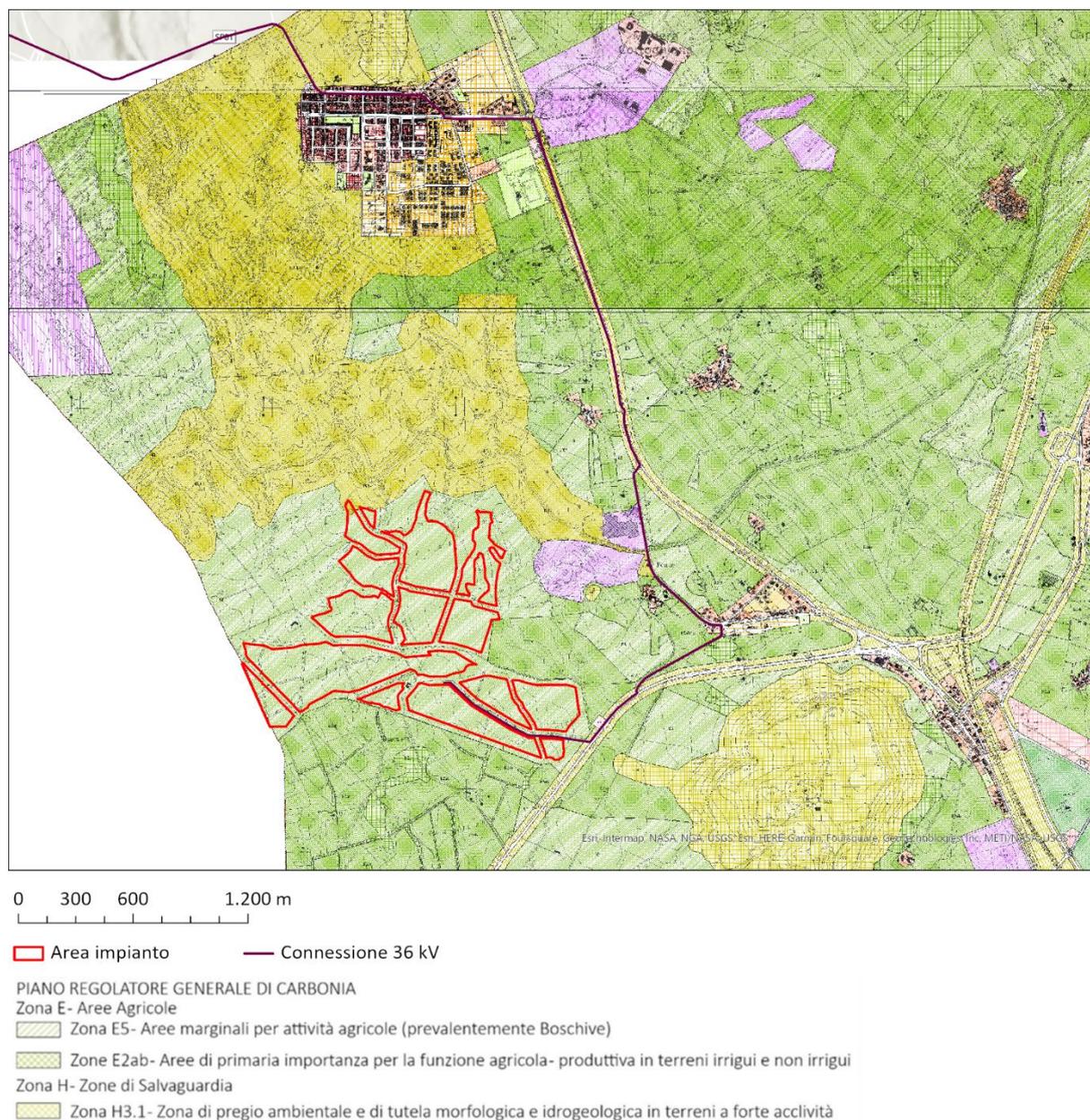


Figura 7.5: PUC Carbonia – zonizzazione

Il P.U.C di Carbonia divide la Zona Agricola E in tre sottozone:

- Sotto Zona E2ab: Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva in terreni irrigui (es.: seminativi, erbai), e in terreni non irrigui (es.: seminativi in asciutto, erbai autunnovernini, colture oleaginose);
- Sotto Zona E2c: Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva anche in funzione di supporto alle attività zootecniche tradizionali in aree a bassa marginalità (es.: colture foraggere, seminativi anche erborati, colture legnose non tipiche e non specializzate);
- Sotto Zona E5: Aree marginali per attività agricole (prevalentemente boschive).

Nelle Zone E sono previsti i seguenti usi compatibili:

- Colture erbacee annuali e poliennali
- Colture arboree: vite, olivo, agrumi, frutticoltura idonea all'ambiente pedoclimatico
- Colture forestali: leccio e sughera, arboricoltura da legno

- Allevamenti: acquicoltura, allevamento bovino, ovino e caprino, equino e altri allevamenti, elicicoltura, lombricoltura, allevamento estensivo ed intensivo di selvaggina, apicoltura;
- È consentita la realizzazione di manufatti edilizi amovibili strettamente necessari per l'attività estrattiva.

Inoltre nelle sottozone E2ab la destinazione d'uso prevalente è quella per attività volte alla produzione agricola, anche tipica e specializzata, e ad interventi necessari per la tutela, valorizzazione e recupero del patrimonio agricolo. Mentre nelle sottozone E5 il Piano Urbanistico Comunale intende:

- Conservare e potenziare la flora e la fauna autoctone favorendo la presenza di una maggiore diversità ambientale;
- Vietare l'introduzione di qualsiasi specie floristica e faunistica non autoctone;
- Salvaguardare e favorire la presenza di zone umide (piccoli stagni, pozze, etc.) per incrementare le popolazioni di anfibi e rettili;
- Salvaguardare la presenza di praterie-pascolo per incrementare le popolazioni di specie a rischio di estinzione a livello internazionale.

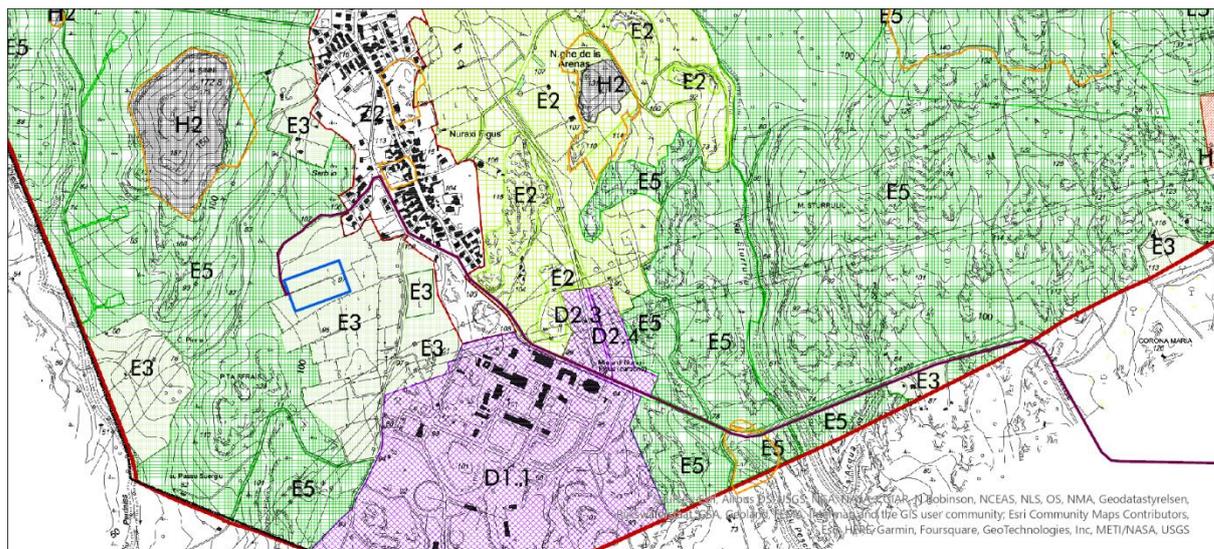
In riferimento a quanto sopra esposto si evidenzia che:

- Per preservare la fertilità dei suoli, durante la preparazione del terreno di posa, si prevede di evitare lo scotico;
- Il progetto agronomico prevede la coabitazione dell'impianto fotovoltaico con la messa a dimora di un mandorleto superintensivo (per 10,94 ha) e superfici seminative per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione (per 76,68 ha);
- L'inerbimento dell'area libera sotto i pannelli e tra le file verranno gestite ove compatibile tramite la pratica del sovescio inoltre, si prevede la trinciatura dei residui, pratica agronomica consistente nell'interramento di apposite colture allo scopo di mantenere o aumentare la fertilità del terreno;
- Le strutture a tracker saranno poste a una quota media di circa 2,83 metri da terra la cui proiezione sul terreno è complessivamente pari a circa 29,2 ha. Nell'area dei corridoi larghi circa 6,83 m, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, è prevista la coltivazione di un mandorleto superintensivo e di un erbaio annuale;
- L'indice di copertura del suolo è stato contenuto nell'ordine del 36,6% calcolato sulla superficie utile di impianto. Le strutture saranno infatti posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 12 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento.
- L'impianto sarà completamente mitigato, tramite la realizzazione di una quinta arboreo arbustiva che dovrà imitare un'area di macchia mediterranea spontanea ma al tempo stesso funzionale alla mitigazione dell'impatto visivo evitando fenomeni di ombreggiamento nel campo fotovoltaico;
- Il Cavidotto di Connezione sarà localizzato lungo sede stradale esistente ed al termine dei lavori è previsto il ripristino dello stato dei luoghi, inoltre eventuali interferenze saranno risolte tramite l'utilizzo della TOC.

Tutto ciò considerato, si ritiene il progetto compatibile con le previsioni del Piano.

7.4.2 Piano Urbanistico Comunale di Gonnese

Il Piano Urbanistico Comunale di Gonnese è redatto ai sensi della L.R. 22/12/89 n.45 e successive modificazioni e della L.R. 25/11/2004 n.8 (Piano Paesaggistico Regionale) e costituisce lo strumento di pianificazione generale del Comune di Gonnese. Il 5 Dicembre 2016 il Piano è diventato vigente data la sua Adozione Definitiva.



0 200 400 800 m



Figura 7.6: PUC Gonnese – zonizzazione

La Figura 7.6 mostra che la linea di connessione e la stazione elettrica dell'impianto in esame interesseranno le zone:

- E5: aree marginali per l'attività agricola;
- D1.1: area industriale di Carbosulcis – Nuraxi Figus;
- Il centro abitato;
- E3: aree agricole ad elevato funzionamento fondiario.

Le zone D1 sono classificate come destinate ad attività industriali minerarie già esistenti.

L'articolo 15 delle norme tecniche di attuazione del piano descrive le zone E (agricole):

La Zona Omogenea E comprende le parti del territorio destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, alla itticoltura, alle attività di conservazione e trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno. Sono aree con utilizzazioni agro-silvo pastorali intensive ed estensive, con apporto di fertilizzanti, pesticidi, acqua e comuni pratiche agrarie che le rendono dipendenti da energia suppletiva per il loro mantenimento e per ottenere le produzioni quantitative desiderate. In particolare tali aree comprendono rimboschimenti artificiali a scopi produttivi, oliveti, vigneti, mandorleti, agrumeti e frutteti in genere, coltivazioni miste in aree periurbane, coltivazioni orticole, colture erbacee incluse le risaie, prati sfalciabili irrigui, aree per l'acquicoltura intensiva e semi-intensiva ed altre aree i cui caratteri produttivi dipendono da apporti significativi di energia esterna.

In queste aree sono vietate trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agroforestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio, con le cautele e le limitazioni conseguenti e fatto salvo quanto previsto per l'edificato in zona agricola.

Tra queste si definiscono:

- *E3: aree, caratterizzate da un elevato frazionamento fondiario, che sono contemporaneamente utilizzabili per scopi agricolo-produttivi e per scopi residenziali;*
- *E5: aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale.*

Gli usi compatibili sono:

- *Colture erbacee annuali e poliennali;*
- *Colture arboree: vite, olivo, agrumi, frutticoltura idonea all'ambiente pedoclimatico;*
- *Colture forestali: leccio e sughera, arboricoltura da legno;*
- *Allevamenti: acquicoltura, allevamento bovino, ovino e caprino, equino e altri allevamenti, elicicoltura, lombricoltura, allevamento estensivo ed intensivo di selvaggina, apicoltura.*

È consentita la realizzazione di manufatti edilizi amovibili strettamente necessari per l'attività estrattiva (per esempio locali per le lavorazioni e lo stoccaggio dei materiali, uffici, etc.), esclusivamente nelle aree adiacenti le Zone Territoriali Omogenee D4 e D5, come da autorizzazione o concessione regionale. I manufatti di cui sopra dovranno essere rimossi alla cessazione dell'attività estrattiva. Per le aree eventualmente ricadenti all'interno di perimetri di pericolosità idrogeologica individuati dal PAI, varrà quanto previsto dalle norme di attuazione del PAI stesso.

Gli articoli 16 e 20 descrive le norme edilizie per le zone agricole E.

In tutte le zone omogenee E è vietata la realizzazione di qualunque costruzione edilizia interrata e/o seminterrata, ad eccezione dei locali interrati e/o seminterrati delle residenze e dei fabbricati rurali edificabili ai sensi degli articoli successivi. Tali locali dovranno essere realizzati all'interno dell'area di sedime delle relative costruzioni fuori terra.

Per gli impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, serbatoi e ripartitori di acquedotti, impianti di depurazione, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, costruibili dietro autorizzazione e previa conforme deliberazione del Consiglio Comunale, l'indice di fabbricabilità fondiario non potrà superare 1,00 mc/mq. In tali casi non sarà necessario il raggiungimento del lotto minimo di intervento.

Sono ammessi gli impianti di produzione energetica mediante fonti rinnovabili (solari ed eoliche). Nel caso di fotovoltaico, i pannelli dovranno essere localizzati sui fabbricati (purché non presentino caratteri storici), con i pannelli inclinati secondo l'angolo della falda del tetto, o contigui agli stessi per una superficie non superiore a 30 mq. Gli impianti eolici non potranno avere potenza complessiva superiore o pari a 60 kW.

In questa sottozona sono state ricomprese le aree destinate alla coltivazione della vite, frutteti, orti e altre piccole superfici spesso inferiori all'ettaro. Sono ammesse le seguenti costruzioni:

- *Fabbricati ed impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica del fondo, all'itticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, con esclusione degli impianti classificabili come industriali;*



- *Fabbricati per agriturismo, punti di ristoro e impianti di interesse pubblico secondo quanto previsto dall'articolo 16;*
- *Fabbricati funzionali alla conduzione e gestione dei boschi e degli impianti arborei industriali (forestazione produttiva);*
- *Strutture per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossicodipendenti, e per il recupero del disagio sociale.*

In ogni caso, per quanto riguarda la linea di connessione si sottolinea che verrà realizzata interrata lungo la sede stradale esistente e tramite TOC in modo da superare le interferenze esistenti e minimizzare l'impatto sul territorio circostante.

8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLO STATO ATTUALE

In seguito si riporta una breve analisi fotografica che mostra lo stato di fatto dell'area oggetto di intervento e del suo intorno.



Figura 8.1: Punti di presa fotografica impianto



Punto di presa fotografica 1



Punto di presa fotografica 2



Punto di presa fotografica 3



Punto di presa fotografica 4



Punto di presa fotografica 5



Punto di presa fotografica 6



Punto di presa fotografica 7



Punto di presa fotografica 8



Punto di presa fotografica 9



Punto di presa fotografica 10



Punto di presa fotografica 11



Punto di presa fotografica 12



Punto di presa fotografica 13

In seguito si riporta una breve analisi fotografica che mostra lo stato di fatto dell'area oggetto di intervento e del suo intorno.

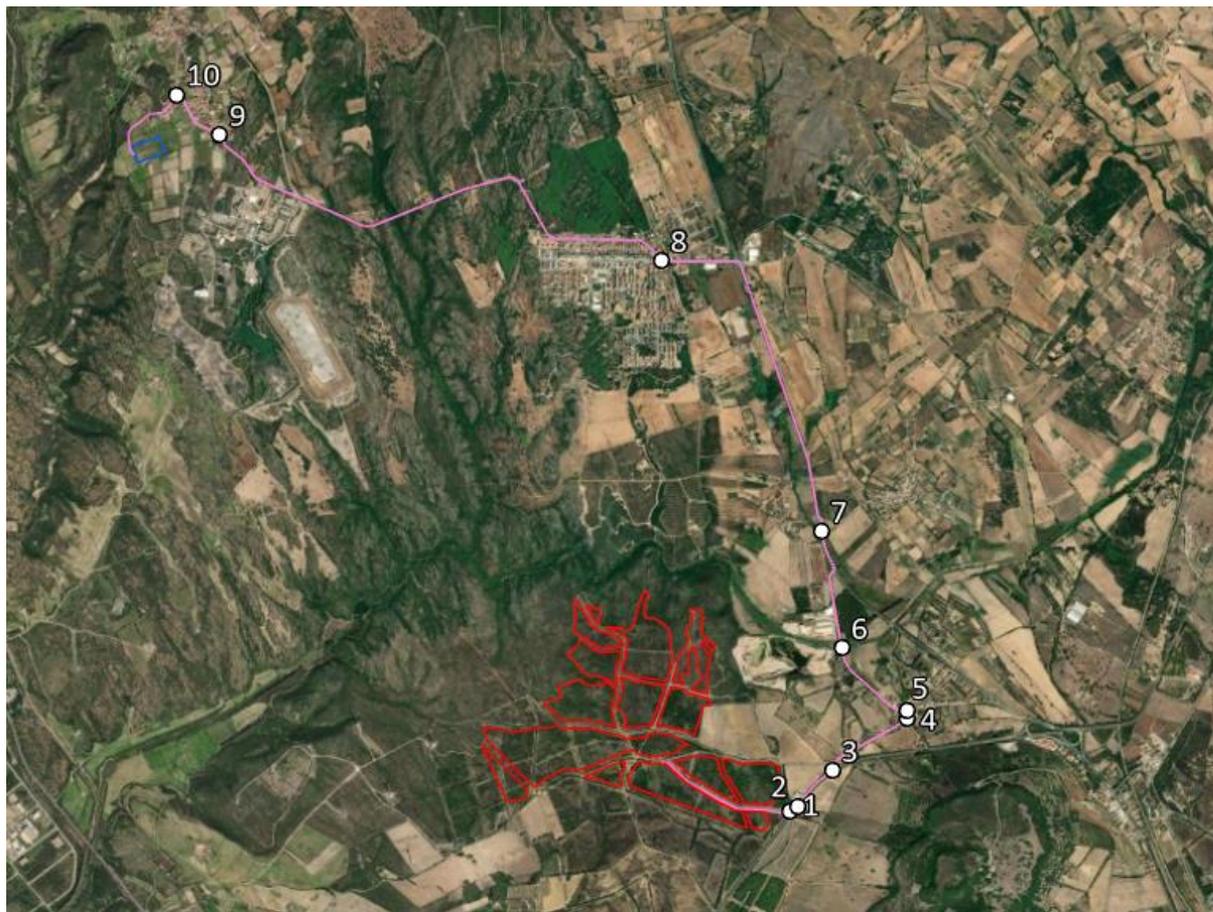


Figura 8.2: Punti di presa fotografica connessione



Punto di presa fotografica 1



Punto di presa fotografica 2



Punto di presa fotografica 3



Punto di presa fotografica 4



Punto di presa fotografica 5



Punto di presa fotografica 6



Punto di presa fotografica 7



Punto di presa fotografica 8



Punto di presa fotografica 9



Punto di presa fotografica 10

9. PRESENZA DI IMMOBILI ED AREE DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO

Non si rileva la presenza di immobili ed Aree di interesse pubblico in prossimità delle Aree di Intervento. Relativamente a ciò preme evidenziare che il bene più prossimo al Sito risulta essere *La chiesa Campestre Santa Maria di Flumentepido*, per la quale facendo riferimento al Comma c-quater) dell'Articolo 20 di cui al D.Lgs. 199/2021, che riporta quanto segue: *le aree che non sono ricomprese nel perimetro dei beni sottoposti a tutela ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, (includere le zone gravate da usi civici di cui all'articolo 142, comma 1, lettera h), del medesimo decreto), né ricadono nella fascia di rispetto dei beni sottoposti a tutela ai sensi della parte seconda oppure dell'articolo 136 del medesimo decreto legislativo. Ai soli fini della presente lettera, la fascia di rispetto è determinata considerando una distanza dal perimetro di beni sottoposti a tutela di tre chilometri per gli impianti eolici e di cinquecento metri per gli impianti fotovoltaici, il buffer di 500 metri dal medesimo sito è stato escluso dalle Aree di installazione dell'impianto.*

Un ulteriore immobile di notevole interesse pubblico individuato risulta essere il Sito Archeologico del *Monte Sirai*, localizzato a circa 1,6 Km ad Est dell'impianto.

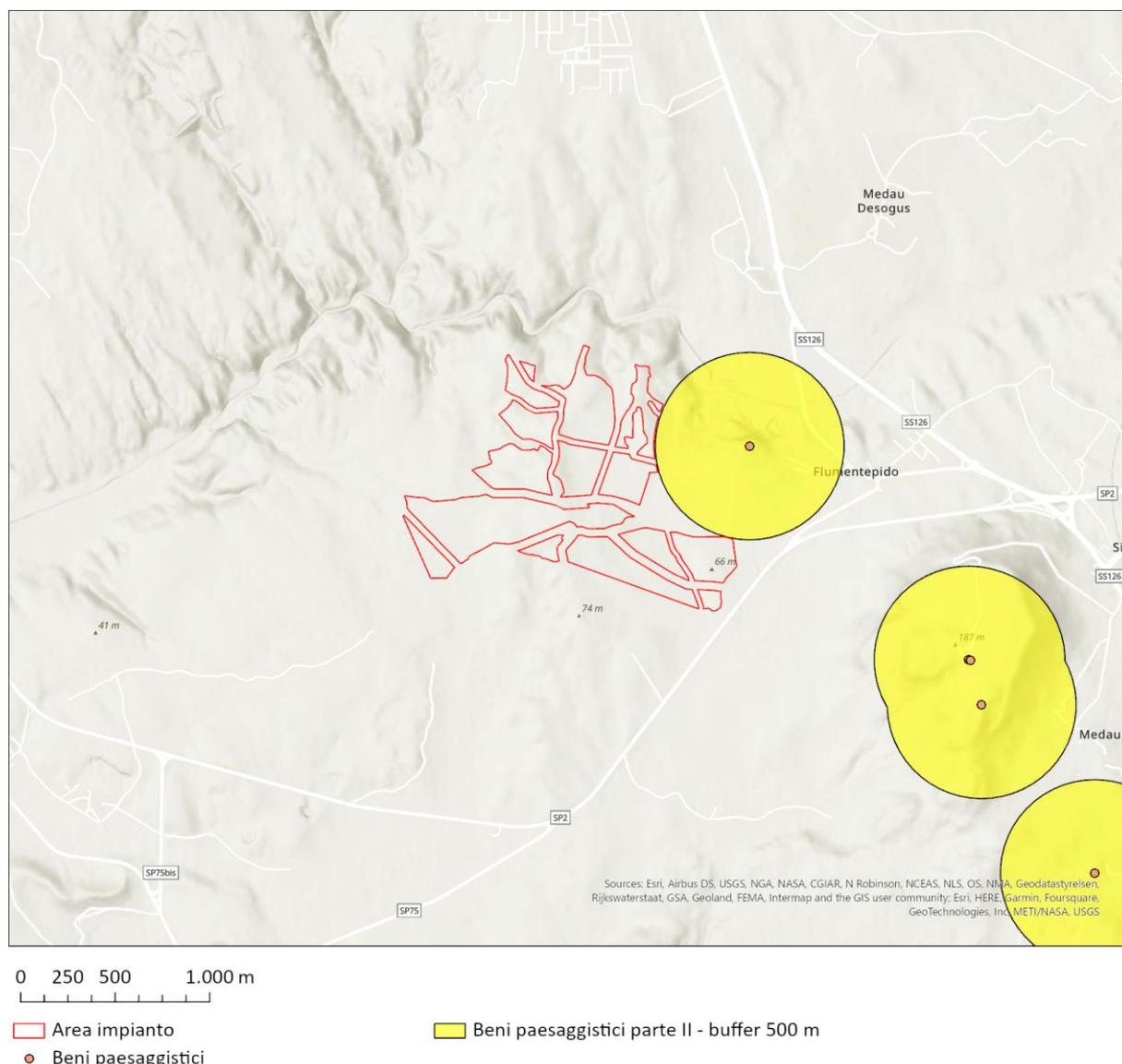


Figura 9.1: Beni di cui alla Parte II del D.Lgs 42/2004 e Beni Culturali Immobili

10. PRESENZA DI AREE TUTELATE PER LEGGE

Le aree interessate dall'installazione dell'impianto non risultano essere interessate da Vincoli di cui all'Articolo 142 del D.Lgs 42/2004.

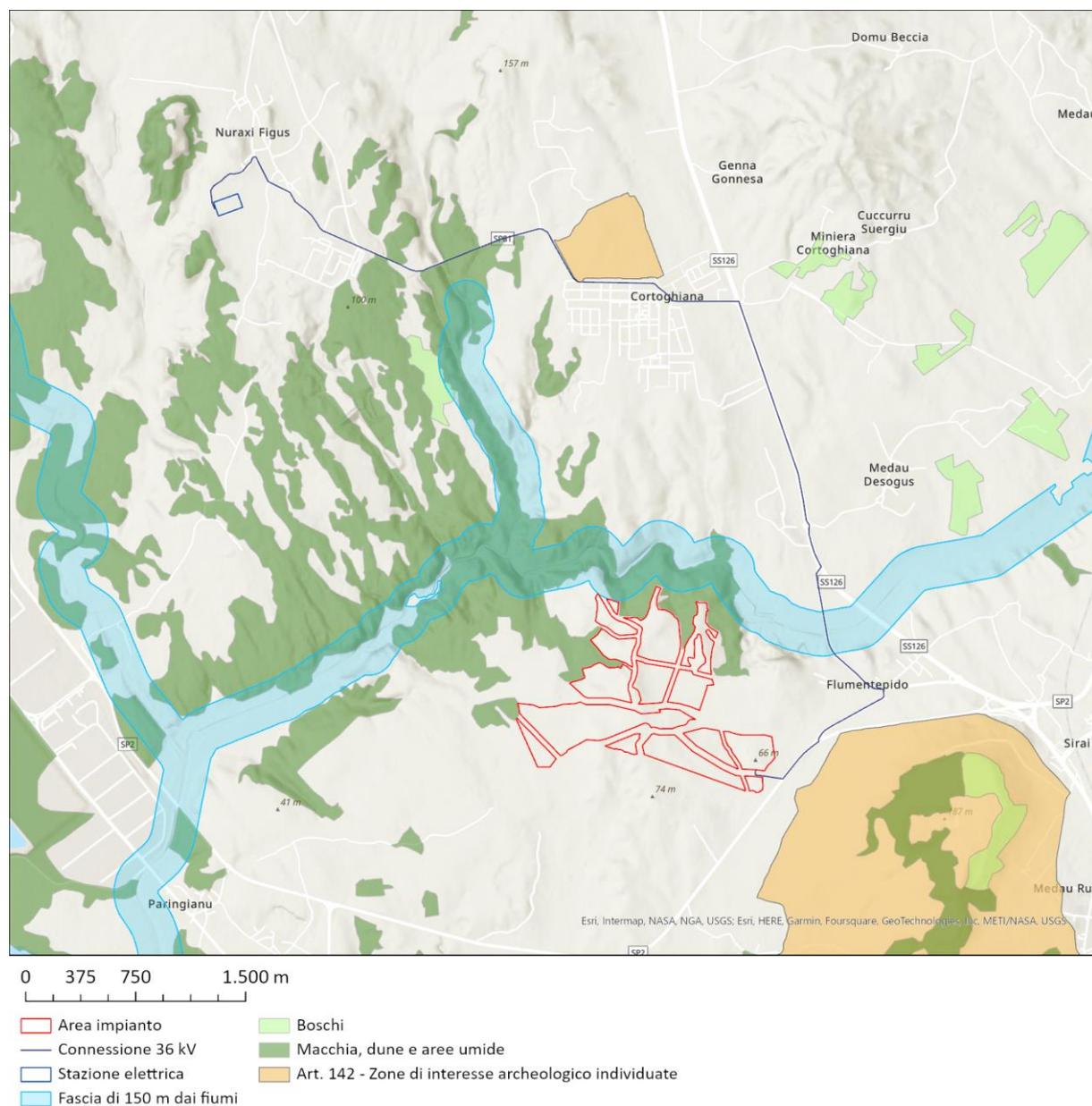


Figura 10.1: Beni di all'Articolo 142 del D.Lgs 42/2004

Come da stralcio cartografico sopra riportato non le Aree di installazione dell'impianto risultano essere escluse da Vincoli Paesaggistici. Il cavidotto di connessione risulta essere invece interessato da:

- Lett. C) Fascia di rispetto di 150 m di Fiumi, Torrenti e Corsi d'Acqua iscritti all'Elenco delle Acque Pubbliche;
- Lett. G) Boschi, dune e Aree Umide;

In merito a quanto sopra riportato preme evidenziare che il cavidotto sarà realizzato lungo sede stradale esistente e al termine dei lavori di posa sarà ripristinato lo stato dei luoghi, inoltre eventuali interferenze saranno risolte tramite l'utilizzo della TOC.), in questo modo non si effettueranno scavi a cielo aperto e senza dunque toccare o compromettere gli habitat presenti lungo il corso d'acqua. Questa particolare tecnica permette quindi il superamento di ostacoli morfologici in maniera non invasiva grazie alla



possibilità di orientare la direzione della trivellazione in maniera teleguidata compiendo un arco inferiormente all'attraversamento di raggio di curvatura pari a quello elastico della condotta metallica (dunque limitando il più possibile l'area di scavo), il tutto operando dal piano campagna senza necessità di fosse di spinta e ricezione.

11. DESCRIZIONE SISNTETICA DELLO STATO ATTUALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Dai sopralluoghi effettuati risulta la presenza di aree interessate da vegetazione spontanea caratterizzate dalla presenza di macchia mediterranea arboreo arbustiva. Si sottolinea che le aree non interessate da macchia mediterranea spontanea sono aree che in passato erano probabilmente destinate alla coltivazione di essenze arboree. Si evidenzia che queste aree sono da anni non gestite da un punto di vista agronomico e forestale e di conseguenza hanno subito una evoluzione naturale. Di conseguenza, allo stato attuale queste aree si presentano come aree naturaliformi con vegetazione arboreo/arbustiva tipica della macchia mediterranea.

Le aree a macchia mediterranea sono caratterizzate dalla presenza di essenze tipiche della zona come il cisto (*Cistus* spp.), il lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) e la ginestra (*Genistae* Bronn).

Le aree non interessate da macchia mediterranea spontanea in passato erano probabilmente destinate alla coltivazione di essenze arboree. Ad oggi sono presenti numerosi individui di leccio (*Quercus ilex* L.), di olivastro (*Olea europaea* var. *sylvestris*), di pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.) e di sughera (*Quercus suber* L.).

Queste aree (Figura 11.1) non vengono gestite da un punto di vista agronomico e forestale da alcuni anni, subendo di conseguenza un'evoluzione "naturale". Ad oggi, gli individui arborei hanno raggiunto un'età e uno stato di sviluppo tale da poter essere abbattuti e utilizzati per la produzione di legname.



Figura 11.1: Coltivazione di specie arboree non gestite a livello agronomico



12. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO E DELLE CARATTERISTICHE DELL'OPERA

12.1 DESCRIZIONE DELLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 56,55 MW è così costituito da:

- n.1 Cabina di Connessione. La Cabina di Connessione dell'impianto, a livello di tensione pari a 36 kV, sarà posizionata in adiacenza alla nuova SE di Trasformazione di Terna di riferimento. All'interno della cabina saranno presenti i dispositivi generali DG, di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n.1 Cabina di Raccolta. Tale cabina è presente all'interno dell'impianto fotovoltaico, sezione Sx, ed è il punto di partenza della connessione verso la Cabina di Connessione. La Cabina di Raccolta ha la funzione di raccogliere le terne provenienti dalle cabine di Smistamento, presenti nel campo fotovoltaico, per immetterne un numero inferiore. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT1 contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n.1 Cabine di Smistamento di connessione. Le Cabine di Smistamento hanno la funzione di raccogliere le terne provenienti dalle Power Station, presenti nei vari sottocampi, per immetterne un numero inferiore verso la Cabina di Raccolta. Le cabina sarà posizionata in maniera strategica all'interno dell'impianto.
- n. 15 Power Station (PS). Le Cabine di Campo (Power Station) avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- n.9 Uffici e n.9 Magazzini ad uso del personale, installati in coppie (ufficio + magazzino) in ogni sezione dell'impianto fatta eccezione per le sezioni S1, S2, S4, S7, S11 e S15;
- i moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno;
- L'impianto è completato da:
 - tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
 - opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni;
 - intervento agronomico;
 - opere a verde di mitigazione.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad esempio: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda alle relazioni e agli elaborati dedicati.

12.1.1 Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle, di tipologia bifacciale, indicativamente della potenza di 690 Wp, della marca CanadianSolar dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

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

La tecnologia di moduli fotovoltaici utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica ed è realizzata assemblando in sequenza diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato.

- vetro temperato con trattamento anti-riflesso;
- EVA (etilene vinil acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino.

Di seguito si riporta la scheda tecnica del modulo fotovoltaico di progetto.

ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency	
CS7N-665TB-AG	665 W	38.6 V	17.23 A	46.5 V	18.14 A	21.4%	
Bifacial Gain**	5%	698 W	38.6 V	18.09 A	46.5 V	19.05 A	22.5%
	10%	732 W	38.6 V	18.97 A	46.5 V	19.95 A	23.6%
	20%	798 W	38.6 V	20.68 A	46.5 V	21.77 A	25.7%
CS7N-670TB-AG	670 W	38.8 V	17.27 A	46.7 V	18.19 A	21.6%	
Bifacial Gain**	5%	704 W	38.8 V	18.15 A	46.7 V	19.10 A	22.7%
	10%	737 W	38.8 V	19.00 A	46.7 V	20.01 A	23.7%
	20%	804 W	38.8 V	20.72 A	46.7 V	21.83 A	25.9%
CS7N-675TB-AG	675 W	39.0 V	17.31 A	46.9 V	18.24 A	21.7%	
Bifacial Gain**	5%	709 W	39.0 V	18.19 A	46.9 V	19.15 A	22.8%
	10%	743 W	39.0 V	19.04 A	46.9 V	20.06 A	23.9%
	20%	810 W	39.0 V	20.77 A	46.9 V	21.89 A	26.1%
CS7N-680TB-AG	680 W	39.2 V	17.35 A	47.1 V	18.29 A	21.9%	
Bifacial Gain**	5%	714 W	39.2 V	18.22 A	47.1 V	19.20 A	23.0%
	10%	748 W	39.2 V	19.09 A	47.1 V	20.12 A	24.1%
	20%	816 W	39.2 V	20.82 A	47.1 V	21.95 A	26.3%
CS7N-685TB-AG	685 W	39.4 V	17.39 A	47.3 V	18.34 A	22.1%	
Bifacial Gain**	5%	719 W	39.4 V	18.26 A	47.3 V	19.26 A	23.1%
	10%	754 W	39.4 V	19.14 A	47.3 V	20.17 A	24.3%
	20%	822 W	39.4 V	20.87 A	47.3 V	22.01 A	26.5%
CS7N-690TB-AG	690 W	39.6 V	17.43 A	47.5 V	18.39 A	22.2%	
Bifacial Gain**	5%	725 W	39.6 V	18.31 A	47.5 V	19.31 A	23.3%
	10%	759 W	39.6 V	19.17 A	47.5 V	20.23 A	24.4%
	20%	828 W	39.6 V	20.92 A	47.5 V	22.07 A	26.7%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-665TB-AG	502 W	36.4 V	13.80 A	44.0 V	14.60 A
CS7N-670TB-AG	506 W	36.6 V	13.83 A	44.1 V	14.65 A
CS7N-675TB-AG	510 W	36.8 V	13.86 A	44.3 V	14.69 A
CS7N-680TB-AG	513 W	37.0 V	13.88 A	44.5 V	14.73 A
CS7N-685TB-AG	517 W	37.2 V	13.90 A	44.7 V	14.77 A
CS7N-690TB-AG	521 W	37.4 V	13.94 A	44.9 V	14.81 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	TOPCon cells
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 33 mm (93.9 x 51.3 x 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	561 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

Figura 12.1: Scheda tecnica modulo fotovoltaico di progetto

12.1.2 Strutture di Supporto

terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a +55° -55°.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;

- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni anti furto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali
- inclinazione sull'orizzontale +55° -55°
- Esposizione (azimut): 0°
- Altezza min: 0,650 m (rispetto al piano di campagna)
- Altezza max: 2,769 m (rispetto al piano di campagna)

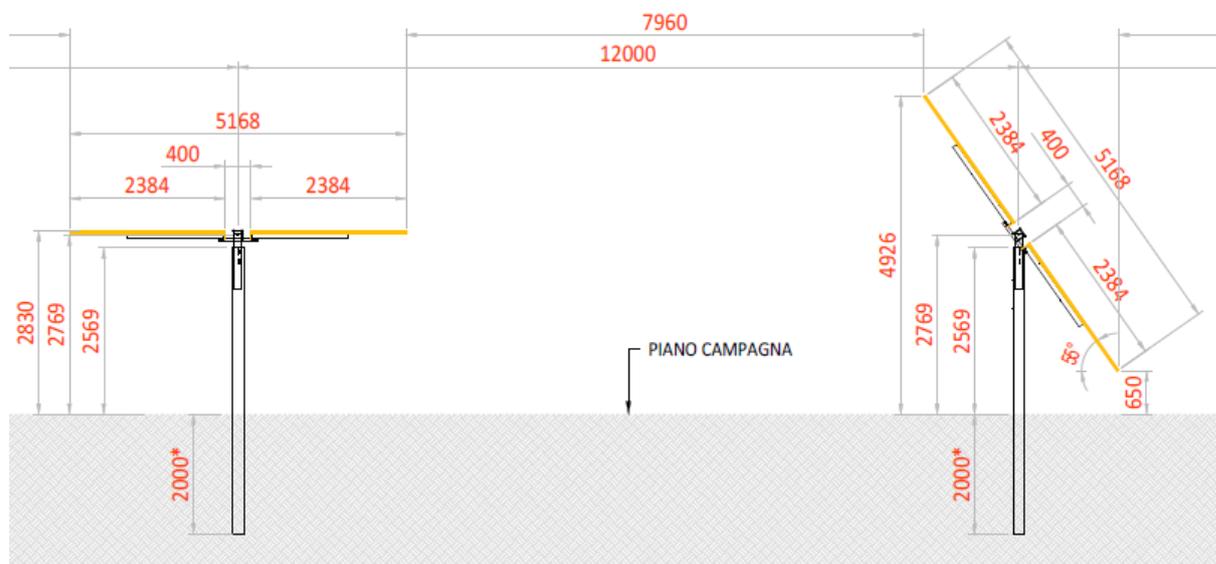


Figura 12.2: Particolare costruttivo strutture mobili (tracker)

In via preliminare sono state previste due tipologie di portali, costituiti specificatamente da 28 moduli (tipo 1) e 14 moduli (tipo 2), montati con una disposizione su due file in posizione verticale (2P). Tale configurazione potrà variare in conseguenza della scelta definitiva del tipo di modulo fotovoltaico.

Saranno installate in totale:

- n. 75.880 strutture con configurazione 14x2;
- n. 2.548 strutture con configurazione 7x2;

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

Durante la fase esecutiva, sulla base della struttura tracker scelta saranno nuovamente definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di realizzazione più adatta.

12.1.3 String Box

La String Box è una cassetta che permette il collegamento in parallelo delle stringhe di una determinata porzione del campo fotovoltaico e allo stesso tempo la protezione delle stesse, attraverso opportuno

fusibile dedicato. L'apparato sarà dotato di un sistema di monitoraggio che permetterà di conoscere lo stato di ciascun canale di misura.

L'apparecchiatura sarà progettata per installazione esterna.

12.1.4 Power Station

Le Power Station hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevarne il livello di tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

I componenti delle Power Station saranno trasportabili su camion, in un unico blocco già assemblato pronto al collegamento (inclusi inverter e trasformatore). Le Power Station, tipo marca Sungrow, avranno le dimensioni indicative riportate nell'elaborato grafico dedicato e saranno posate su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

Trattandosi di una soluzione "outdoor", tutti gli elementi costituenti le Power Station sono adatti per l'installazione all'esterno, non risulta quindi necessario alcun tipo di alloggiamento.

Di seguito si riporta un'immagine esemplificativa del tipologico del modello ipotizzato in tale fase progettuale.



Figura 12.3: Immagine esemplificativa del modello di Power Station previsto (l'immagine riporta 4 inverter e non 3 come da progetto)

Inverter

Il componente principale delle Power Station è l'inverter. Tali elementi atti alla conversione della corrente continua in corrente alternata (costituiti da uno o più inverter in parallelo), agendo come generatore di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

I gruppi di conversione sono basati su inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP31 minimo; questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche.

Gli inverter devono essere dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

Gli inverter di tipo marca Sungrow SG3300UD sono di potenza 3.300/3.795 kVA (40/20°C). Gli inverter descritti in questa specifica dovranno essere tutti dello stesso tipo in termini di potenza e caratteristiche per consentire l'intercambiabilità tra loro. Di seguito si portano i dati tecnici degli inverter identificati in progetto:

Modello	SG3300UD-MV	SG4400UD-MV
Ingresso (CC)		
Tensione massima FV in ingresso	1500 V	
Tensione minima FV in ingresso / Tensione di avviamento	895 V / 905 V	
Intervallo di tensione MPP	895 – 1500 V	
N. di ingressi MPP indipendenti	3	4
N. di ingressi CC	15 (in opzione: 18/21 ingressi con polo negativo a terra)	20 (in opzione: 24/28 ingressi con polo negativo a terra)
Corrente massima FV in ingresso	3 * 1435 A	4 * 1435 A
Massima corrente di cortocircuito CC	3 * 5000 A	4 * 5000 A
Configurazione del generatore FV	Polo negativo a terra / Floating	
Uscita (CA)		
Potenza di uscita CA	3300 kVA a 40 °C 3795 kVA a 20 °C	4400 kVA a 40 °C 5060 kVA a 20 °C
Corrente di uscita massima inverter	3 * 1160 A	4 * 1160 A
Corrente massima in uscita CA	110 A	146 A
Intervallo di tensione CA	10 kV – 35 kV	
Frequenza nominale di rete / Intervallo di frequenza di rete	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Distorsione armonica totale (THD)	< 3% (alla potenza nominale)	
Fattore di potenza alla potenza nominale / Fattore di potenza regolabile	>0,99 / 0,8 in entrata – 0,8 in uscita	
Fasi alimentazione / Connessione CA	3 / 3-PE	
Efficienza		
Efficienza massima dell'inverter	99,0%	
Efficienza europea dell'inverter	98,7%	

Figura 12.4 - Dati tecnici degli inverter di progetto

Gli inverter dovranno rispettare i seguenti standard principali: EN 50178; IEC/EN 62109-1; IEC/EN 62109-2; IEC/EN61000-6-2; IEC/EN61000-6-4; IEC 62109-1; IEC 62109-2; IEC/EN61000-3-11; IEC/EN61000-3-12; IEC/EN61000-3 series; IEC/EN61000-6 series.

Trasformatore elevatore AT/BT

All'interno delle Power Station saranno presenti i trasformatori di tensione, che trasformano la corrente a bassa tensione (BT) in corrente in media tensione (AT), necessari per l'immissione in rete dell'energia prodotta.

In particolare, essi devono essere progettati e dimensionati tenendo in considerazione la presenza di armoniche di corrente prodotte dai convertitori.

A tal fine, i trasformatori non possono avere a vuoto e perdite superiori al 110% delle perdite nominali. I trasformatori saranno del tipo con raffreddamento di tipo ONAN (Oil Natural Air Natural) in opzione ONAF (Oil Natural Air Forced).

Quadri BT a AT

All'interno delle Cabine di Campo saranno presenti i quadri e le celle necessarie per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

12.1.5 Cabina di Smistamento

All'interno della cabina di Smistamento saranno presenti i quadri necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto. La Cabina di Smistamento sarà posizionata nella seziona dell'impianto S9.

Nelle Cabine di Smistamento confluiranno tutti i cavi provenienti dalle diverse Power Station presenti nell'impianto, da tali cabinati partirà la linea di connessione verso la nuova stazione elettrica di trasformazione (SE). Nella stessa area all'interno delle cabine sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo.

12.1.6 Cavi di Potenza BT e AT

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione, alternata alta tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

12.1.7 Cavi di Controllo e TLC

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le tre sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

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

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

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

12.1.8 Sistema SCADA

Verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

12.1.9 Monitoraggio Ambientale

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare i dati climatici e i dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

12.1.10 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto, la recinzione sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti.

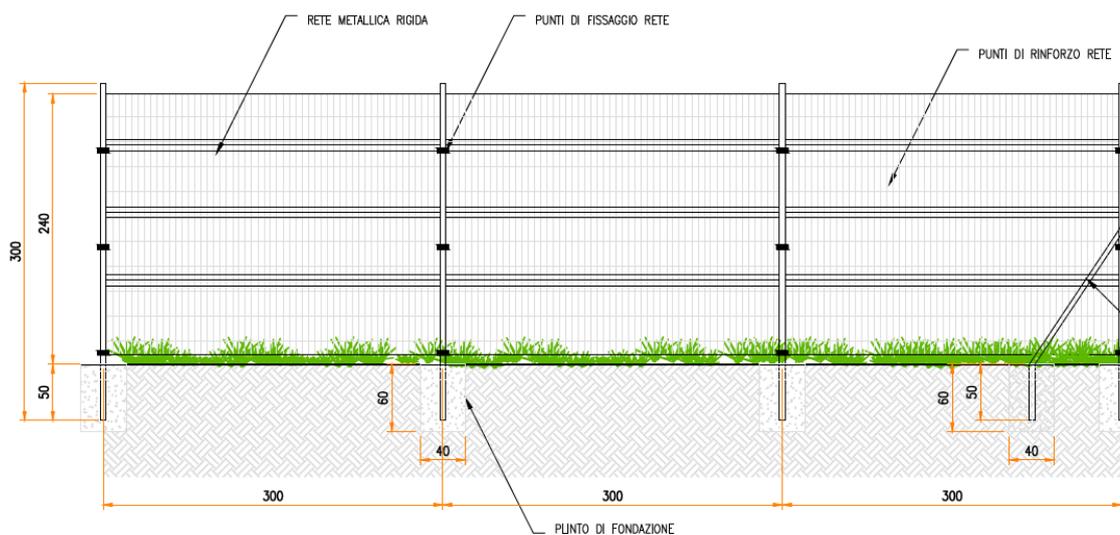


Figura 12.5: Particolare recinzione

Si prevede che la recinzione sia opportunamente sollevata da terra di circa 20 cm per non ostacolare il passaggio della fauna selvatica.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di 16 cancelli carrabili (tipologico visibile in Figura 12.6), uno per ogni sezione fatta eccezione per la sezione S3 che presenta due accessi.

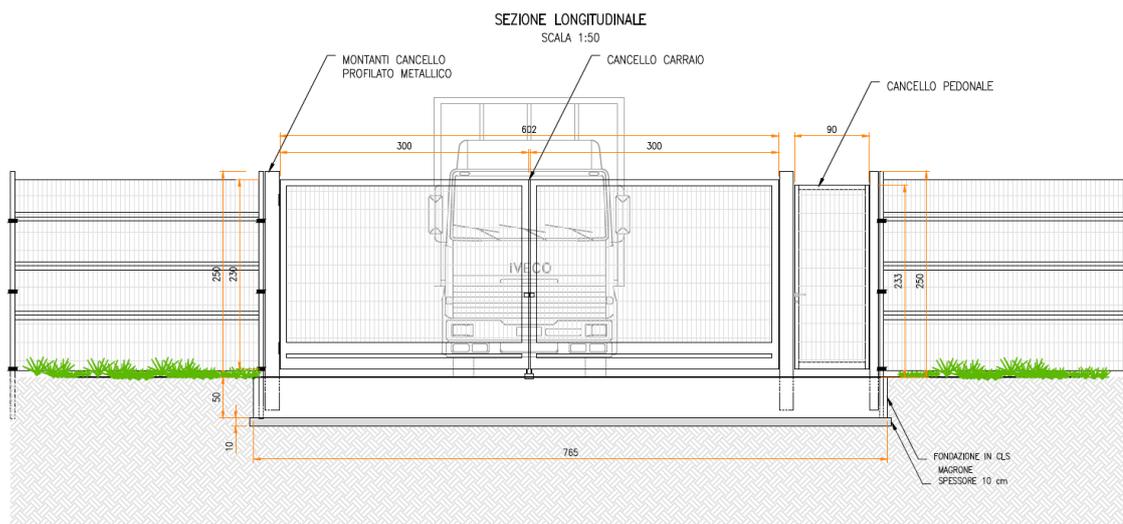


Figura 12.6: Particolare accesso

12.1.11 Sistema di drenaggio

Sarà realizzata una rete di drenaggio in corrispondenza dei principali solchi di drenaggio naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno.

La rete drenaggio in progetto sarà costituita da fossi e cunette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e non rivestiti. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

L'area di intervento è stata suddivisa, sulla base della morfologia di progetto, in bacini imbriferi non necessariamente coincidenti con i singoli settori dell'impianto. I bacini sono delimitati verso il monte idrologico da "alti" naturali (orli di scarpata, rilievi) mentre il valle idrologico coincide con l'ubicazione di progetto dei canali da realizzarsi in scavo per il collettamento delle acque meteoriche.

Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi.

È prevista una rete di drenaggio per la gestione delle acque meteoriche anche nel sistema BESS che verrà dimensionata nelle successive fasi progettuali.

12.1.12 Sistema di sicurezza antintrusione

Il sistema di sicurezza e anti intrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si baserà sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima misura da attuare per garantire la sicurezza dell'impianto contro intrusioni non autorizzate è quella di impedire o rilevare qualsiasi tentativo di accesso dall'esterno installando un sistema di anti intrusione perimetrale in fibra ottica sulla recinzione.

Inoltre sarà installato un sistema TVCC dotato di sistema di rilevazione video mediante telecamere digitali a doppia tecnologia ad alta risoluzione che consentiranno di monitorare in tempo reale il perimetro e le aree di maggior interesse impiantistico. Il sistema di video sorveglianza avrà il compito di

garantire al servizio di vigilanza locale gli strumenti necessari per effettuare un'analisi immediata degli eventi a seguito di allarme generato dal sistema perimetrale e per eventuali azioni da intraprendere.

12.1.13 Viabilità del Sito

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. Le strade di progetto, sia perimetrali che interne all'impianto, sono previste con una larghezza pari a 4 metri.

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da:

- regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato (circa 30 cm);
- rullatura del piano ottenuto fino al raggiungimento di un modulo di deformazione "Md" \geq 15 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa. Nel caso questa condizione non fosse raggiungibile si dovrà procedere alla sostituzione di ulteriori circa 30 cm di terreno naturale con altro materiale arido scelto proveniente da cave;
- fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto;
- fornitura e posa in opera di uno strato in misto granulometrico di pezzatura media (strato di fondazione – spessore 30 cm). Rullatura del piano ottenuto fino al raggiungimento di un modulo di deformazione "Md" \geq 20 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa;
- fornitura e posa in opera di uno strato in misto granulometrico di pezzatura fine (strato di finitura – spessore 10 cm). Rullatura del piano ottenuto fino al raggiungimento di un modulo di deformazione "Md" \geq 30 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa.

12.1.14 Sistema antincendio

Con riferimento alla progettazione antincendio, le opere progettate sono conformi a quanto previsto da:

- D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"
- lettera 1324 del 7 febbraio 2012 - Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici;
- lettera di chiarimenti diramata in data 4 maggio 2012 dalla Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del corpo dei Vigili del Fuoco.

Inoltre, è stato valutato il pericolo di elettrocuzione cui può essere esposto l'operatore dei Vigili del Fuoco per la presenza di elementi circuitali in tensione all'interno dell'area impianto. Si evidenzia che sia in fase di cantiere che in fase di O&M dell'impianto si dovranno rispettare anche tutti i requisiti richiesti ai sensi del D.Lgs 81/2008 e s.m.i.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di propagazione di un incendio dai generatori fotovoltaici agli ambienti sottostanti, gli impianti saranno installati su strutture incombustibili (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005).

Sono previsti sistemi ad estintore in ogni cabina presente e alcuni estintori aggiuntivi per eventuali focolai esterni alle cabine (sterpaglia, erba secca, ecc.).

Saranno installati sistemi di rilevazione fumo e fiamma e in fase di ingegneria di dettaglio si farà un'analisi di rischio per verificare l'eventuale necessità di installare sistemi antincendio automatici all'interno delle cabine.

L'area in cui è ubicato il generatore fotovoltaico ed i suoi accessori non sarà accessibile se non agli addetti alle manutenzioni che dovranno essere adeguatamente formati/informati sui rischi e sulle specifiche procedure operative da seguire per effettuare ogni manovra in sicurezza, e forniti degli adeguati DPI.

I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D. Lgs.81/08 e s.m.i..

12.2 IL SISTEMA BESS

All'interno dell'impianto, in particolare nella sezione S9, è presente il sistema di accumulo BESS (Battery Energy Storage Systems).

Il BESS è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, ovvero un impianto costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia ed alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in media tensione.

La tecnologia di accumulatori elettrochimici (batterie) è composta da celle agli ioni di litio (litio-ferro fosfato).

Di seguito è riportata la lista dei componenti principali del sistema BESS:

- Celle agli ioni di litio assemblati in moduli e armadi (Assemblato Batterie)
- Sistema bidirezionale di conversione DC/AC (PCS)
- Trasformatori di potenza AT/BT
- Quadro Elettrico di potenza AT
- Sistema di gestione e controllo locale di assemblato batterie (BMS)
- Sistema locale di gestione e controllo integrato di impianto (SCI) - assicura il corretto funzionamento di ogni assemblato azionato da PCS
- Sistema Centrale di Supervisione (SCCI)
- Servizi Ausiliari
- Sistemi di protezione elettriche
- Cavi di potenza e di segnale
- Container equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi.

La Cabina generale BESS sarà collegata alla cabina di smistamento, attraverso una linea a 36 kV.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria, containers, contenenti i sistemi di accumulo elettrochimico, dipenderà dal fornitore dello stesso. Indicativamente l'impianto sarà costituito da unità aventi una potenza unitaria di circa 4,0 MW. Le singole unità combinate tra loro attraverso una distribuzione interna di impianto a 36kV costituiranno l'intero impianto BESS.

12.3 IL PROGETTO AGRONOMICO

In considerazione di quanto illustrato in precedenza, la progettazione dell'impianto agrivoltaico proposto si è basata considerando l'analisi combinata delle esigenze agronomiche e tecnologico-energetiche dell'installazione fotovoltaica, per addivenire ad un progetto finale che valorizzasse le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell'ambiente in cui si inserisce e delle relative risorse.

Il dimensionamento dell'impianto è stato definito in funzione dei parametri di soleggiamento e ombreggiamento determinati attraverso il diagramma solare stereografico (analisi dei solstizi, modalità di radiazione ecc.) nonché dallo studio delle proiezioni delle ombre che consente di ricavare i parametri tecnici progettuali. Nel caso dell'impianto proposto non dovrebbero sorgere problematiche legati

all'ombreggiamento delle piante in quanto attraverso le operazioni di cimatura previste l'altezza delle stesse non sarà mai superiore ai 2-2,5 metri, misura che consente alla pianta di vegetare senza problemi di schermatura e di esprimere il massimo potenziale produttivo nel corso degli anni.

Al fine di soddisfare il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e favorire la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in linea con la realtà agricola locale, si prevede che l'intera superficie interessata dall'installazione dei moduli per la produzione di energia da fonte rinnovabile sia destinata alla messa a dimora di:

- mandorleti condotti secondo il modello "superintensivo" (area recintata ha 10,94);
- superfici seminatrici per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione. (area recintata ha 76,68).



Figura 12.7: Localizzazione spaziale delle superfici destinate alla mandorlicoltura (in blu) e a colture seminatrici (in verde)

Le scelte agronomiche e le tecniche da adottare per tale intervento sono frutto delle necessità di integrare l'attività di produzione energetica garantendo il ripristino dell'attività primaria sulla medesima superficie, in maniera da poterle attuare contestualmente.

Gli impianti arborei saranno condotti coerentemente con i "Disciplinari di Produzione Integrata" (DPI) della Regione Sardegna redatti, approvati e pubblicati nel 2023.

L'adozione di un sistema produttivo di tipo "integrato" contempla il ricorso a pratiche tecnico-agricole e strategie di difesa delle specie coltivate contro le avversità migliorative rispetto a quelle adottate in agricoltura tradizionale: tali accorgimenti si traducono in un minor impatto ambientale dell'attività primaria.



In relazione alla gestione del suolo, la produzione integrata prevede la pratica dell'avvicendamento colturale per le specie erbacee: la variazione della specie coltivata sullo stesso appezzamento migliora "naturalmente" la fertilità del terreno ed assicura, a parità di condizioni, rese maggiori.

Per quanto concerne le colture arboree, il sistema di produzione integrata prevede il mantenimento di fasce di inerbimento nell'interfila: tale pratica favorisce l'apporto di sostanza organica chimicamente e biologicamente stabile al suolo, riducendo contestualmente il rischio di erosione.

La salvaguardia del suolo è altresì attuata ricorrendo a specifiche tipologie di lavorazione meccaniche e limitando le profondità di esecuzione delle stesse: limitare le lavorazioni del terreno riduce il rischio di erosione del suolo poiché si evita la formazione di superfici di scivolamento (strati compattati sotto-superficiali) che potrebbero generare movimenti e cedimenti del terreno. Inoltre, la riduzione dell'esposizione degli strati più profondi (che inevitabilmente affiorano con lavorazioni come l'aratura) riduce i processi di mineralizzazione della sostanza organica (il carbonio organico si ossida in CO₂, che si disperde in atmosfera).

Circa le modalità di apporti di fertilizzanti, la produzione integrata prevede limiti quantitativi per la distribuzione degli stessi nell'annata agraria o durante il ciclo biologico delle colture. La razionalizzazione (anche in base ai dati raccolti con le analisi chimico-fisiche effettuate periodicamente) e la riduzione degli input chimici per la nutrizione delle colture agrarie riduce il potenziale inquinante degli stessi nei confronti delle falde acquifere.

Anche le modalità di difesa fitosanitaria e di controllo delle infestanti sono definite dai DPI, i quali stabiliscono i canoni del monitoraggio e le strategie di difesa in base a criteri specie-specifici, fenologici, ecc. in una logica

di riduzione del rischio a carico della salute umana, animale e dell'ambiente. L'agricoltura integrata predilige ad esempio il ricorso a metodi di controllo meccanico e termico contro le piante infestanti o ad insetti utili (antagonisti naturali di quelli dannosi per le piante) e l'uso di piante ospiti per la lotta nei confronti dei parassiti e delle fisiopatie.

Infine, il regime di produzione integrato prevede anche la razionalizzazione della risorsa idrica da utilizzare per la pratica irrigua, mediante la registrazione dei dati pluviometrici e la modulazione del numero di interventi e dei volumi di adacquamento.

La conduzione delle superfici agricole con tali modalità è sostenuta e finanziata dalla nuova PAC 2023-2027 della Regione Sardegna con l'ACA01, denominata appunto "*Produzione integrata*".

Per quanto concerne le superfici destinate alla coltivazione di specie foraggere avvicendate per l'alimentazione di capi ovini di proprietà di aziende locali, saranno condotte adottando tecniche di minima lavorazione del suolo.

Oltre all'avvicendamento colturale - caposaldo della sopracitata produzione integrata - le superfici seminate saranno gestite in maniera da ridurre al minimo l'impatto negativo delle lavorazioni meccaniche del suolo e sull'ambiente.

Nello specifico, verranno eseguite sole lavorazioni minime (*Minimum Tillage - MT*), consistenti in erpicature per l'affinamento e la preparazione del letto di semina a profondità non superiori ai cm 20; non saranno perciò effettuate lavorazioni quali arature, ripuntature ed altre operazioni che prevedano l'alterazione della stratificazione preesistente del suolo ed il ribaltamento delle zolle.

Tale modalità di esecuzione delle lavorazioni agricole è sostenuta e finanziata dalla nuova PAC 2023-2027 della Regione Sardegna dall'ACA03, denominata "*Tecniche lavorazione ridotta dei suoli*" (Azione 3.1 - Semina su sodo; Azione 3.2 - Minima lavorazione).

L'intera area di impianto sarà gestita ricorrendo a tecniche afferenti all'agricoltura di precisione (AP), la gestione agronomica e l'impiego dei mezzi produttivi sarà governata dall'utilizzo di tecnologie e strumenti digitali al fine di ottimizzare l'efficienza produttiva delle superfici da un punto di vista qualitativo e reddituale.

Anche l'approccio all'AP è sostenuto e finanziato dalla programmazione della nuova PAC 2023-2027 a livello nazionale con l'ACA24 (tuttavia la Regione Sardegna nella sua programmazione non ha deciso di attivare sul suo territorio questo sostegno).

12.3.1 Lavori preliminari per la messa in atto dell'ipotesi progettuale

Le superfici oggetto di intervento risultano attualmente occupate da impianti arborei da legno ultraventennali, che hanno raggiunto la maturità tale da essere tagliati per l'ottenimento di legname.

Si specifica che tali operazioni saranno **eseguite ad opera degli attuali proprietari dei fondi agricoli**.

L'esecuzione di tale operazione riporterà dunque le superfici allo stato di "terra nuda", il che consentirà di predisporle per il duplice impiego produttivo (attività agricola e produzione di energia da fonte rinnovabile).

Prima del taglio effettivo, il sito verrà preparato per agevolare le operazioni: verrà eseguita un'operazione di pulizia del terreno da eventuali detriti di grandezza discreta e la creazione di stradelli per consentire un agevole accesso dei mezzi meccanici necessari per il taglio (cercando di sfruttare tuttavia le già esistenti linee tagliafuoco).

Considerata l'estensione dell'area oggetto di taglio, le operazioni verranno effettuate con l'ausilio di macchinari cingolati dotati di braccio di taglio (pinza con motosega con sospensioni oscillanti).

I tronchi e i rami accatastati verranno in seguito trasportati al di fuori dell'area di intervento per essere destinati alla vendita e all'impiego come legname; i residui, invece, potranno essere deputati alla produzione di biomassa destinata ad essere arsa o trasformata ed impiegata per altri scopi.

In seguito, le ceppaie residue verranno rimosse con l'impiego di macchinario apposito, comunemente chiamato fresaceppi: tale operazione consentirà di rimuovere la restante parte epigea delle piante, interessando anche la porzione ipogea delle stesse (le radici più voluminose) ad una profondità di circa cm 30-35, mediante l'azione meccanica rotatoria di una fresa verticale o di un rullo rotante dentato ad asse orizzontale.



Figura 3.7: Fresaceppi in azione

Le superfici, riportate dunque allo stato di "terra nuda", necessiteranno di interventi tecnico-agronomici per il ripristino delle proprie condizioni chimico-fisiche compatibili per l'attività agricola.

Si ipotizza (prima dell'installazione della componente fotovoltaica) l'esecuzione di apporti di compost. L'utilizzo del compost come ammendante apporta grandi quantità di sostanza organica al suolo, migliorandone la struttura e la sua capacità di ritenzione di acqua e nutrienti; tale approccio rende inoltre sostenibile la concimazione dei suoli agricoli, limitando l'uso di fertilizzanti chimici di sintesi, il che può contribuire a ridurre l'inquinamento ed il rischio di erosione del suolo. Il materiale organico nel suolo alimenta inoltre l'attività microbiologica e microfaunistica, che a sua volta svolge un ruolo chiave nella decomposizione dei materiali organici e concorre al riciclo dei nutrienti.

L'interramento del compost precedentemente distribuito su tutta la superficie espianata sarà effettuato tramite una lavorazione detta "a due strati": ad un'aratura profonda cm 35-40 seguirà una ripuntatura profonda cm 20-25 cm.

Le abbondanti concimazioni organiche e le prime lavorazioni post taglio delle piante innescheranno i meccanismi di ripristino della fertilità e delle condizioni chimiche e fisiche del suolo ben prima dell'avvio dei lavori di installazione della componente fotovoltaica.

In seguito alla posa in opera dell'impianto per la produzione di energia rinnovabile (strutture di sostegno, moduli fotovoltaici, inverter, ecc.), l'intera superficie recintata verrà interamente seminata con un medicaio (prato di erba medica) poliennale.

L'erba medica (*Medicago sativa* L.) è considerata la foraggiera poliennale per eccellenza. La sua grande capacità di adattamento a differenti condizioni pedologiche e climatiche la rende coltivabile in quasi tutti gli areali agricoli italiani, sia in pianura sia in collina, trovando comunque le condizioni ottimali di crescita e sviluppo in terreni profondi, argillosi e di medio impasto e con pH ottimale compreso tra 6,5 e 8,0. Le uniche due condizioni limitanti per lo sviluppo di un medicaio sono la presenza di ristagni idrici e la persistenza di un'acidità troppo elevata del suolo.

L'erba medica è coltivata per molteplici scopi:

- foraggio: affienato o disidratato;
- biomassa: destinata all'insilaggio;
- trasformazione: in farina disidratata;
- coltura miglioratrice: destinata al sovescio.

Nell'ambito degli avvicendamenti è considerata una **specie miglioratrice**: infatti il medicaio fissa nel terreno mediamente circa 100-150 kg/ha ad anno di azoto atmosferico, rendendolo disponibile per le colture agrarie. Non vi sono particolari controindicazioni per la precessione colturale, se non che è una pianta sensibile alla stanchezza del terreno, per cui è bene che non succeda a sé stessa.

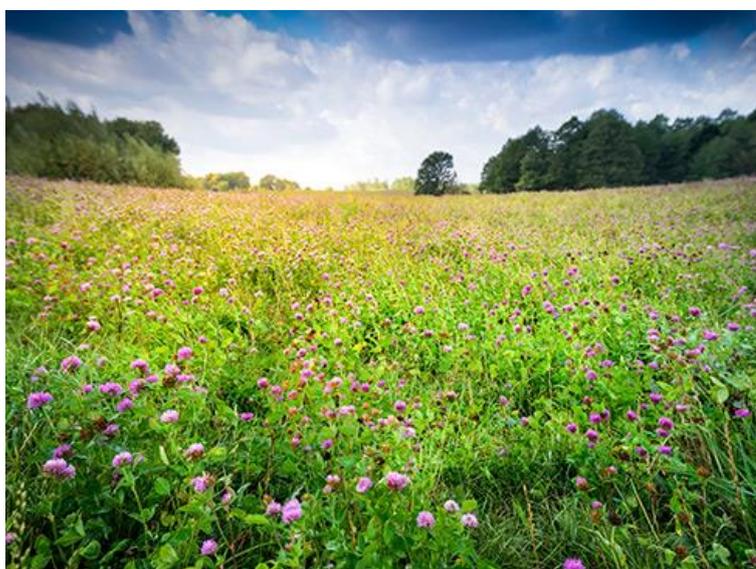


Figura 3.7: Medicaio in fiore

I benefici della coltivazione di un medicaio sono notevoli:

- grazie ai suoi tagli frequenti e alla persistenza per 4-5 anni, riduce drasticamente il numero di infestanti normalmente presenti in un terreno coltivato a cereali con una significativa riduzione dell'uso di diserbanti;
- miglioramento della struttura del suolo in virtù della capacità dell'apparato radicale di approfondirsi fino a 2 metri e di creare una struttura canalicolare e un reticolo nel suolo che favorisce l'infiltrazione di acqua e la stabilizzazione degli aggregati (rigenerandosi per più anni senza essere disturbato dalle lavorazioni meccaniche);
- riduzione dei fenomeni erosivi grazie alla copertura vegetale;
- presenza di essudati radicali e di una grande quantità di azoto e carbonio che aumenta in seguito della degradazione delle radici, favorendo l'attività microbica del suolo sino a oltre 100 volte rispetto a quella osservata nei terreni in monosuccessione.

L'ipotesi progettuale prevede la coltivazione del medicaio esclusivamente per i benefici che la sua presenza sul terreno comporta: la biomassa prodotta **non** verrà perciò raccolta.

La semina del medicaio avverrà idealmente ad inizio autunno, impiegando una seminatrice combinata (erpice + seminatrice) trainata da trattore agricolo. Il singolo passaggio apporterà benefici in termini di risparmio di risorse (carburante) e garantirà migliorie in termini di riduzione del compattamento del terreno. L'erpice sarà tarato affinché lavori ad una profondità di circa cm 20, consentendo di affinare le zolle e rendere le superfici più regolari e preparando dunque il letto di semina.

La seminatrice pneumatica apporterà una quantità di semente pari a 40-50 kg/ha, garantendo l'interramento della stessa ad una profondità di cm 1-1,5.

Verranno impiegate sementi rizobiate, ovvero inoculate con colture di batteri specifici capaci di instaurare simbiosi con l'apparato radicale delle piante e avviare il processo di fissazione biologica dell'azoto atmosferico.

Il medicaio sarà gestito con sfalci annuali, lasciando in loco la biomassa tagliata. Si presume di mantenere l'intera superficie a medicaio per un periodo massimo di 5-6 anni, monitorando periodicamente (ogni 2 anni) lo stato chimico e fisico del terreno attraverso analisi di laboratorio per saggiare l'aumento della fertilità (contenuto di micro e macroelementi, contenuto di sostanza organica, rapporto C/N, ecc.) ed il miglioramento della struttura.

Alla fine del ciclo colturale, si prevede di effettuare l'interramento delle intere piante (sovescio totale) mediante operazione di aratura leggera (cm 20).

12.3.2 Mandorleto superintensivo

Avendo analizzato il contesto agricolo della zona e compatibilmente con le indagini di mercato effettuate l'ipotesi progettuale comprende la messa a dimora di impianti arborei (mandorli) gestiti secondo il modello "superintensivo": tale soluzione appare idonea ad essere integrata nel contesto agrivoltaico.

È stata valutata anche l'ipotesi della coltivazione degli olivi, allevati con le medesime modalità: la scelta tuttavia è ricaduta sul mandorlo in quanto apparsa più promettente, considerando i notevoli investimenti a livello locale, provinciale e regionale nel settore e l'avvio di filiere di produzione comprendenti anche impianti per la lavorazione dei prodotti (smallatura ed essiccazione).

Il presente progetto agrivoltaico vuole contribuire al rilancio di un settore di mercato - la mandorlicoltura - che nello scorso secolo ha rappresentato per la Regione Sardegna un'eccellenza globalmente riconosciuta in termini di quantità delle produzioni e qualità.



La mandorlicoltura **superintensiva (SHD - Super High Density)** rientra nella sfera dei sistemi colturali arborei ad altissima densità, contemplando la messa a dimora di più di 2000 piante/ha. Esistono 2 tipologie di impianti SHD: 1.0 e 2.0, rispettivamente di prima e di seconda generazione.

I superintensivi di prima generazione (SHD 1.0) prevedono l'allevamento degli alberi ad asse centrale, sorretti da pali di sostegno a cui sono legati tramite fili, generando una "parete continua" produttiva. Al contrario, in quelli di seconda generazione (SHD 2.0) la coltivazione degli alberi non prevede l'utilizzo di strutture di sostegno - il che permette la meccanizzazione anche della potatura di formazione dell'impianto.

Indipendentemente dalla tipologia di impianto, i vantaggi apportati dal ricorso al SHD sono:

- entrata in produzione precoce;
- alternanza di produzione negli anni attenuata (ad esempio nel caso dell'olivo);
- possibilità di meccanizzazione di tutte le operazioni colturali.

I mandorleti superintensivi entrano in piena produzione a partire dal sesto anno, ma è già possibile ottenere una resa pari a circa il 10-15% della potenziale resa massima nel terzo anno dopo l'impianto, del 50% al quarto e del 80% al quinto. Ciò garantisce un ritorno dell'investimento piuttosto rapido.

A partire dal sesto anno, inoltre, le rese si stabilizzano per tutto l'arco di vita dell'impianto, stimato in 20 anni.

Il poter meccanizzare la quasi totalità delle operazioni colturali, per il mantenimento e la gestione dell'impianto, permette innanzitutto l'abbattimento dei costi. La messa a dimora, la potatura, gli interventi fitosanitari e la raccolta vengono eseguiti integralmente in maniera meccanica con strumenti adeguati a questa tipologia di conduzione (ad esempio la macchina scavallatrice per la raccolta e la potatrice portata da piccoli trattori "da frutteto"), il che si traduce in un'ottimizzazione della forza lavoro e delle risorse (ad esempio il carburante dei mezzi agricoli ed i prodotti impiegati per gli interventi fitosanitari).

Considerata l'ampiezza delle superfici oggetto di intervento, la localizzazione delle aree destinate alla messa a dimora dei mandorleti superintensivi è stata valutata in funzione della vicinanza del pozzo artesiano esistente (propedeutico all'emungimento dell'acqua irrigua necessaria), nonché delle pendenze delle superfici all'interno delle aree recintate. La superficie recintata destinata alla coltivazione del mandorleto ha una superficie pari a ha 10,94. Le restanti superfici saranno invece destinate alla coltivazione di erbai annuali destinati al foraggiamento zootecnico. La piantumazione di ulteriori superfici a mandorleto sarà valutata nel corso del tempo, in base ai risultati agronomici ed economici.

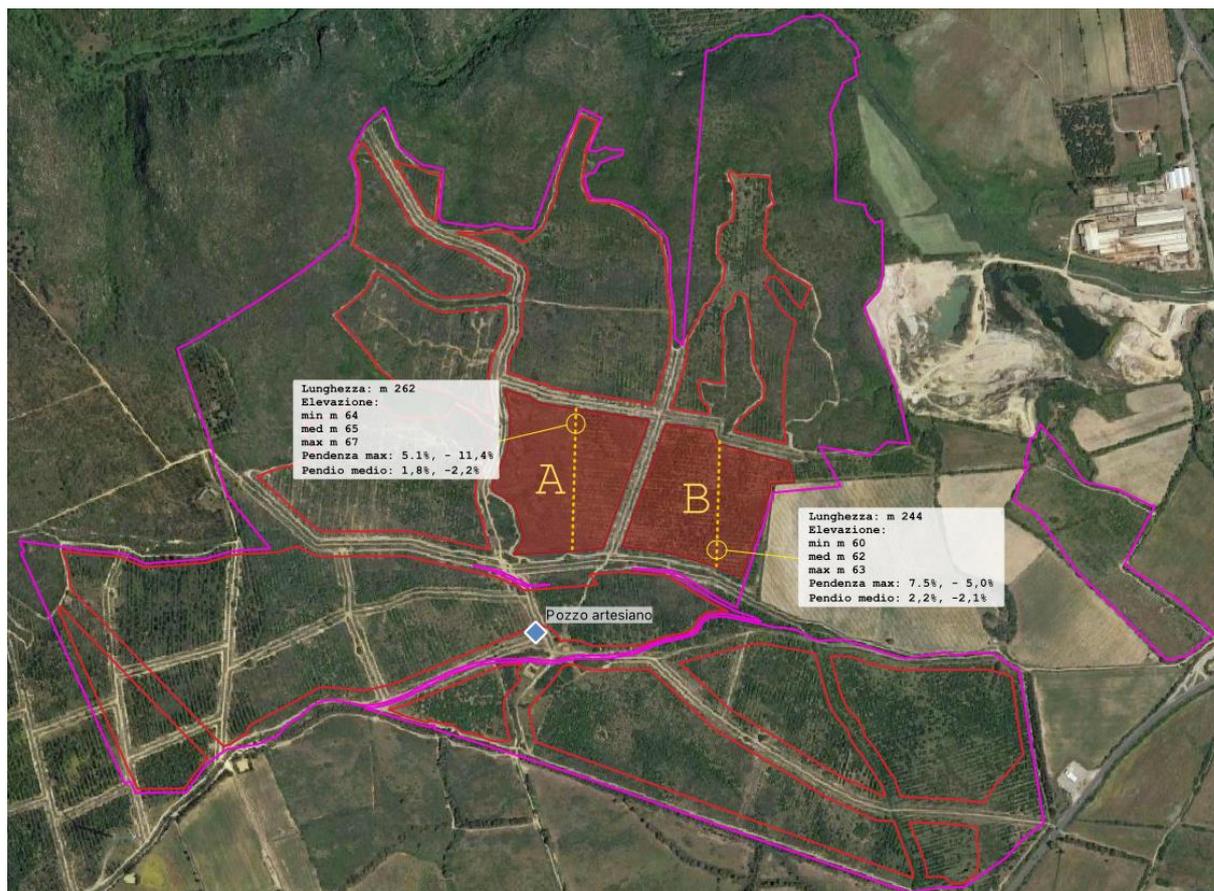


Figura 3.7: Localizzazione spaziale delle Aree designate per la messa a dimora del mandorleto superintensivo

Scelta varietale

La mandorlicoltura superintensiva impone l'utilizzo di cultivar a vigoria contenuta, considerato l'alto rapporto tra piante e superficie e dunque la distanza ridotta tra le stesse.

Le cultivar potenzialmente utilizzabili, nonché adatte alle condizioni pedoclimatiche dell'areale di riferimento in cui insiste il progetto sono molteplici, caratterizzate tutte dall'autofertilità: il presente progetto contempla l'impiego della cultivar "**Lauranne® Avijor**".

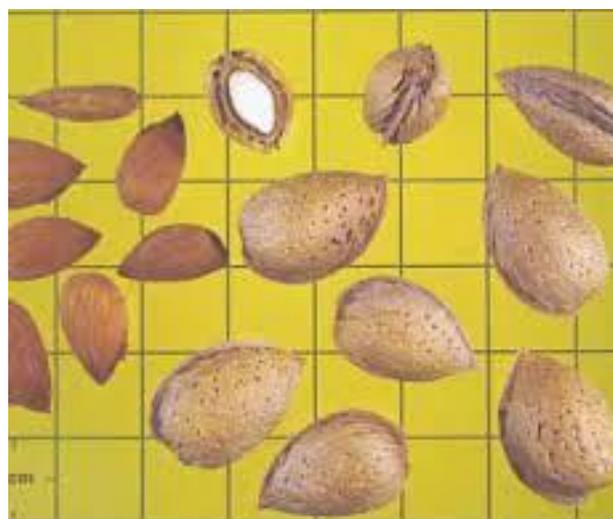


Figura 3.7: Pianta di mandorlo della cultivar Lauranne® Avijor prossima alla raccolta (sinistra) ed endocarpi e semi (destra).

Questa varietà di origine francese è caratterizzata da un'epoca di fioritura medio-tardiva (fine marzo) e dalla elevata produttività; la maturazione avviene invece a fine agosto. Produce semi di forma ellittica allungata, di peso medio di g 1,3; la percentuale di semi doppi è mediamente molto bassa, oscillando tra l'1% ed il 10%.

Le produzioni sono molto elevate (4 kg/pianta) e la resa in sgusciato è pari al 35-40% (1,5 kg/pianta circa).

Il portainnesto designato è il "**Rootpac 20**": questo portainnesto di ultima generazione, creato dal programma di miglioramento genetico della società "Agromillora Catalana SA", è un ibrido di susino originato da *Prunus besseyi* x *Prunus cerasifera*. È un portainnesto nanizzante e dunque idoneo ad essere impiegato nella realizzazione di coltivazioni ad alta ed altissima densità e per optare ad una gestione integrale attraverso la meccanizzazione; inoltre, risulta essere molto rustico ed adatto anche a terreni argillosi ed asfittici e garantisce la produzione di frutti di buona qualità.

Sesto di impianto

La superficie destinata alla messa a dimora del mandorleto superintensivo ha un'estensione (somma delle aree recintate) pari a **ha 10,94**.

In considerazione della necessità di far coesistere la componente fotovoltaica con quella agronomica, è stato ipotizzato un sesto d'impianto aventi le seguenti caratteristiche:

- distanza tra le file: m 12,00;
- distanza sulla fila: m 1,20.

La distanza tra le file dell'arboreto è stata progettata in considerazione della posa delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici portando ad un impianto che vede alternarsi una fila di mandorli con una fila di pannelli.

Sudette **distanze risultano idonee a garantire la coesistenza delle due componenti produttive**, che non andranno ad influenzarsi in maniera negativa l'una con l'altra

Le file dell'impianto arboreo saranno disposte in direzione nord/sud, consentendo di ottenere il miglior compromesso fra intercettazione della radiazione solare su entrambi i lati della vegetazione.



Figura 3.7: disposizione dei filari di piante nelle Aree recintate

Le scelte progettuali garantiranno la messa a dimora di circa 5.610 piante, raggiungendo una densità pari a 660 piante per ha (considerando la superficie destinata all'attività agricola delle due aree recintate, pari ad un totale di ha 8,51 - per il calcolo delle superfici). Il numero di piante è stato calcolato dividendo per 1,20 m (distanza sulla fila) la somma delle lunghezze dei singoli filari, ottenute graficamente.

Si specifica che la distanza delle piante sui filari sia analoga a quella dei sistemi super intensivi (1-1,20 m), mentre la distanza interfilare sarà decisamente superiore (m 12), per favorire il soleggiamento delle piante e prevenire l'ombreggiamento della parte inferiore dei filari

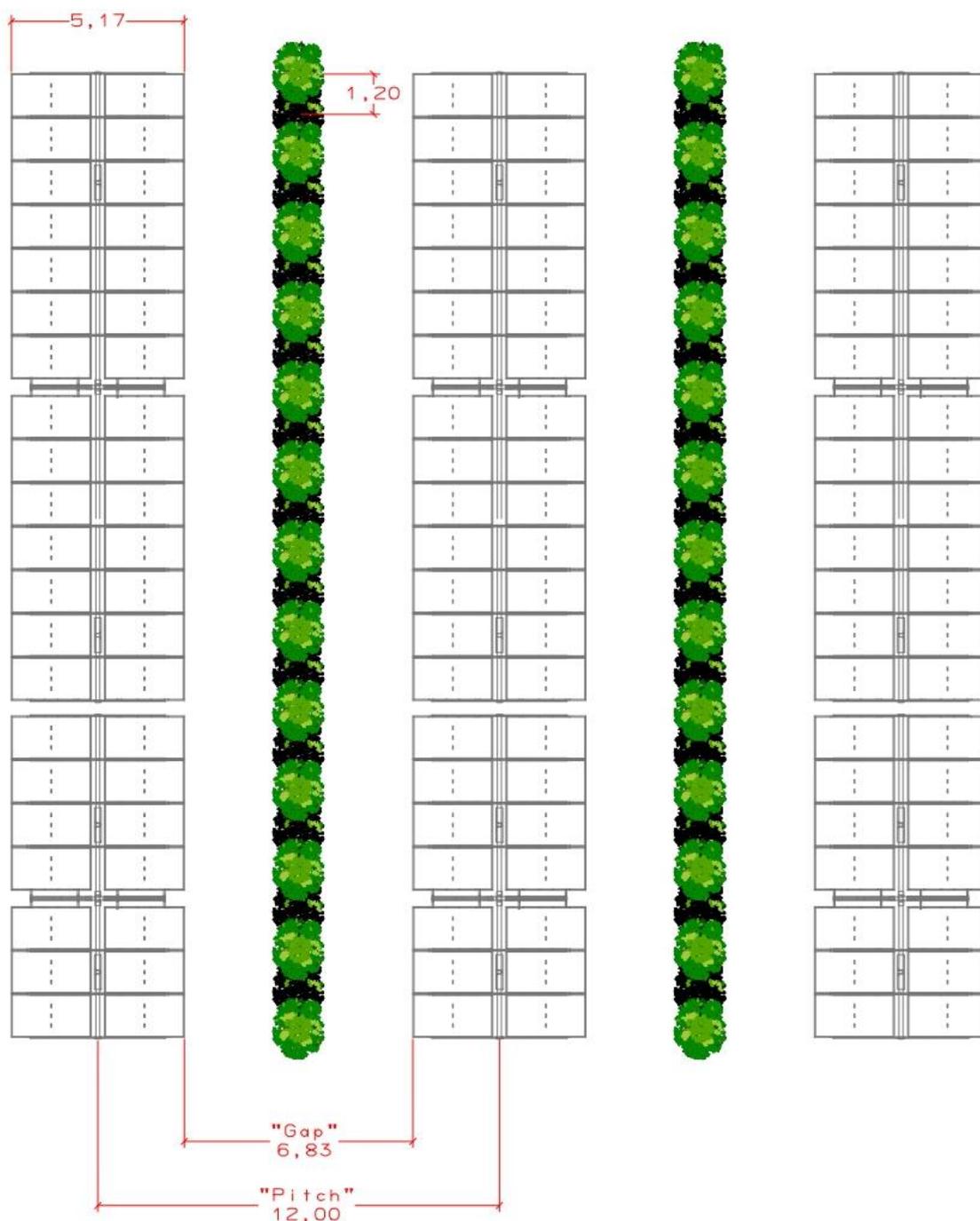


Figura 3.7: Dettaglio delle file del mandorleto tra le strutture della componente fotovoltaica

L'impianto proposto avrà così modalità di conduzione e distanza sulla fila tipiche della tipologia impianto "superintensivo", avendo tuttavia densità per ettaro riferibile ad un impianto "intensivo".

Il controllo delle chiome - opportunamente gestite in altezza ed in larghezza con potature periodiche - preverrà qualsiasi ombreggiamento alla componente energetica.

Le scelte agronomiche proposte consentono inoltre di limitare di molto l'accesso - in frequenza ed in numero di unità - nell'area di impianto.



Operazioni di impianto

Le operazioni relative alla messa a dimora dell'impianto cominceranno verosimilmente dopo l'installazione della componente fotovoltaica e possono essere riassunte come di seguito:

1. concimazione di fondo;
2. interrimento del concime e rottura del terreno;
3. erpicatura;
4. messa a dimora delle piante;
5. installazione dell'impianto irriguo.

Si procederà quindi in primis allo **spandimento del concime (1)** nell'interfilare dei pannelli; tale operazione verrà eseguita in estate a mezzo di spandiconcime trainato da trattrice agricola. Si prevede un'applicazione di compost o di letame bovino maturo (le dosi verranno meglio determinate a seguito di analisi delle proprietà fisico-chimiche del suolo). L'intervento è stato programmato per garantire un consistente apporto di sostanza organica, migliorando la dotazione in sostanze nutritive (fosforo e potassio) e la struttura del terreno che ospiterà le piante di mandorlo, costituendo una buona base di concimazione per la durata di vita dell'arboreto.

Successivamente verrà eseguita una **doppia lavorazione (2)** - detta "a due strati" - per garantire l'interrimento dei residui organici superficiali ed il concime apportato in precedenza e la rottura delle zolle superficiali, favorendo lo sviluppo dell'apparato radicale delle piante e migliorando l'aerazione del terreno, nonché favorendo la penetrazione dell'acqua negli strati più profondi. Tale operazione consisterà in una discissura verticale del terreno attraverso passaggio con ripuntatore (o ripper) che incide e solleva le zolle. Si specifica che l'esecuzione di un'operazione di questo tipo consente di prevenire fenomeni di erosione da ruscellamento delle acque, evita la formazione della "suola di lavorazione" ed il trasporto in superficie di pietrame vario dagli strati più profondi; al termine di quest'operazione sarà eseguita un'aratura a media profondità (30-40 cm).

Successivamente verrà eseguita - al fine di sminuzzare ulteriormente le zolle superficiali - un'**erpicazione (3)** molto superficiale (5-15 cm) mediante erpice a dischi o erpice a denti rotanti intorno ad assi verticali. Tale lavorazione affinerà ulteriormente le zolle e renderà la superficie più regolare.

Nella primavera successiva si procederà alla **messa a dimora delle piantine di mandorlo (4)**, attraverso intervento integralmente meccanizzato impiegando trapiantatrici operanti sulla fila, allineate con dispositivi laser che garantiranno la massima precisione all'operazione.

Il materiale vegetale sarà ovviamente derivante da materiale clonale che garantisce la massima qualità genetica e sanitaria e sarà provvisto di certificazione genetica e fitosanitaria rilasciata da vivai autorizzati e riconosciuti dal MiPAAF.

Vista la scelta di optare per un impianto arboreo riferibile alla tipologia "**SHD 2.0**" - che non prevede il ricorso a strutture di sostegno - verranno utilizzate piante di altezza pari a cm 50-60 provviste di tutore semilegnoso e tutelate da elemento in plastica biodegradabile - di colore bianco all'esterno per riflettere la luce e di colore nero all'interno per evitare l'entrata della luce con conseguente rischio di germinazione del fusto. Il materiale di propagazione dovrà presentare apparato radicale ben sviluppato in substrato idoneo ricco in torba e fibra di cocco - che facilita la ventilazione e garantisce la qualità sanitaria - per favorire il processo di attecchimento nel terreno. Il ricorso a questa soluzione garantirà un abbattimento dei costi di impianto in quanto non sono previste le spese per la posa delle strutture di sostegno degli alberi adulti e le relative spese di acquisto del materiale.

Terminata l'operazione di messa a dimora delle piante di mandorlo, si provvederà all'**installazione del sistema di irrigazione (5)**. Il ricorso alla pratica irrigua risulta necessaria per garantire il successo della proposta agronomica in oggetto.

Nel mandorleto sarà applicata la tecnica della microirrigazione, quale razionale pratica irrigua che permette di ottenere uno sviluppo vegetativo nei primi anni d'impianto, l'anticipo dell'entrata in



produzione, il miglioramento quantitativo e qualitativo delle rese e il controllo dell'alternanza di produzione.

Nello specifico, si intende adottare un sistema di subirrigazione con sistema gocciolante interrato: tale soluzione permette di eliminare quasi completamente le perdite per evaporazione superficiale e quelle per effetto deriva del vento, garantendo un ulteriore aumento di efficienza irrigua.

La gestione dell'impianto di irrigazione, in coerenza ai principi della sostenibilità, sarà orientata all'utilizzo di bassi volumi irrigui al fine di perseguire un netto risparmio idrico sul ciclo produttivo del mandorleto. Per impianti super-intensivi integrati il fabbisogno idrico annuo varia tra 2000 e 2.500 m³/ha.

L'impianto sarà alimentato da un pozzo artesiano privato autorizzato, per cui sarà attuato un intervento di ripristino.

Ogni settore dell'impianto di irrigazione (si ipotizza un settore per ogni area recintata) sarà dotato di stazioni di filtraggio a graniglia automatica e filtri a rete ausiliari autopulenti al fine di preservare la funzionalità delle manichette e ugelli di microirrigazione eliminando eventuali impurità o solidi sospesi.

L'impianto irriguo sarà strutturato per ogni campo con una suddivisione in sezioni irrigue omogenee per diversa lunghezza dei filari affinché possa essere garantita la necessaria uniformità di irrigazione.

Modalità di conduzione e mantenimento dell'impianto

La gestione dell'impianto arboreo sarà in carico a contoterzisti della zona, che provvederanno all'esecuzione di tutte le operazioni necessarie a garantire il buon andamento produttivo dello stesso.

Le operazioni necessarie alla conduzione ed al mantenimento dell'impianto arboreo prevedono:

1. potatura;
2. raccolta;
3. irrigazione;
4. fertilizzazione;
5. interventi fitosanitari;
6. gestione dell'interfila.

La forma di allevamento designata per il progetto è l'asse centrale, la più utilizzata per gli impianti superintensivi. L'impianto in piena produzione si presenterà come una successione di coni che nel loro insieme genereranno pareti verticali (filari), sostituendo così il concetto di "albero" con quello di "parete continua" come elemento di potenzialità produttiva. Per garantire l'efficienza produttiva dell'arboreto sarà necessario gestire le chiome in altezza ed in larghezza attraverso interventi di **potatura (1)** leggeri e costanti, eseguiti con opportuni potatori meccanici trainati da piccoli trattori da frutteto. Gli interventi di potatura sono suddivisi in 4 tipologie:

- **Topping:** per la gestione della chioma in altezza, regimandola ad un'altezza massima di m 2,5;
- **Hedging:** per la gestione della chioma in larghezza, regimandola ad una larghezza massima di m 0,8-1;
- **Trimming (o spollonatura):** per provvedere all'eliminazione delle branchette che la macchina raccogliitrice non è capace di raggiungere poiché posizionate nella zona tra il piano di campagna ed un'altezza di cm 50-70;
- **Thinning (o diradamento):** per la potatura delle branchette con un diametro superiore ai cm 4-5 ortogonali al piano di campagna che potrebbero causare danni alla macchina raccogliitrice.

Le operazioni di topping saranno eseguite annualmente a partire dalla fine del sesto anno dalla messa a dimora dell'impianto.

Le operazioni di hedging saranno eseguite ad annate alterne sempre a partire dalla fine del sesto anno dalla messa a dimora dell'impianto.

Le operazioni di trimming saranno eseguite annualmente a partire dalla fine del settimo anno dalla messa a dimora dell'impianto.

Le operazioni di thinning - solitamente eseguite manualmente - verranno effettuate meccanicamente contestualmente a quelle di hedging con cadenza triennale, al fine di garantire la completa meccanizzazione di tutte le operazioni di potatura.

L'esecuzione degli interventi di potatura - alle quali si ricorrerà anche nelle fasi iniziali di formazione dell'impianto - assicurerà una gestione ottimale dell'arboreto, garantendo un adeguato equilibrio vegeto-produttivo e scongiurando ombreggiamento, andando a rimuovere anche la vegetazione più tenera e più appetibile per gli insetti fitofagi.

Si specifica che il layout di impianto e le distanze tra le strutture fotovoltaiche saranno più che sufficienti per consentire un agevole passaggio delle macchine operatrici.

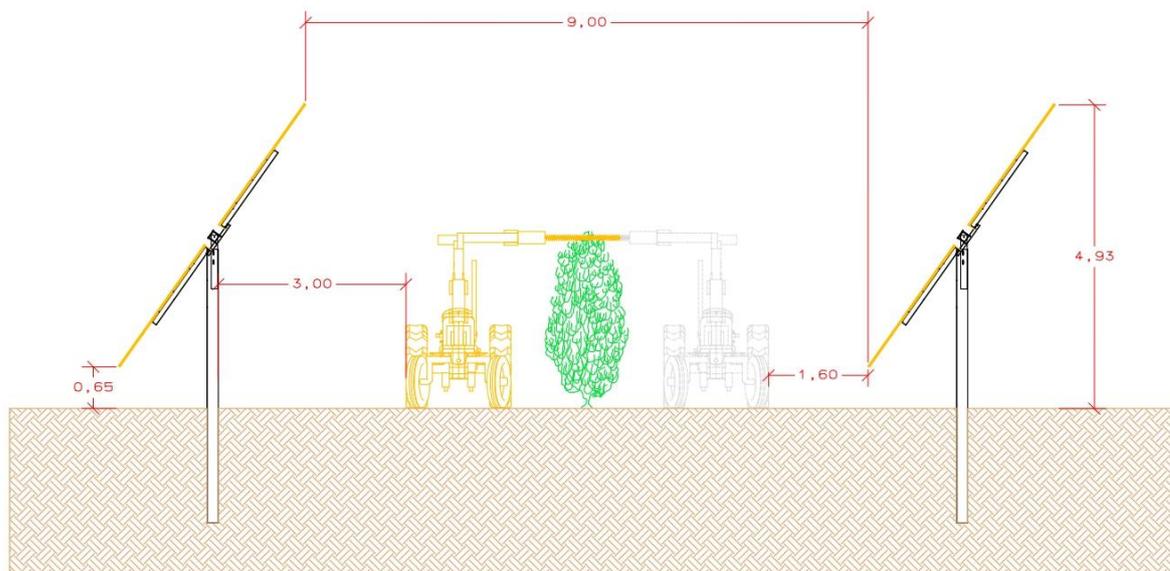


Figura 3.7: Dettaglio della modalità di potatura dell'impianto superintensivo con l'utilizzo di potatrici trainate da piccoli trattori.

Al fine di prevenire qualsiasi possibile diffusione di patologie, prima e dopo gli interventi verranno utilizzate soluzioni disinfettanti (ipoclorito di sodio al 2% o sali quaternari di ammonio) sulle apparecchiature impiegate.

Per quanto concerne le operazioni di **raccolta (2)** delle drupe - vista e considerata la tipologia di impianto - si prevede l'impiego di macchine scavallatrici integrali opportunamente modificate per il mandorlo, con larghezza di lavorazione di circa m 3,6. Il ricorso a questa tipologia di attrezzatura - dotata di capacità di raccolta nell'ordine delle 1 -1,5 h/ha - consentirà una raccolta quasi contemporanea delle drupe su tutta l'area di impianto, anche in virtù della capacità delle piante allevate in modalità superintensiva di arrivare a maturazione simultaneamente. In seguito i frutti saranno smallati ed essiccati per poi essere destinati all'immissione sul mercato tal quali o dopo sgusciatura.

Gli interventi di **irrigazione (3)** saranno gestiti in coerenza ai principi di sostenibilità della risorsa idrica, orientandosi ad un utilizzo della stessa con bassi volumi di adacquamento al fine di evitare lo spreco per evaporazione. L'introduzione di sistemi integrati e digitalizzati DSS, previsti per il Piano di Monitoraggio ambientale e agronomico, concorrerà al calcolo dei bilanci idrici e dei consumi, fornendo assistenza tecnica diretta in campo.

Gli interventi di **fertilizzazione (4)** verranno eseguiti contestualmente all'irrigazione, ricorrendo alla pratica della fertirrigazione, attraverso sistema di iniezione di tipo "Venturi". Tale pratica consentirà l'apporto di sostanze nutritive necessarie al ciclo biologico del mandorleto - nel rispetto delle esigenze

di salvaguardia ambientale, del mantenimento della fertilità e della prevenzione delle avversità - garantendo produzioni di elevata qualità e quantità economicamente sostenibili.

Le dosi di N-P-K ipotizzate per l'impianto risultano in linea con il "Disciplinare di Produzione Integrata - Norme tecniche delle colture arboree" della regione Sardegna, si prevede comunque di adattarle, sulla base delle valutazioni di carattere tecnico agronomico dei risultati delle analisi del suolo e dei monitoraggi periodici.

L'apporto dei macroelementi può essere riassunto come di seguito:

- **Azoto (N):** 80 kg/ha
- **Fosforo (P):** 30-100 kg/ha
- **Potassio (K):** 40-120 kg/ha

Si specifica che tali apporti rappresentano la quota base per ciascun macroelemento in condizioni standard di mandorleto. Ci si riserva l'incremento od il decremento di tali quantità in base a condizioni di:

- apporti negli anni precedenti;
- scarsa o eccessiva attività vegetativa;
- lisciviazione.

Le singole quote di macroelementi varieranno anche nel corso delle annate dell'intera vita dell'impianto, espresse di seguito come percentuale della quota standard:

- **1° Anno** | N: 25,0% | P: 30% | K: 25,0%|
- **2° Anno** | N: 37,5% | P: 50% | K: 50%|
- **3° Anno** | N: 37,5% | P: 100% | K: 60%|
- **4° Anno** | N: 62,5% | P: 100% | K: 100%|
- **5° Anno e successivi** | N: 100% | P: 100% | K: 100%|

I macroelementi saranno infine opportunamente somministrati in percentuale nelle varie fasi fenologiche della pianta, secondo i seguenti criteri:

- Ripresa vegetativa/pre-fioritura: | N: 40% | P: 25% | K: 35%|
- Post-Allegagione: | N: 30% | P: 40% | K: 30%|
- Ingrossamento della drupa: | N: 30% | P: 35% | K: 35%|

Gli **interventi fitosanitari (5)** saranno effettuati direttamente sulle chiome con macchine irroratrici trainate da piccoli trattori da frutteto, capaci di passare agevolmente tra le file alberate e quelle dei moduli fotovoltaici. L'uniformità di distribuzione sarà garantita anche dall'uniformità delle chiome dell'impianto. Si prevedono interventi preventivi e curativi, rispettando le soglie di intervento e le modalità previste dalle "Schede difesa e diserbo Arboree, Ortive Erbacee - Difesa Mandorlo" dei DPI emanate dalla Regione Sardegna.

Le principali avversità derivanti da insetti fitofagi sono elencate di seguito, con le relative misure di contenimento e lotta previste:

- **Afidi** (*Myzus persicae* Sulzer - *Hyalopterus pruni* Geoffroy - *Brachycaudus* sp.): dal punto di vista agronomico, le infestazioni saranno prevenute con concimazioni azotate e irrigazioni equilibrate. Dal punto di vista della lotta chimica, si prevede un numero massimo di due interventi con l'impiego di Deltametrina da eseguire in maniera localizzata in caso di accertata presenza di infestazioni, non oltre il mese di giugno in caso di accertata presenza di predatori e parassitoidi naturali degli insetti infestanti.



- **Cimicetta** (*Monosteira unicastata* Mulsant & Rey): dal punto di vista agronomico, le infestazioni saranno prevenute con concimazioni azotate e irrigazioni equilibrate. Dal punto di vista della lotta chimica, si prevede un numero massimo di due interventi con l'impiego di Deltametrina al superamento della soglia di intervento di n° 5 colonie per rametto (soglia per la coltura irrigua).
- **Carpocapsa delle pomacee** (*Cydia pomonella* L.): si prevedono interventi con Spinosad o un numero massimo di due interventi con l'impiego di Deltametrina.
- **Nematodi galligeni** (*Meloidogyne spp.*): la lotta verrà effettuata con accorgimenti agronomici preventivi, consistenti nella scelta di portainnesti resistenti e l'impiego di piante certificate, nonché in campionamenti ed indagini di laboratorio del terreno delle aree di impianto.

Per le principali **avversità crittogamiche** elencate di seguito, si prevedono solo trattamenti autunnali e invernali "sul bruno" (ovvero dopo la caduta delle foglie, sui rami spogli) impiegando prodotti rameici:

- **Monilia** (*Monilia laxa*, sin. *Sclerotinia cinirea* o *Sclerotinia laxa* Fuckel, *Monilia fructigena*, *Monilia fructicola*);
- **Cancro batterico delle drupacee** (*Xanthomonas campestris* Dowson pv *pruni*, *Pseudomonas syringae* Van Hall, *Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend);
- **Cancro rameale** (*Phomopsis amygdali*).

Si specifica che tali trattamenti saranno eseguiti in linea con la scheda "Prescrizione rame arboree" dei medesimi DPI, ovvero impiegando una dose cumulativa massima di kg 28 per ettaro nell'arco di un settennio e rispettando comunque la quantità di kg 4 di rame per ettaro ad anno.

La **gestione dell'interfila (6)** consisterà nella semina e nel mantenimento attraverso sfalci periodici delle interfile inerbite, utilizzando mix tecnici adatti allo scopo. Tale pratica rientra tra le tecniche migliori per una gestione sostenibile degli impianti arborei, garantendo al terreno:

- l'arricchimento in sostanza organica;
- il miglioramento della struttura e riduzione dei fenomeni di compattamento;
- il miglioramento dell'areazione e della dotazione d'acqua.

La tipologia di impianto proposto consentirà di effettuare tutte le operazioni in maniera meccanizzata; il rilancio del settore e l'impegno profuso da aziende insistenti nel medesimo areale consentirà la possibilità di rivolgersi facilmente a contoterzisti locali per l'esecuzione delle stesse.

Per le medesime motivazioni, le produzioni troveranno facile collocazione nel mercato di riferimento, preferendo dunque la vendita diretta (filiera corta): si ipotizza inoltre la possibilità entrare a far parte di consorzi di coltivazione, conduzione e vendita.

Per quanto concerne invece l'utilizzo degli scarti produttivi degli impianti mandorlicoli, si ipotizza di destinare i mali all'alimentazione zootecnica, in particolare degli ovini. Tale pratica risulta essere parecchio diffusa: in California, ad esempio, tali sottoprodotti vengono generalmente aggiunti alle diete per i bovini da latte.

Scerra et al. (2022) hanno studiato gli effetti dell'impiego del mallo di mandorla sulle performance di crescita e sulla qualità della carne ovina.

Il mallo di mandorla presenta un contenuto proteico relativamente basso e una percentuale elevata di fibra, con una notevole concentrazione di carboidrati non strutturali. Tuttavia, la composizione del mallo di mandorla può variare considerevolmente a causa di diversi fattori, tra cui la varietà e la presenza di detriti. DePeters, Swanson, Bill, Asmus & Heguy, (2020).

Nel 2003, uno studio condotto da Takeoka e Dao ha dimostrato che gli estratti di mallo di mandorla mostrano una capacità antiossidante superiore a quella di una concentrazione equivalente di α -tocoferolo. Questo sottoprodotto presenta anche un buon contenuto di composti fenolici, che possono raggiungere fino al 4,5%, tra cui acidi fenolici e glicosidi flavonolici (An et al., 2020). Attualmente, si



presta particolare attenzione alle azioni biologiche dei composti fenolici presenti negli alimenti (An et al., 2020; Zahra Najari, Khodaiyan, Yarmand e Hossein, 2022). Diversi studi hanno evidenziato i benefici dei composti fenolici, molti dei quali sono legati alla loro capacità antiossidante (Hussain et al., 2016; Li, Li e Lin, 2018; Oliveira et al., 2016).

Gli effetti dell'inclusione del mallo di mandorla nelle diete per ovini sulle prestazioni di crescita e sulle caratteristiche della carcassa sono stati studiati da Phillips, Doyle, Harl, Carpenter e Aschenbrener (2015). Tuttavia, ci sono poche informazioni sugli effetti dell'utilizzo del mallo di mandorla sulla qualità della carne. Solo di recente sono stati pubblicati i risultati di uno studio condotto da Scerra et al. (2022), che ha valutato gli effetti dell'utilizzo di questo sottoprodotto su diversi aspetti qualitativi delle carni.

Nello studio di Scerra et al. (2022), l'integrazione del mallo di mandorla nelle diete per ovini non ha avuto alcun effetto negativo sull'incremento medio giornaliero, sull'ingestione volontaria e, di conseguenza, sul peso finale degli animali. Gli autori hanno sottolineato che la composizione delle diete ha probabilmente influenzato questi risultati. Infatti, per compensare il basso tenore proteico del mallo di mandorla, le diete che lo includevano sono state formulate con una maggiore percentuale di fieno rispetto alla dieta di controllo. Risultati simili sono stati osservati in uno studio sperimentale condotto da Phillips et al. (2015), in cui il mallo di mandorla è stato integrato nella dieta al 10%. Rad, Rouzbehan e Rezaei (2016) non hanno osservato differenze statisticamente significative nell'incremento medio giornaliero e nell'ingestione quando l'erba medica è stata sostituita con il mallo di mandorla e urea in una dieta per agnelli da ingrasso.

Per quanto riguarda il profilo lipidico delle carni, non sono state osservate variazioni in seguito all'integrazione del mallo di mandorla nella dieta. Nonostante l'elevato contenuto di composti bioattivi, in particolare di composti fenolici, nella dieta con mallo di mandorla rispetto alla dieta di controllo, e considerando gli effetti di tali molecole sui processi bio-idrogenativi ruminali (Salami et al., 2019; Scerra et al., 2018; Scerra et al., 2021; Vasta et al., 2019), gli autori si aspettavano variazioni in alcuni acidi grassi coinvolti in tali processi.

Le analisi effettuate per valutare la stabilità ossidativa delle carni hanno mostrato che l'integrazione del mallo di mandorla ha portato a un prolungamento della shelf-life. Infatti, durante il periodo di osservazione, i valori di TBARS nelle carni provenienti dalle diete con mallo di mandorla sono risultati inferiori rispetto alla dieta di controllo, con valori al di sotto di 2 mg MDA/Kg, soglia per la percezione sensoriale di rancidità (Campo et al., 2006). Inoltre, gli effetti della dieta sulla stabilità ossidativa sono stati più evidenti quando la carne è stata sottoposta a condizioni pro-ossidanti come la cottura.

Gli autori concludono suggerendo che l'inclusione del mallo di mandorla fino al 30% nelle diete potrebbe essere una strategia ottimale per ridurre l'uso di cereali senza compromettere le prestazioni di crescita degli animali, migliorando al contempo la stabilità ossidativa della carne.

12.3.3 Avvicendamento di erbai annuali

La maggior parte della superficie interessata dall'installazione dell'impianto agrivoltaico (area recintata pari a **ha 76,68**) sarà vocata alla coltivazione di specie seminatrici da erbaio, destinate al foraggiamento dei capi ovini di proprietà di aziende locali.

Il presente progetto agrivoltaico vuole contribuire al sostegno di un'attività agricola - l'allevamento ovino - che rappresenta per la Sardegna la fetta più importante dell'intero comparto agricolo regionale.

Si prevede la coltivazione di specie erbacee (graminacee e leguminose) in avvicendamento, evitando il ristoppio.

Una corretta variazione delle specie coltivate sullo stesso appezzamento comporta plurimi vantaggi:



- permette di ridurre il carico degli agenti biologici avversi (l'alternanza delle colture crea una variazione di condizioni contrastando naturalmente la proliferazione - e conseguente diffusione - di tali agenti);
- migliora la fertilità del terreno e la struttura dello stesso (i diversi apparati radicali esplorano il terreno a diverse profondità);
- assicura, a parità di condizioni, una resa maggiore.

Inoltre, la tecnica dell'avvicendamento colturale produce benefici ed intrinseci effetti ambientali riconosciuti ormai da secoli, quali:

- maggiore biodiversità;
- maggiore equilibrio dei fabbisogni idrici nel tempo;
- minori danni da erosione del terreno;
- minori rischi di lisciviazione di nitrati;
- valorizzazione del paesaggio agrario.

Come precedentemente anticipato, le superfici destinate alla coltivazione di erbai annuali saranno condotte ricorrendo alla pratica della minima lavorazione (*Minimum Tillage* - MT), in linea con quanto sostenuto e finanziato dalla nuova PAC 2023-2027 della Regione Sardegna con l'ACA03.

Si prevede inoltre di **ridurre al minimo l'uso delle sostanze chimiche di sintesi** (fitofarmaci e fertilizzanti) programmando e razionalizzando gli interventi in base alla coltura considerata, nel rispetto dei principi ecologici, economici e tossicologici anche attraverso l'impiego di supporti informativi, garantendo un minor impatto ambientale contribuendo alla riduzione dell'immissione nell'ambiente di sostanze potenzialmente nocive per la salute umana e l'ecosistema.

Scelta delle specie

Le specie che si succedono in una rotazione colturale si suddividono in tre gruppi principali:

- **Specie depauperanti:** sfruttano gli elementi nutritivi presenti nel terreno e lo impoveriscono. Tra queste si possono citare i cereali autunno-vernini, come il frumento, l'orzo, la segale e generalmente tutti i cereali da granella;
- **Specie da rinnovo:** richiedono cure colturali specifiche, come l'ottima preparazione del terreno ed equilibrate concimazioni organiche che a fine ciclo incidono positivamente sulla struttura del terreno. Le specie che rientrano in questa categoria sono, per esempio, il mais, la barbabietola da zucchero, la patata, il pomodoro, il girasole, il colza, ecc.;
- **Specie miglioratrici:** aumentano la fertilità del terreno, arricchendolo di elementi nutritivi. Le protagoniste di questa tipologia sono le leguminose, quali ad esempio l'erba medica, il trifoglio e la soia, che naturalmente sono in grado di fissare l'azoto atmosferico.

La proposta avanzata prevedere una **rotazione biennale**, con assenza di ristoppio: nel corso degli anni si alterneranno una coltura depauperante (orzo, graminacea) ed una miglioratrice (trifoglio, leguminosa).

Tabella 12.1: Dettaglio dell'Avvicendamento colturale proposto

AVVICENDAMENTO COLTURALE PROGETTO AGRIVOLTAICO "CARBONIA FLUMENTEPIDO"														
A/M	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O		
1°	ORZO													
2°	TRIFOGLIO ALESSANDRINO													

La coltura depauperante a destinazione foraggera è l'**orzo** (*Hordeum vulgare* L.), una specie erbacea a ciclo autunno-vernino appartenente alla famiglia delle Graminacee coltivata principalmente per la produzione delle cariossidi (comunemente detta granella). Questa coltura è molto versatile dal punto di vista dell'utilizzo; si riconoscono tre differenti utilizzi:

- **alimentazione umana:** la granella viene utilizzata come alimento decorticato tal quale (orzo perlato) o molita per l'ottenimento di farine da mescolare a quelle di frumento;
- **produzione di malto:** è il cereale più adatto per la produzione di malto. A differenza del mais (la cui cariosside ha un elevato contenuto in lipidi) non irrancidisce e a differenza del frumento non sviluppa microrganismi durante la fase di germinazione;
- **alimentazione zootecnica:** il kg di orzo è unità di misura alimentare di riferimento per antonomasia, corrispondente ad 1 U.F. (unità foraggera). Questo cereale è esteso come alimento per tutte le specie allevate ed è caratterizzato da un elevato valore energetico e da un equilibrato rapporto proteina/energia. In questo caso può essere utilizzata sia la granella (usata tal quale o per la produzione di concentrato) che la granella insieme alle altre parti vegetali (foraggio "trinciato" o foraggio verde affienato).



Figura 3.7: Campo coltivato a orzo.

L'orzo si adatta facilmente a condizioni di notevole siccità, elevata salinità e freddo moderato. Tollera inoltre le elevate temperature (fino a 38° C), risultando quindi adatto al contesto climatico tipico della Regione di intervento. Predilige un pH sub-alcalino, compreso tra i valori di 7 e 8 e terreni con una buona dotazione in potassio assimilabile ed anidride fosforica.

Ha invece basse esigenze in termini di azoto (dimezzate rispetto al frumento), il che consentirà di limitare gli apporti di fertilizzanti contenenti questo elemento, sfruttando la fertilità residua delle specie che lo precederanno (azotofissazione delle specie leguminose).

Rispetto al frumento, l'orzo ha un ciclo biologico più breve (la semina avviene solitamente intorno al 15 ottobre e la raccolta invece si esegue solitamente intorno al 15 giugno, in relazione alle scelte economiche aziendali e alle condizioni climatiche dell'annata). La sua precocità gli permette di sfruttare al meglio la dotazione di acqua disponibile nel terreno e sfuggire alla "stretta"

Da sottolineare anche quanto indicato dalle “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” pubblicate dal MiTE il 18 giugno 2022, nelle quali l’orzo viene definito “coltura adatta” in quanto un’ombreggiatura moderata causata dalla componente per la produzione di energia da fonte fotovoltaica non ha quasi alcun effetto sulle rese.

Al frumento duro succederà un erbaio di trifoglio alessandrino, coltura destinata anch’essa al foraggiamento zootecnico.

Il trifoglio alessandrino (*Trifolium alexandrinum* L.) è una specie annuale appartenente alla famiglia delle Fabaceae (anche dette leguminose), a ciclo autunno-vernino negli ambienti meridionali e delle isole. Si inserisce nelle rotazioni come coltura principale, alternandosi tipicamente con i cereali), completando il suo intero ciclo biologico mediamente in 7-8 mesi. Viene coltivato prevalentemente come erbaio destinato allo sfalcio e alla fienagione (2-3 sfalci nell’arco di un anno).



Figura 3.7: Prato di Trifoglio Alessandrino in fioritura

È una specie che resiste bene alle alte temperature (fino a 40°C) e notoriamente non molto esigente in fatto di lavorazioni, venendo sovente seminata anche su sodo in virtù del suo apparato radicale fittonante capace di esplorare gli strati di terreno più bassi alla ricerca di acqua. L’apparato radicale presenta inoltre una spiccata presenza di tubercoli che si formano ad opera di *Phyllobacterium trifolii* Valverde et al. 2005 (ex *Rhizobium trifolii*), batterio simbiotico capace di fissare nel terreno l’azoto atmosferico molecolare e renderlo biodisponibile per le piante: questa peculiarità (tipica per altro di tutte leguminose), rende il trifoglio alessandrino pianta miglioratrice.

In condizioni meteorologiche tipiche della Sardegna e di regime asciutto (non irrigazione), la stagione produttiva di questa specie può essere prolungata fino a giugno-luglio, fornendo quindi biomassa foraggiabile in una finestra temporale in cui le colture tradizionali hanno già terminato il loro ciclo.

Operazioni colturali

Le operazioni colturali previste risultano in linea con quanto sostenuto e finanziato dalla nuova programmazione della PAC della Regione Sardegna 2023-2027. Nello specifico, si prevede il ricorso alla Minima Lavorazione e nel nuovo ACA3 della nuova PAC 2023-2027. La Minima lavorazione (*Minimum Tillage* - MT) prevede la preparazione del letto di semina di tutte le specie proposte attraverso un solo passaggio di discatura eseguito con erpice a dischi o una fresatura profonda al massimo cm 15. Tale operazione garantirà la trinciatura e l’interramento dei residui colturali della specie precedente, delle infestanti estive e l’affinamento delle zone più superficiali del terreno, predisponendolo alla successiva



semina. Verranno inoltre impiegate sementi conciate, riducendo drasticamente il rischio di propagazione di parassiti fungini.

Orzo

La coltivazione dell'orzo comincerà con una MT, ipotizzabile nel mese di ottobre. Seguirà la semina, ipotizzata nella quarta settimana di novembre, con macchina capace di eseguire in un unico passaggio anche la concimazione (se necessaria, in base ai dati raccolti dal monitoraggio, vedasi Capitolo) e la rullatura.

Verrà impiegata una quantità di circa 120-150 kg/ha di semente, raggiungendo una densità di cariossidi seminate di 400/m², ottenendo così un numero stimato di spighe densità di 600 su m². Si prevede di modularla in base alle scelte di destinazione produttiva.

È prevista, tra la fine della fase di accestimento e l'inizio della fase di levata, un **trattamento preventivo a base di prodotti cuprici** (anticrittogamici a base di rame come idrossido di rame, solfato di rame tribasico, ossido rameoso, ecc., ammessi anche nel regime biologico). L'apporto di zolfo in questa fase fenologica contribuirà anche al miglioramento della qualità della granella. Un ulteriore trattamento che copra la coltura sino alla raccolta, da eseguire dopo la fase fenologica della spigatura) sarà valutata con il supporto del DSS e del monitoraggio.

L'orzo, se destinato alla fienagione verde, sarà raccolto con un primo passaggio con falciatrice dotata di apparato condizionatore a rulli o flagelli di modeste dimensioni (larghezza media in commercio compresa tra i 2 e i 4 metri) ed un successivo passaggio con macchina capace di raccogliere e pressare il materiale vegetale in balle; se destinato alla produzione di granella, sarà invece raccolto mediante mietitrebbiatura (ipotizzabile nel mese di giugno), a cui seguirà la raccolta delle paglie. In caso di produzione di trinciato destinato all'insilaggio, verrà raccolto anticipatamente (allo stadio di maturazione latteo-cerosa della granella) con passaggio di macchina trinciatrice.

Trifoglio Alessandrino

La coltivazione del trifoglio da erbaio sfalciabile comincerà con una MT e semina, idealmente eseguite con le medesime modalità e tempistiche dell'orzo. Verrà impiegata una quantità stimata di 20-40 kg/ha di semente.

Si ipotizza di utilizzare semente inoculata con *Phyllobacterium trifolii* (almeno per la prima semina) in modo da innescare la simbiosi e assicurarsi che il batterio colonizzi il terreno. Contestualmente alla semina, si prevede l'esecuzione di una leggera concimazione fosforica (70 kg/ha) e potassica (60 kg/ha) in base ai dati raccolti con il monitoraggio.

L'erbaio di trifoglio garantirà circa 3 sfalci annuali. Lo sfalcio consisterà in un primo passaggio con falciatrice dotata di apparato condizionatore a rulli o flagelli di modeste dimensioni (larghezza media in commercio compresa tra i 2 e i 4 metri) ed un successivo passaggio con macchina capace di raccogliere e pressare il materiale vegetale in balle. L'ultimo sfalcio avverrà idealmente a giugno-luglio.

Gestione delle superfici

L'avvicendamento proposto garantirà un miglioramento della struttura del terreno, della sua disponibilità organica e della capacità di trattenere acqua; il mantenimento parziale dei residui vegetali fino alle successive semine e la presenza della componente impiantistica per la produzione di energia fotovoltaica concorreranno al mantenimento di una buona umidità del suolo. **Non è prevista l'esecuzione di interventi irrigui** sulle superfici destinate alla produzione di erbai annuali.

Inoltre, si verrà a creare un circolo virtuoso in cui le specie godranno del mutuo beneficio, diminuendo così il ricorso ad operazioni colturali e all'utilizzo di prodotti di sintesi, sia per la fertilizzazione sia per la difesa fitosanitaria.



La struttura dello strato attivo sarà migliorata sia dall'apporto di sostanza organica derivante dalla biomassa lasciata sul suolo a fine ciclo colturale, sia dall'azione meccanica derivante dalla crescita delle radici delle stesse (che hanno caratteristiche differenti in termini di capacità di approfondimento).

La biomassa lasciata in campo ne permetterà una copertura continua, ciò permette di contrastare il fenomeno dell'erosione.

L'avvicendamento colturale inoltre limiterà il rischio derivante dall'avvento di fisiopatie, molto probabile invece nel caso di ristoppio. Si prevedono trattamenti preventivi con l'impiego di soli prodotti naturali ed organici, ammessi peraltro anche nel regime biologico.

Qualora, in base allo sviluppo vegetativo delle colture, dovessero risultare necessari interventi di fertilizzazione si farà ricorso a prodotti derivanti dalle aziende zootecniche locali od altri ammendanti organici.

Si prevede l'introduzione dell'utilizzo di un **Decision Support System (DSS)** agricolo, come specificato di seguito ciò permetterà sia di monitorare le produzioni sia un uso più razionale delle risorse. I DSS integrano l'andamento meteorologico, lo sviluppo fenologico delle colture e algoritmi matematici per fornire all'utente informazioni preziose per la gestione della coltura e dei trattamenti di difesa; consentendo, così, un'ottimale programmazione delle operazioni, un risparmio in termini di trattamenti fitosanitari, di calcolare correttamente i volumi di adacquamento e il numero di interventi.

Si ribadisce, infine, che le scelte agronomiche proposte sono frutto di valutazioni multifattoriali che tengono conto anche della natura innovativa del sistema, che prevede la coesistenza della produzione di energia e la gestione agricola dello stesso appezzamento.

Considerando la tipologia di indirizzo produttivo proposto, **verranno impiegate macchine facilmente reperibili**, già in possesso a contoterzisti della zona.

In termini di destinazione delle biomasse prodotte, si ipotizza la vendita diretta ad allevatori locali per il foraggiamento dei capi ovini.

Per qualsiasi altra informazione si rimanda alla Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R04_Rev0_Relazione Agronomica e progetto Agrivoltaico.

12.4 OPERE A VERDE DI MITGAZIONE

Si prevede che l'intera superficie interessata dall'installazione dei moduli per la produzione di energia da fonte rinnovabile sia destinata alla messa a dimora di:

- mandorleti condotti secondo il modello "superintensivo" (area recintata ha 10,94);
- superfici seminative per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione (area recintata ha 76,68).

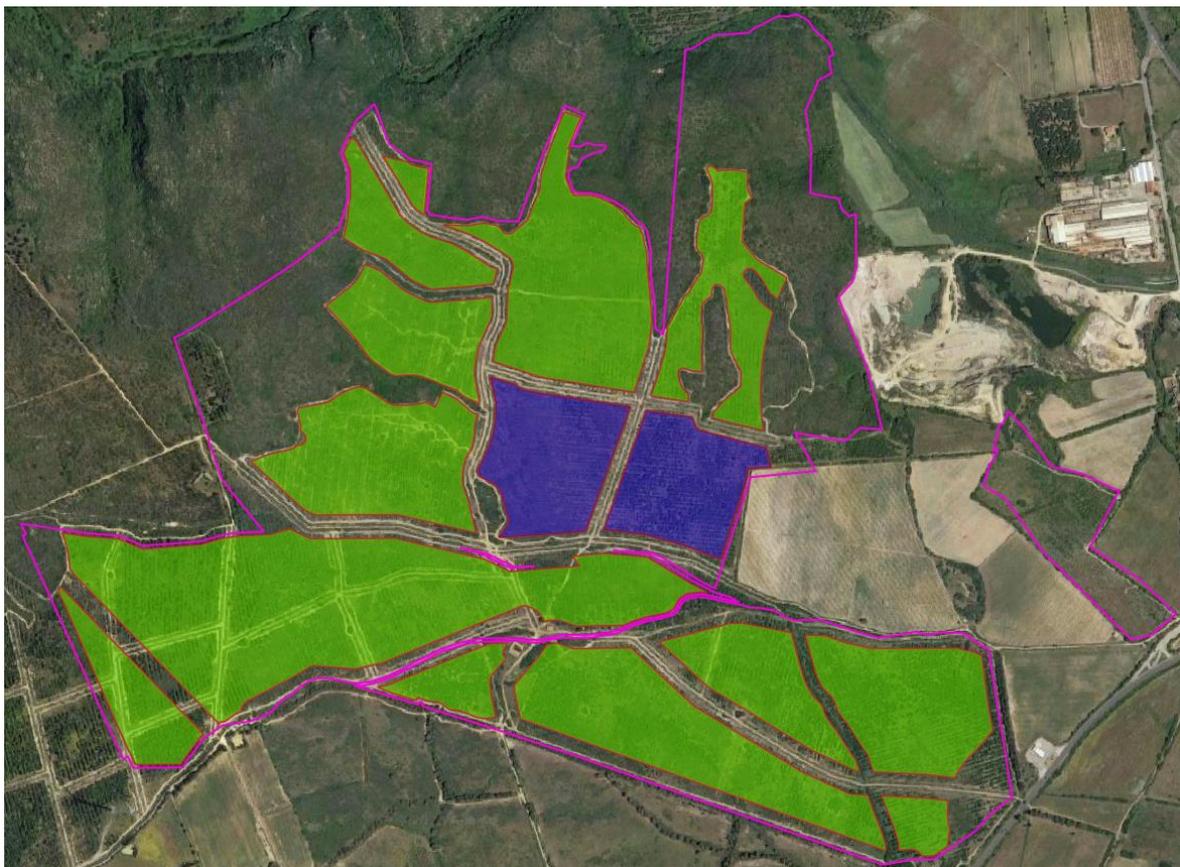


Figura 12.8: Localizzazione spaziale delle superfici destinate alla mandorlicoltura (in blu) e a colture seminative (in verde).

Per quanto concerne le colture arboree, il sistema di produzione integrata prevede il mantenimento di fasce di inerbimento nell'interfila: tale pratica favorisce l'apporto di sostanza organica chimicamente e biologicamente stabile al suolo, riducendo contestualmente il rischio di erosione.

Le opere a verde del progetto prevedono quindi la realizzazione di (Figura 12.9):

- una quinta arboreo-arbustiva posta lungo tutto il lato interno della recinzione. Questa sarà funzionale alla mitigazione dell'impatto visivo e, al contempo, imiterà un'area di vegetazione spontanea per favorire la presenza di specie di Invertebrati, Uccelli e Micromammiferi nell'area, attualmente antropizzata;
- inerbimento permanente delle aree di margine non coltivate, da eseguire mediante l'utilizzo di fiorume locale.

Si tratta, quindi, di conciliare le esigenze tecnologiche dell'impianto (costruttive e gestionali) con quelle naturalistiche e paesaggistiche, con un occhio attento alla tutela della biodiversità, alla ricostruzione dell'unità degli ecosistemi e al valore ecologico, in coerenza con le potenzialità vegetazionali dell'area.

I bordi dei campi fotovoltaici sono infatti una componente significativa degli impatti visivi a scala di contesto; come indicato nelle Linee Guida regionali¹ la collocazione di schermature vegetali ha una funzione sia di tipo paesaggistico, sia di tipo ambientale, in termini di ispessimento e connessione della Rete Ecologica. nelle aree agricole è pertanto manifesta una biunivocità di intervento per le distinte finalità di mitigazione degli impatti ambientali e paesaggistici.

¹ Linee Guida per i paesaggi industriali in Sardegna. Volume 2 LLGG-P.FER "Linee guida per i paesaggi della produzione di energia da fonti rinnovabili". <https://www.sardegna.territorio.it/index.php?xsl=2425&s=320934&v=2&c=14322&t=1&tb=14307>



Figura 12.9: Localizzazione delle opere a verde di mitigazione (cfr. Rif. 2983_5376_CA_VIA_T07_Rev0_Layout di Progetto). In verde chiaro la fascia vegetata di larghezza 3 m, in verde scuro la fascia vegetata di larghezza 5 m, in rosso l'area recintata dell'impianto.

L'arricchimento di specie arbustive della flora urbana e nelle aree ad agricoltura intensiva, insieme alla possibilità di costituire appropriati corridoi ecologici, incrementa notevolmente la disponibilità di nicchie ecologiche. Le specie da siepe hanno infatti frutti e fiori che attirano insetti (anche impollinatori) e fauna vertebrata. Le siepi fungono da rifugio, da area sorgente e da corridoio per gli spostamenti della fauna, andando a rinforzare la struttura delle reti ecologiche che insistono sul territorio.

Le siepi e le alberate svolgono molteplici funzioni che possono essere così riassunte (Del Favero, 1998):

- funzione di regolazione climatica: si esplica con una diminuzione della velocità del vento e di conseguenza anche dei danni meccanici provocati sulle colture, con una riduzione dell'evapotraspirazione e un aumento dell'irraggiamento solare che consentono, nel complesso, un miglioramento del rendimento sia della produzione vegetale, variabile fra il 6 e il 20%, sia degli animali pascolanti, grazie ad un incremento di circa il 20% della produzione foraggera; le formazioni lineari favoriscono, inoltre, un miglioramento non solo del microclima, ma anche del macroclima della pianura;



- funzione di regolazione idraulica: resa possibile dal fatto che le formazioni lineari consentono una buona infiltrazione dell'acqua nel suolo, una regolazione dello scorrimento superficiale, grazie anche alla presenza nei suoli pendenti di muretti e di terrazze, un miglioramento della qualità dell'acqua e della sua disponibilità per le colture nelle diverse stagioni;
- funzione di conservazione del suolo: riducendo l'erosione idrica ed eolica e mantenendo la fertilità vista la possibilità di riportare in superficie, attraverso la lettiera, parte degli elementi nutritivi dilavati;
- funzione di controllo dell'equilibrio fra le specie: costituendo aree di rifugio per molte specie animali, fra cui vari predatori, consentendo di attuare metodi di lotta biologica alle avversità delle piante coltivate; la possibilità poi di differenziare nel tempo le fioriture, attraverso una opportuna composizione con specie mellifere, agevola la pratica dell'apicoltura;
- funzione produttiva: soprattutto di biomassa per il riscaldamento (in larga media si stima che, applicando turni di 15 anni, si possa ottenere una produzione di 40 kg di legna da ardere per metro lineare di media larghezza) e di frutti (more, nocciole, frutti secchi, ecc.);
- funzione di miglioramento della qualità della vita: proteggendo le case presenti nella campagna e così migliorandone l'abitabilità, rendendo anche più gradevole il loro inserimento nel paesaggio

La scelta delle specie è stata effettuata anche per favorire gli insetti impollinatori. L'impollinazione delle piante da fiore da parte degli animali rappresenta un servizio ecosistemico di grande valore per l'umanità, sia dal punto di vista economico sia per il beneficio nei confronti delle piante spontanee e coltivate. Oltre il 75% delle principali colture agrarie e circa il 90% delle piante selvatiche da fiore si servono degli animali impollinatori per trasferire il polline da un fiore all'altro e garantire la riproduzione delle specie. L'impollinazione animale, consentendo a tantissime piante di riprodursi, è la base fondamentale dell'ecologia delle specie e del funzionamento degli ecosistemi, della conservazione degli habitat e della fornitura di una vasta gamma di importanti e vitali servizi e benefici per l'uomo, inclusa la produzione di alimenti, fibre, legname e altri prodotti tangibili. Il servizio di impollinazione offerto dai pronubi contribuisce a incrementare la resistenza e la resilienza degli ecosistemi ai disturbi di varia natura, consentendo l'adattamento dei sistemi agro-alimentari ai cambiamenti globali in corso e quindi, in sintesi, l'impollinazione, soprattutto quella entomofila, è alla base della biodiversità, della nostra esistenza e delle nostre economie (Bellucci *et al.*, 2021).

Il valore economico del servizio di impollinazione animale è stimato in circa 153 miliardi di dollari a livello mondiale, dei quali circa 26 nella sola Europa e circa 3 in Italia. La produzione agricola mondiale direttamente associata all'impollinazione rappresenta un valore economico stimato tra 235 e 577 miliardi di dollari (Bellucci *et al.*, 2021).

È noto il fatto che le api domestiche sono sempre più scarse, così come accade per le api solitarie e ancor di più per i Lepidotteri che, in passato, erano componenti integranti del paesaggio rurale. La causa della rarefazione degli insetti impollinatori viene imputata, oltre agli inquinanti e all'abuso di agrofarmaci, alla minore diffusione di specie foraggiere entomogame e anche alla gestione agronomica del territorio, che lascia sempre meno spazio ad ambienti definiti come "buffer" (fasce tampone) situati ai margini delle colture. In tali aree, un tempo diffuse e lasciate pressoché indisturbate, si verificavano le condizioni idonee per la vita e la sopravvivenza di molti insetti utili (Bellucci *et al.*, 2021).

La presenza di specie entomogame in siepi di contorno ai campi coltivati costituisce un sistema efficace, non solo per creare un habitat adatto a favorire la presenza di insetti utili alla lotta biologica ai fitoparassiti (Haaland *et al.*, 2011), ma anche per contrastare la presenza di piante infestanti (Moonen & Marshall, 2001; Benvenuti & Bretzel, 2017) e di incrementare la biodiversità negli agroecosistemi.

La scelta delle specie da utilizzare, quindi, sarà effettuata tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- la composizione floristica autoctona dell'area;
- le condizioni pedoclimatiche dell'area;



- il carattere di rusticità e adattabilità;
- la facilità di reperimento;
- la crescita rapida e la facilità di gestione;
- l'utilità in termini di servizi ecosistemici all'agricoltura (sostegno agli impollinatori) e in termini di appoggio alla rete ecologica (funzioni di collegamento, rifugio e alimentazione per la fauna).

L'area di impianto è caratterizzata dalla presenza di piantagioni di eucalipti, con presenza sporadica di altra vegetazione lungo le strade interne. Nel corso dei sopralluoghi effettuati (Figura 12.10) sono stati rilevati individui di:

- Centaurea minore *Centaureum erythrea*: pianta erbacea, annuale o biennale, appartenente alla famiglia delle Gentianaceae. Originaria dell'Europa, Asia occidentale e Africa settentrionale; è comune in tutto il territorio italiano, dal livello del mare alla bassa montagna, nei prati ma anche nei campi sfalciati;
- Leccio *Quercus ilex*: è una quercia sempreverde molto longeva, emblematica dell'area del Mediterraneo, dove trova il suo clima ideale, specie sulle colline, dove spicca per la folta chioma;
- Cisto di Montpellier *Cistus monspeliensis*: noto anche come Cisto marino, anche perché vegeta dal livello del mare fino alle aree montuose. È un arbusto sempreverde, con fusto cespuglioso e molto ramoso, vischioso e aromatico, alto fino a 2 metri. Arbusto appartenente alla famiglia delle Cistaceae, tipico in associazione con altre specie floristiche cespugliose o arbustive, in zone aride e soleggiate, nel bacino Mediterraneo;
- Pino d'Aleppo *Pinus halepensis*: conifera sempreverde a portamento irregolare con chioma lassa ed espansa alta 10-15 metri. È originario di tutto l'areale costiero mediterraneo e del Mar Nero. In Sardegna si trova allo stato spontaneo nell'Isola di San Pietro e nel Sulcis;
- Ginestra *Spartium junceum*: è un arbusto alto da 1-3 metri. Originaria del bacino mediterraneo, il suo areale si estende in alcune aree dell'Asia sud occidentale e nelle isole Canarie; in Italia è diffusa in tutto il territorio. Viene utilizzata come pianta ornamentale nei giardini, per la sua rusticità e per la facilità di coltivazione; per rimboschire zone degradate o nude; per consolidare dune, pendii e scarpate;
- Lentisco *Pistacia lentiscus*: arbusto o alberello le cui dimensioni rimangono contenute entro i 4-5 metri, molto ramificato. Originario del bacino del Mediterraneo, in Italia è diffuso lungo le coste delle regioni centro-meridionali e della Liguria. È una specie tipica della macchia mediterranea, è eliofila, termofila e xerofila, che sopporta condizioni di spinta aridità; si adatta a qualsiasi tipo di terreno, pur prediligendo suoli sabbiosi. Resiste bene ai venti più forti ma teme il freddo. In Sardegna vegeta fino ai 400-500 metri di altitudine.

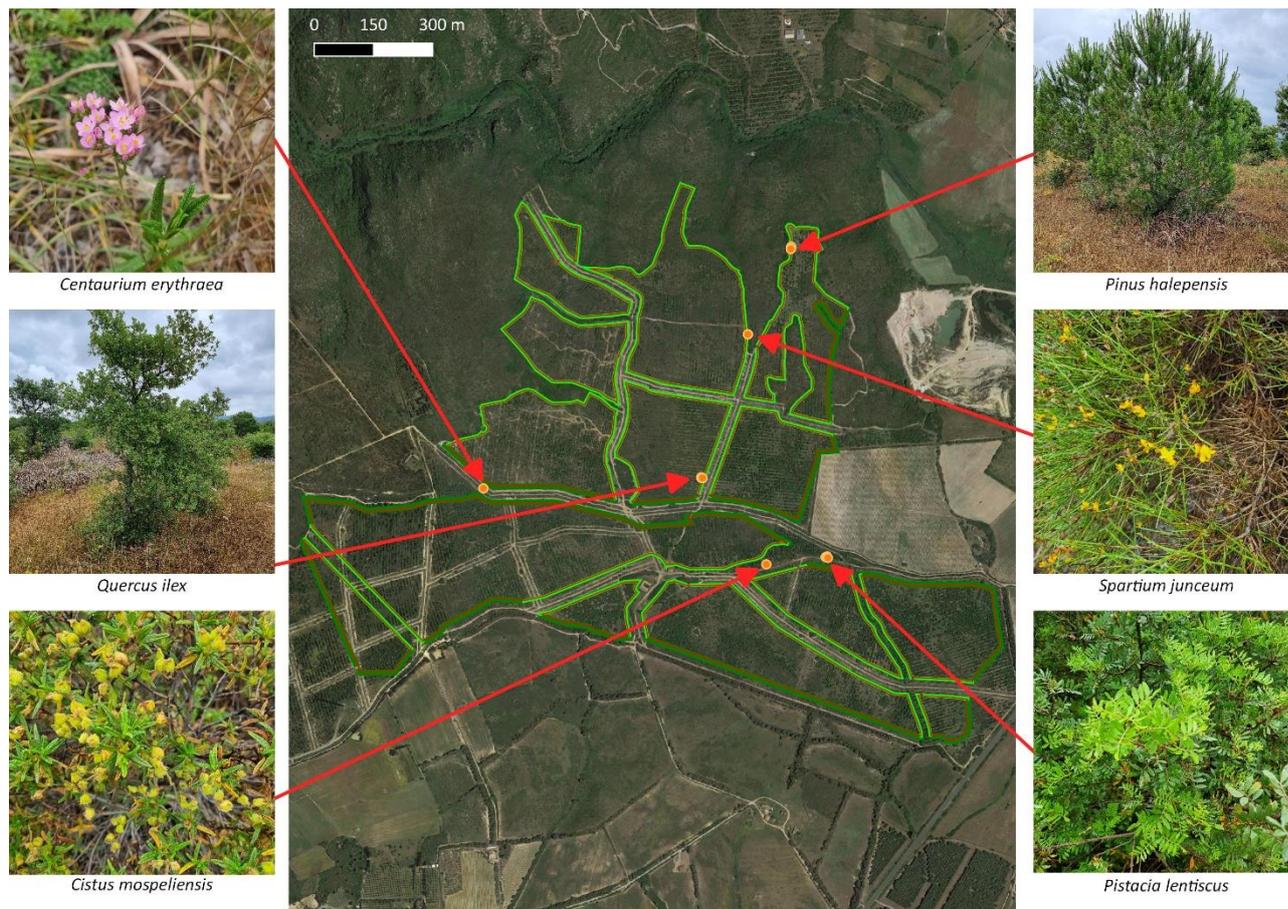


Figura 12.10: Specie vegetali individuate nel corso dei sopralluoghi.

Tra le specie individuate nell'area, alcune sono state scelte per la composizione della siepe perimetrale del futuro impianto, scartando quelle arboree per evitare effetti di ombreggiamento dei pannelli o quelle a portamento erbaceo in quanto non sufficienti al mascheramento vegetale.

Le specie scelte sono complessivamente utili per la fauna, sia per gli impollinatori (nettare e/o polline), sia per i Lepidotteri (nettare, specie nutrici) sia per i Vertebrati (specie pabulari).

A titolo di esempio si riportano in Tabella 12.2 le essenze che si prevede di poter utilizzare, con l'indicazione della loro utilità per impollinatori e altra fauna. Si specifica che le specie a portamento più alto andranno mantenute ad un'altezza sufficiente al mascheramento dell'impianto ma idonea ad evitare effetti di ombreggiamento all'impianto fotovoltaico.

Tabella 12.2: Prospetto delle specie utilizzabili per la siepe perimetrale di mitigazione, con l'indicazione dell'habitus (arbustivo, arboreo), l'utilizzo da parte degli impollinatori² e l'importanza per questi (* = specie scarsamente bottinata; ** = specie discretamente bottinata; *** = specie abbondantemente bottinata), l'utilizzo da parte di altre fauna (es. alimentazione Uccelli) (da Bellucci et al., 2021, modificato).

SPECIE	HABITUS	UTILIZZO	IMPORTANZA IMPOLLINATORI	ALTRA FAUNA
Biancospino <i>Crataegus monogyna</i>	Arbustivo alto	polline, nettare	***	+
Corbezzolo <i>Arbutus unedo</i>	Arbustivo alto	polline, nettare	***	+
Fillirea <i>Phillyrea angustifolia</i>	Arbustivo alto	polline	*	+
Lentisco <i>Pistacia lentiscus</i>	Arbustivo medio	polline	***	+
Oleandro <i>Nerium oleander oleander</i>	Arbustivo medio	nettare	*	
Mirto <i>Myrtus communis</i>	Arbustivo medio	polline, nettare	***	+
Calicotome <i>Calicotome villosa</i> /Ginestra odorosa <i>Spartium junceum</i>	Arbustivo medio	polline	*	
Cisto di Montpellier <i>Cistus monspeliensis</i>	Arbustivo basso	polline	***	
Cisto femmina <i>Cistus salvifolius</i>	Arbustivo basso	polline	***	
Alaterno <i>Rhamnus alaternus</i>	Arbustivo alto	polline, nettare	***	
Lavanda selvatica <i>Lavandula stoechas</i>	Arbustivo basso	polline, nettare	***	

La fascia arbustiva, per svolgere appieno la sua funzione, avrà una larghezza di 3 m lungo tutto il perimetro e di 5 m in alcuni tratti confinanti a ridosso di punti considerati sensibili all'impatto visivo (ad esempio viabilità), nonché un'altezza tale da mitigare l'impatto visivo dei pannelli e delle opere connesse dall'esterno e da eventuali punti panoramici e di interesse paesaggistico nelle vicinanze del sito. L'altezza delle siepi sarà non inferiore a 1,60 metri, come indicato dalle Linee Guida regionali.

La siepe sarà costituita da essenze arbustive a diverse altezze, disposte su due filari secondo lo schema riportato nella Figura 12.12 e di seguito descritto:

1. Filare posto ad 1.0 m dalla recinzione composto da specie arbustive ad altezza maggiore, con interasse 2.0 m;
2. Filare più interno posto ad 1.0 m dal filare esterno, composto da specie arbustive a minor sviluppo con interasse 1.0 m.

Nei tratti in cui la larghezza progettata è di 5 m, si propongono invece tre filari secondo lo schema di seguito descritto:

1. Filare posto ad 1.0 m dalla recinzione composto da specie arbustive ad altezza maggiore, con interasse 2.0 m;

² Alcune specie ritenute comunemente ad impollinazione anemofila (ad esempio *Pistacia lentiscus*, *Phyllirea latifolia*) in periodi in cui altre risorse alimentari più appropriate per le api scarseggiano. In genere, si tratta di specie che fioriscono precocemente in primavera. All'inizio della primavera, infatti, le uova deposte dall'ape regina iniziano a schiudersi e le larve che ne emergono necessitano di polline fresco. Questa necessità può indurre le api a rivolgersi a piante tipicamente anemofile, dotate di fiori ridotti e poco attrattivi, ma abbondanti di polline (Bellucci et al., 2021).

2. Filare più interno posto ad 1.5 m dal filare esterno, composto da specie arbustive a minor sviluppo con interasse 1.5 m;
3. Filare più interno posto ad 1.5 m dal filare intermedio, composto da specie arbustive a minor sviluppo con interasse 1.5 m, sfalsate rispetto alle essenze del filare intermedio.



4 1 3 4 2 3 4 1 3 4 2 3 4 1 3 4 2 3 4 1 3 4

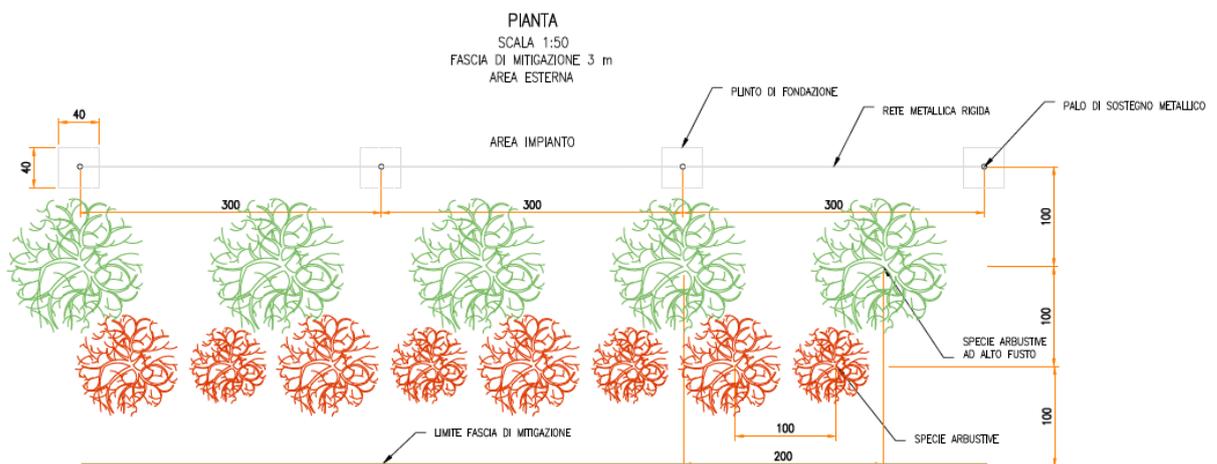
1: Biancospino *Crataegus monogyna* / Corbezzolo *Arbutus unedo* / Filirea *Phillyrea angustifolia* / Alaterno *Rhamnus alaternus* L.

2: Oleandro *Nerium oleander oleander* / Lentisco *Pistacia Lentiscus*

3: Mirto *Myrtus communis* / Calicotome *Calicotome villosa* / Ginestra odorosa *Spartium junceum*

4: Cisto di Montpellier *Cistus monspeliensis* / Cisto femmina *Cistus salvifolius* / Lavanda selvatica *Lavandula stoechas* L.

Figura 12.11: Distribuzione indicativa delle specie all'interno della siepe perimetrale



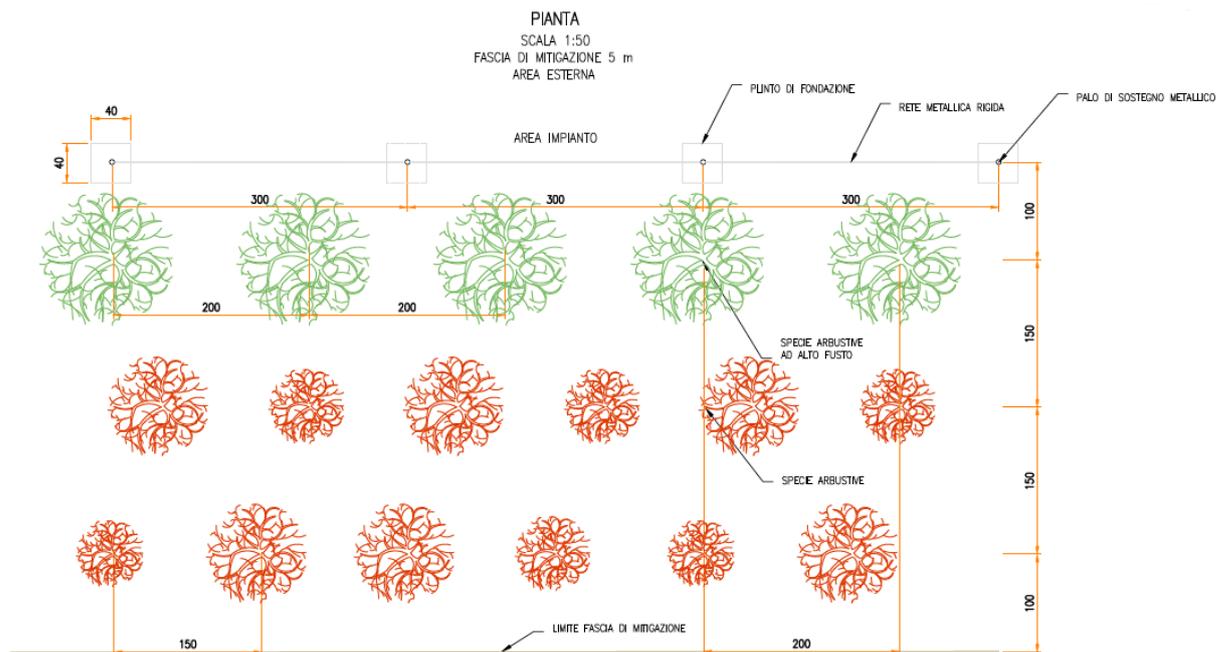


Figura 12.12: Tipologici della siepe perimetrale

Le essenze saranno disposte secondo uno schema modulare e non formale in modo che la proporzione fra le essenze di media taglia e quelle di medio-bassa taglia garantisca il risultato più naturalistico possibile.

Gli arbusti saranno distanziati dalla recinzione di circa 1 metro così da agevolare le operazioni di manutenzione. Più in generale, sarà prevista l'interruzione della fascia in prossimità dei punti di accesso al fondo che fungeranno anche da vie d'entrata alla viabilità interna delle stesse per la manutenzione ordinaria.

Al fine di garantire un mascheramento veloce ed efficace si utilizzeranno, per tutti gli impianti, arbusti di altezza di m 1,00/1,25.

L'inerbimento permanente è previsto nelle fasce non coltivate.

Numerosi sono i vantaggi dell'inerbimento permanente:

- Limita fortemente l'erosione del suolo provocata dalle acque e dal vento;
- Svolge un'importante funzione di depurazione delle acque;
- Riduce le perdite di elementi nutritivi per lisciviazione grazie all'assorbimento da parte delle piante erbacee;
- Migliora la fertilità del suolo, attraverso l'aumento di sostanza organica;
- Ha effetto depurativo sull'aria producendo O₂ e immagazzinando carbonio atmosferico;
- Migliora l'impatto paesaggistico e la gestione è in genere poco onerosa.

La gestione del terreno inerbito determina il miglioramento delle condizioni nutritive e strutturali del terreno.

L'inerbimento può essere realizzato sia naturalmente con le essenze erbacee autoctone della zona che artificialmente attraverso la semina di una o più varietà. È consigliabile la prima soluzione perché in queste aree, specialmente nei mesi autunnali e primaverili si sviluppano tantissime erbe infestanti a causa delle piogge abbondanti. Dati di letteratura evidenziano ad esempio che la ricchezza in specie vegetali e di Coleotteri sono significativamente maggiori nei prati ripristinati su aree agricole mediante



semina di semi autoctoni raccolti da prati donatori locali o di erba verde (Woodcock *et al.*, 2008), rispetto ad altri metodi di recupero.

Inoltre l'utilizzo del fiorume ha indubbi vantaggi per la creazione di nuovi prati di qualità che rispecchiano le caratteristiche del prato donatore da cui la semente è stata raccolta. Numerose sono infatti le ricadute positive sulla biodiversità, sugli ecosistemi e sul paesaggio; tra queste la conservazione degli habitat prativi esistenti, la creazione o il ripristino di habitat prativi di pregio, il contenimento di specie esotiche invasive. L'utilizzo di miscugli di specie spontanee fiorite dà la possibilità di unire la tutela ambientale al recupero e alla rinaturalizzazione di aree degradate (ad esempio terreni agricoli abbandonati, cave dismesse, scarpate stradali o come in questo caso infrastrutture), realizzando al contempo un indubbio risparmio in termini di manutenzione e anche di consumi idrici rispetto ai classici tappeti erbosi con graminacee.

Spesso le aree con suolo nudo, localizzate in aree di cantiere, margini stradali, campi abbandonati e aree ruderali in genere, sono infatti spesso invase da specie esotiche dannose sia per l'ambiente che per la salute pubblica. Tra queste, particolari problemi vengono causati dalla ben nota *Ambrosia artemisiifolia*, specie fortemente allergenica, inserita nella Lista Nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione. Dal punto di vista ecologico, l'Ambrosia è una specie colonizzatrice e si diffonde facilmente in situazioni degradate, con suolo nudo, creando una dominanza che non consente in tempi brevi lo sviluppo di una vegetazione erbacea adeguata. È in grado di produrre un'elevata quantità di semi capaci di persistere nel terreno per molti anni. Per queste ragioni, movimenti di terra anche in luoghi dove l'Ambrosia è apparentemente assente, possono ricreare le condizioni ideali per la germinazione dei semi presenti nel suolo, dando origine a nuove popolazioni.

Per contenere la diffusione di Ambrosia e limitare la produzione del suo polline allergenico, alcuni recenti studi hanno dimostrato il valore della semina di autoctone su suoli nudi con la specifica finalità del contenimento di Ambrosia. Tra questi, Gentili *et al.* (2015) hanno mostrato come miscugli di sementi di prato sotto forma di fiorume o miscugli commerciali selezionati siano efficaci nella soppressione di questa specie nel primo anno dalla semina all'interno di cave dismesse; gli autori citati sostengono anche che il fiorume dovrebbe essere in questo caso preferito in quanto costituito per definizione da specie di provenienza locale.

Per tutte le aree a inerbimento l'utilizzo di fiorume locale, uno sfalcio all'anno (al massimo³) con mezzi meccanici ed evitare di utilizzare prodotti chimici per il controllo della vegetazione costituiscono misure che consentiranno di ridurre i costi di gestione e di limitare l'impatto dell'impianto.

Gli sfalci della vegetazione spontanea (inerbimento sotto i pannelli, in aree di margine e nelle fasce lungo i canali) verranno effettuati dopo la metà di luglio. L'accorgimento della posticipazione dello sfalcio dei prati ha infatti effetti benefici sulla biodiversità degli ecosistemi, tanto che in alcuni stati europei la posticipazione dello sfalcio in determinati territori, è agevolata da contributi economici. In generale questo accorgimento gestionale relativo al momento del taglio e/o dell'avvio del pascolo favorisce le componenti ecosistemiche di piante, Uccelli e Invertebrati (Humbert *et al.*, 2012). Analogamente Sjödin (2007) ha rilevato che un maggior numero di specie di Insetti e di individui per specie visita i prati con gestione posticipata, semplicemente in relazione alla maggior abbondanza di fiori maturi in essi presenti. Per quanto riguarda gli Uccelli, uno studio britannico (DEFRA, 2010) ha dimostrato ad esempio che il ritardo nello sfalcio dei prati aumenta la produttività delle popolazioni di allodole (*Alauda arvensis*), riducendone al contempo il tasso di abbandono del nido e della covata.

³ Se la vegetazione non supera l'altezza minima dei pannelli e non interferisce con la produzione si ritiene opportuno non procedere con gli sfalci a fini conservazionistici.



13. EFFETTI CONSEGUENTI ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

Le principali fonti di impatto risultano essere:

- La sottrazione di areali dedicati alle produzioni di prodotti agricoli;
- La presenza fisica del cantiere, dei macchinari e dei cumuli di materiali di cantiere;
- L'impatto luminoso in fase di costruzione
- Il taglio di vegetazione necessario alla costruzione dell'impianto;
- La presenza del parco fotovoltaico e delle strutture connesse;
- Gli impatti dovuti ai cambiamenti fisici degli elementi che costituiscono il paesaggio.

Di seguito si riportano i potenziali recettori lineari e puntuali per individuati all'interno di un Buffer di 3 km della Recinzione dell'impianto. I recettori sono luoghi o percorsi che rappresentano elementi di particolare interesse paesaggistico e risultano quindi fruibili dalla popolazione.



Legenda

-  Area impianto
-  Buffer 3km

RECETTORI

TIPOLOGIA

-  Lineare
-  Puntuale

Figura 13.1: Individuazione dei potenziali recettori

I recettori più significativi per l'impianto oggetto del seguente Studio di Impatti Ambientale risultano essere:

1. Tombe romane, localizzato a circa 2,9 km ad Ovest del sito;
2. Nuraghe Crixionis, localizzato a circa 2 km ad Ovest del sito;
3. Villa Paringianeddu, localizzato a circa 1,2 km ad Ovest del sito;
4. Grotta sepolcrale, localizzato a circa 2,4 km a Nord – Ovest del sito;
5. Nuraghe, localizzato a circa 2,7 km ad Ovest del sito;
6. Nuraghe, localizzato a circa 1,5 km a Sud-Ovest del sito;
7. Nuraghe Atzori, localizzato a circa 1,5 km a Sud – Ovest del sito;
8. Nuraghe, localizzato a circa 1,4 km dal sito;
9. Insediamento storico, localizzato a circa 0,9 km a Sud del sito;
10. Domus de Janas, localizzato a circa 1,4 km a Sud del sito;



11. Nuraghe Sirai, localizzato a circa 2,4 km a Sud - Est del sito;
12. Nuraghe, localizzato a circa 2,5 km a Sud - Est del sito;
13. Nuraghe, localizzato a circa 1,9 km a Sud - Est del sito;
14. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 2 km ad Est del sito;
15. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 1,8 km ad Est del sito;
16. Resti di fortezza fenicia, localizzato a circa 1,4 km ad Est del sito;
17. Insediamento, localizzato a circa 1,3 km ad Est del sito;
18. Insediamento, localizzato a circa 1,5 km ad Est del sito;
19. Insediamento, localizzato a circa 1,5 km ad Est del sito;
20. Necropoli, localizzato a circa 1,3 km ad Est del sito;
21. Necropoli, localizzato a circa 1,2 km ad Est del sito;
22. Domus de janas, localizzato a circa 1,2 km ad Est del sito;
23. Domus de janas, localizzato a circa 1,2 km ad Est del sito;
24. Tophet, localizzato a circa 1,1 km ad Est del sito;
25. Nuraghe, localizzato a circa 0,72 km ad Est del sito;
26. Nuraghe, localizzato a circa 0,87 km ad Est del sito;
27. Nuraghe, localizzato a circa 0,94 km ad Est del sito;
28. Nuraghe, localizzato a circa 1,4 km ad Est del sito;
29. Villa, localizzato a circa 1,5 km ad Est del sito;
30. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 0,61 km a Nord sito;
31. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 2,7 km ad Est del sito;
32. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 2,8 km ad Est del sito;
33. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 1,3 km a Nord del sito;
34. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 0,7 km a Nord del sito;
35. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 0,94 km a Nord del sito;
36. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 1,4 km a Nord del sito;
37. Insediamento storico sparso, localizzato a circa 2,1 km a Nord del sito;
38. Nuraghe, localizzato a circa 1,4 km a Sud del sito;
39. Nuraghe, localizzato a circa 1,9 km a Sud - Est sito;
40. SP2, che costeggia l'area di intervento, con direzione Est - Ovest;
41. Strada vicinale, che costeggia l'area di intervento;
42. Strada vicinale, localizzato a circa 0,28 km dal sito;
43. Strada vicinale, localizzato a circa 0,67 km dal sito;
44. SP81, con scorrimento Est - Ovest localizzata a circa 2,6 km dal sito;
45. SP2, che costeggia l'area di intervento, con direzione Est - Ovest;
46. SS126, con scorrimento Nord - Sud localizzata a circa 1,2 km dal sito;
47. SP2, che costeggia l'area di intervento, con direzione Est - Ovest;
48. SP81, con scorrimento Est - Ovest localizzata a circa 2,9 km dal sito;
49. SS126, con scorrimento Nord - Sud localizzata a circa 2,8 km dal sito;
50. Strada vicinale, che costeggia l'area di intervento;
51. Strada vicinale, che costeggia l'area di intervento;
52. Strada vicinale che costeggia l'area di intervento;
53. Strada vicinale che costeggia l'area di intervento;
54. Strada vicinale, che costeggia l'area di intervento.

Dai recettori sopra riportati si evidenzia che, per i più rappresentativi sono stati effettuati dei fotoinserimenti che sono riportati nei paragrafi seguenti.

La scelta dei punti ha riguardato non solo la prossimità del recettore al Sito, dal quale si ha una percezione di quanto l'impianto risulti visibile ad una distanza ravvicinata, ma si è scelto di svilupparli anche da punti strategici lungo le principali viabilità individuate, da punti che potessero essere rappresentativi di tutto il percorso della viabilità. Inoltre alcuni punti selezionati sono localizzati ad una



notevole distanza dall'Area di intervento di modo che ci sia la possibilità di comprendere quanto l'area di impianto possa risultare visibile anche in presenza di elementi, naturali e antropici che si frappongono tra l'impianto e il visitatore.

13.1 POTENZIALE IMPATTO IN FASE DI CANTIERE

I cambiamenti diretti al paesaggio derivano principalmente dalla perdita di suolo agricolo e di vegetazione necessaria all'installazione delle strutture, delle attrezzature e alla creazione della viabilità di cantiere.

Considerando che:

- Le attrezzature di cantiere che verranno utilizzate durante la fase di costruzione, a causa della loro modesta altezza, non altereranno significativamente le caratteristiche del paesaggio;
- L'area di cantiere sarà interna all'area di intervento e sarà occupata solo temporaneamente.

Pertanto, è possibile affermare che l'impatto sul paesaggio, durante la fase di cantiere, avrà durata breve ed estensione limitata all'area e al suo immediato intorno.

Al fine di minimizzare gli impatti sul paesaggio sono state previste apposite misure di mitigazione di carattere gestionale. In particolare:

- Le aree di cantiere verranno mantenute in condizioni di ordine e pulizia e saranno opportunamente delimitate e segnalate;
- Al termine dei lavori si provvederà al ripristino dei luoghi e tutte le strutture di cantiere verranno rimosse, insieme agli stoccaggi di materiale.

In linea generale, saranno adottati anche opportuni accorgimenti per ridurre l'impatto luminoso (Institute of Lighting Engineers, 2005):

- Si eviterà di sovra-illuminare e verrà minimizzata la luce riflessa verso l'alto;
- Verranno adottati apparecchi di illuminazione specificatamente progettati per ridurre al minimo la diffusione della luce verso l'alto;
- Verranno abbassate o spente le luci quando cesserà l'attività lavorativa, a fine turno. Al fine Generalmente un livello più basso di illuminazione sarà comunque sufficiente ad assicurare adeguati livelli di sicurezza;
- Verrà mantenuto al minimo l'abbagliamento, facendo in modo che l'angolo che il fascio luminoso crea con la verticale non sia superiore a 70°.

Date le considerazioni e le misure di mitigazione elencate in precedenza, si ritiene che l'impatto sulla componente in fase di costruzione sarà limitato al solo periodo di attività del cantiere (10 mesi) e avrà estensione esclusivamente locale.

13.2 POTENZIALE IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO

L'unico impatto sul paesaggio durante la fase di esercizio è riconducibile alla presenza fisica del parco fotovoltaico e delle strutture connesse.

Si riporta di seguito le foto aeree dello stato di fatto delle aree e le stesse con inserimento dell'impianto in progetto ai fini della valutazione dell'impatto visivo-percettivo dell'impianto oggetto del presente studio.



Figura 13.2: Vista aerea - stato di fatto



Figura 13.3: Vista aerea - stato di progetto

La Figura 13.3 evidenzia che l'impianto in progetto sarà inserito mantenendo il pattern dei campi agricoli presenti e non andrà a modificare la rete di viabilità agro-pastorale.

Si riportano di seguito le prese fotografiche e i fotoinserti effettuati in corrispondenza dei recettori più significativi precedentemente individuati.

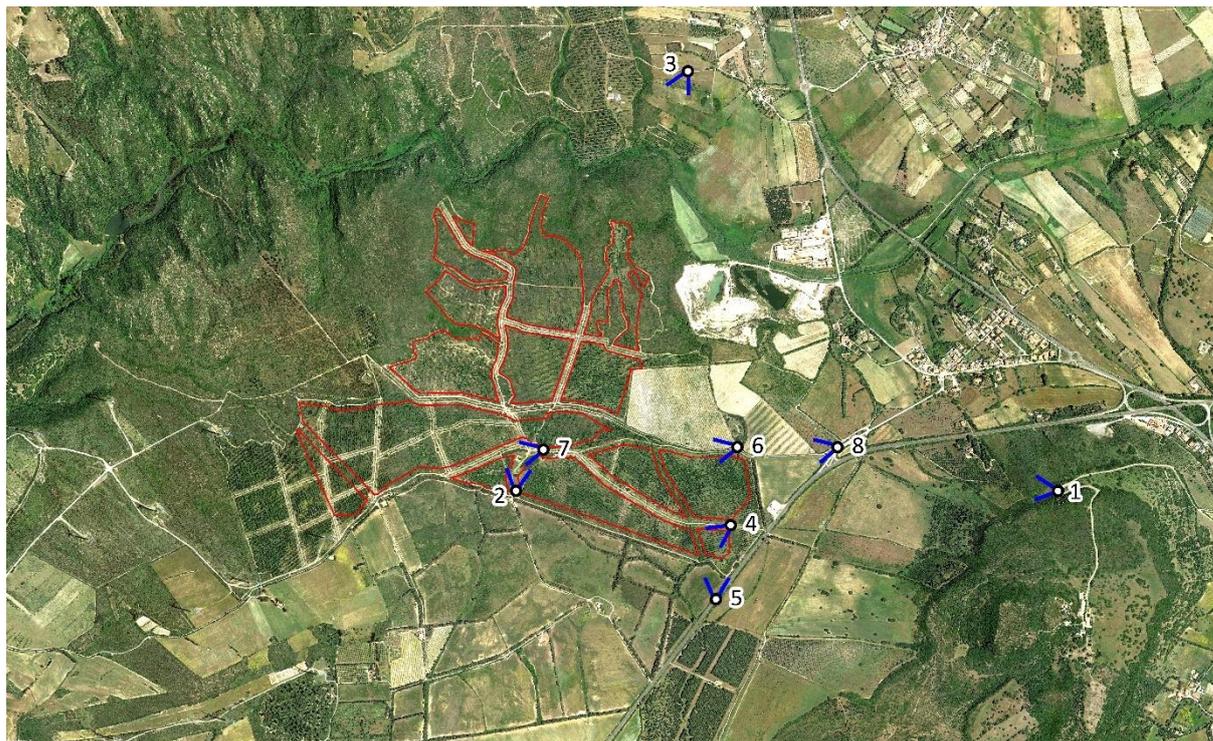


Figura 13.4: Punti di presa fotografica per i fotoinserimenti

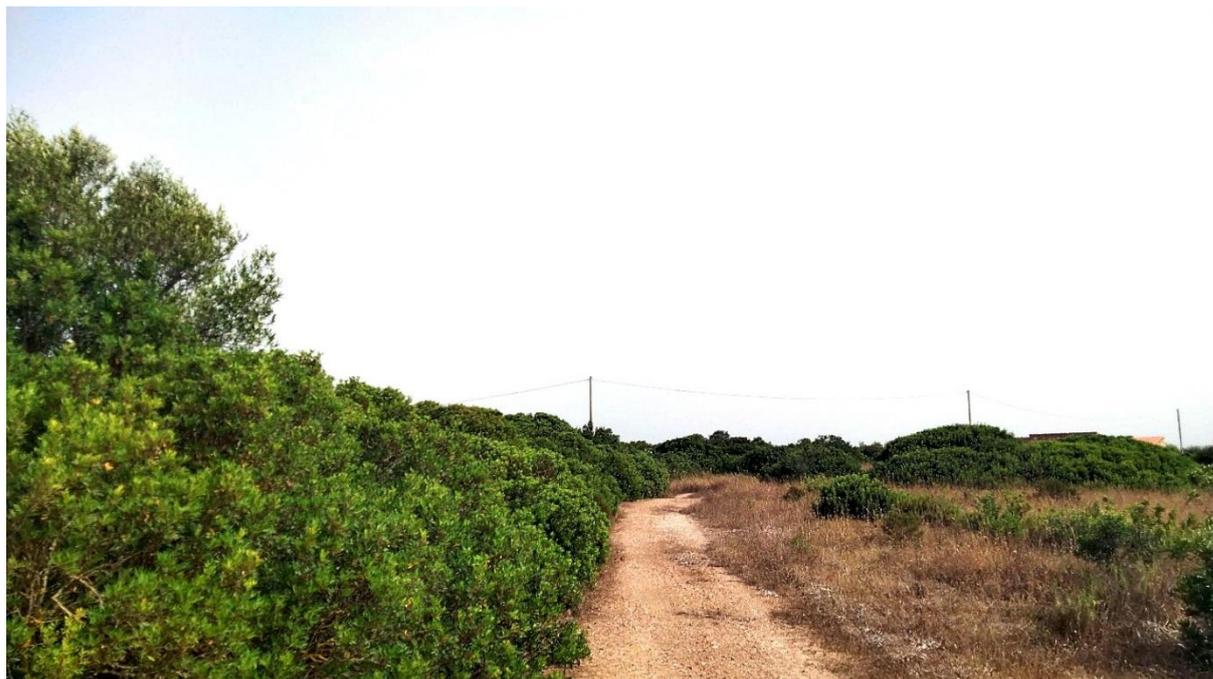


Fotoinserimento 1 – Stato di Fatto



Fotoinserimento 1 – Stato di Progetto

Dal punto di presa fotografica n. 1, localizzato in prossimità del recettore 15 *Insedimento Storico Sparso*, all'interno dell'Area Archeologica *Complesso Insediativo di Nuraghe Sirai - Nuraxeddu* l'impianto, data la conformità del terreno, risulta visibile. La presenza dei mandorleti e delle superfici destinate all'erbaio annuale, contribuiranno notevolmente alla mitigazione dell'impianto insieme alla mitigazione perimetrale che simulerà una quinta arboreo, arbustiva.



Fotoinserimento 2 – Stato di fatto



Fotoinserimento 2 – Stato di progetto

Dal punto di presa fotografica n. 2, localizzato in prossimità del recettore 42 *Strada Vicinale* tra alcune aree di installazione, l'impianto, data la presenza di elementi naturali che si interpongono tra le recinzioni e l'osservatore risulta essere solo parzialmente visibile. Inoltre la presenza della mitigazione perimetrale garantirà la percezione di un filare arboreo arbustivo.



Fotoinserimento Punto 3 – Stato di fatto



Fotoinserimento 3 – Stato di progetto

Dal punto di presa fotografica n. 3, localizzato a nord dell'area di progetto in aree agricole, in prossimità del Recettore 34 *Insedimento Storico Sparso* l'impianto, nonostante la distanza, risulta essere visibile. Ciò che sarà percepito sarà una quinta arboreo – arbustiva data la presenza della mitigazione perimetrale.



Fotoinserimento 4– Stato di fatto



Fotoinserimento 4 – Stato di progetto

Dal punto di presa fotografica n. 4, localizzato lungo il Recettore 41 *Strada Vicinale* tra alcune aree di installazione, l'impianto risulta essere parzialmente visibile, data la presenza di elementi naturali che si interpongono tra le recinzioni e l'osservatore. Inoltre la presenza dell'impianto sarà ulteriormente mitigata dalla quinta arboreo- arbustiva presente.



Punto di Presa Fotografica 5

Dal Punto di Presa Fotografica 5, localizzato lungo il recettore 45 *Strada Provinciale 2*, l'impianto data la presenza di elementi naturali che si interpongono tra il Sito e l'osservatore non risulta essere visibile.



Punto di Presa Fotografica 6

Dal Punto di Presa Fotografica 6, localizzato lungo il recettore 41 *Strada Vicinale*, l'impianto nonostante la vicinanza al recettore, data la presenza di elementi naturali che si interpongono tra il Sito e l'osservatore non risulta essere visibile.



Punto di Presa Fotografica 7

Dal Punto di Presa Fotografica 7, localizzato lungo il recettore 47 *Strada Vicinale*, l'impianto nonostante la vicinanza al recettore, data la presenza di elementi naturali che si interpongono tra il Sito e l'osservatore non risulta essere visibile.



Punto di Presa Fotografica 8

Dal Punto di Presa Fotografica 8, localizzato lungo il recettore 40 *Strada Provinciale 2*, l'impianto nonostante la vicinanza al recettore, data la presenza di elementi naturali che si interpongono tra il Sito e l'osservatore non risulta essere visibile.

A valle delle considerazioni e analisi effettuate sulle caratteristiche dei luoghi e sulla pianificazione vigente, di seguito si riporta la valutazione della compatibilità paesaggistica del progetto fotovoltaico.



In merito alla diversità e all'integrità del paesaggio l'area di progetto ricade all'interno di una porzione del territorio caratterizzata dalla presenza di vegetazione spontanea a macchia mediterranea. Si tratta di aree tuttavia che non vengono gestite dal punto di vista agronomico da alcuni anni.

Il progetto fotovoltaico non andrà a intaccare i caratteri distintivi dei sistemi naturali e antropici del luogo, lasciandone invariate le relazioni spaziali e funzionali.

I parametri di valutazione di rarità e qualità visiva si focalizzano sulla necessità di porre particolare attenzione alla presenza di elementi caratteristici del luogo e alla preservazione della qualità visiva dei panorami. In questo senso l'impianto fotovoltaico ha una dimensione considerevole in estensione e non in altezza, e ciò fa sì che l'impatto visivo-percettivo in un territorio pianeggiante, non sia di rilevante criticità.

Con particolare riferimento all'eventuale perdita e/o deturpazione di risorse naturali e di caratteri culturali, storici, visivi, morfologici o testimoniali si può affermare che l'impianto fotovoltaico non introduce elementi di degrado al sito su cui insiste ma che al contrario, fattori quali la produzione di energia da fonti rinnovabili, la tipologia di impianto, le modalità di realizzazione, nonché l'inserimento dello stesso all'interno di un'area agricola caratterizzata da colture di scarso valore contribuiscono a ridurre i rischi di un eventuale aggravio delle condizioni delle componenti ambientali e paesaggistiche.

Ulteriore elemento di valore risulta essere dato dalla convivenza dell'impianto fotovoltaico con un ambiente semi naturale al fine di mantenere la funzionalità del suolo in termini di fertilità, accumulo di carbonio organico, permeabilità e regimazione delle acque piovane e salvaguardia della biodiversità.

Il progetto prevede l'integrazione dell'impianto fotovoltaico con un progetto agronomico che prevede di associare un mandorleto con superfici seminative per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione così da mantenere la funzionalità del suolo in termini di fertilità, accumulo carbonio organico, permeabilità e regimazione delle acque piovane.

Riguardo alla capacità del luogo di accogliere i cambiamenti senza effetti di alterazione o diminuzione dei caratteri connotativi o degrado della qualità complessiva, si può affermare che il territorio italiano, soprattutto quello del meridione, sia stato nel corso degli ultimi decenni oggetto a continue trasformazioni. L'energia rinnovabile gioca un ruolo da protagonista in questo senso, con l'installazione di molteplici impianti fotovoltaici ed eolici che contribuiscono a raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione imposti dalla UE.

In merito ai parametri quali vulnerabilità/fragilità e instabilità, si ritiene che il luogo e le sue componenti fisiche, sia naturali che antropiche, in relazione all'impianto fotovoltaico di progetto, non si trovino in una condizione di particolare fragilità in termini di alterazione dei caratteri connotativi, in quanto esso non intaccherà tali componenti o caratteri.

In conclusione, dalle analisi effettuate si può affermare che il progetto è coerente con gli strumenti programmatici e normativi vigenti e che non vi sono incompatibilità rispetto a norme specifiche che riguardano l'area e il sito di intervento.

13.3 POTENZIALE IMPATTO IN FASE DI DISMISSIONE

La rimozione, a fine vita (circa 30 anni), di un impianto fotovoltaico come quello proposto, risulta essere estremamente semplice e rapida. La modalità di installazione scelta, consentirà il completo ripristino della situazione preesistente all'installazione dei pannelli, ulteriormente migliorata dagli interventi sulla vegetazione inserita in fase di esercizio.

In fase di dismissione si prevedono impatti sul paesaggio simili a quelli attesi durante la fase di costruzione, principalmente collegati alla presenza delle macchine e dei mezzi di lavoro, oltre che dei cumuli di materiali.

I potenziali impatti sul paesaggio avranno pertanto durata temporanea, estensione locale ed entità riconoscibile.

14. EVENTUALI FIGURE DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO

Durante la fase di costruzione e di dismissione sarà opportuno applicare accorgimenti al fine di mitigare gli impatti sul paesaggio. In particolare, le aree di cantiere saranno mantenute in condizioni di ordine e pulizia e verranno opportunamente delimitate e segnalate al fine di minimizzare il più possibile l'effetto sull'intorno. Ultimati i lavori si provvederà al ripristino dei luoghi e tutte le strutture di cantiere verranno rimosse, insieme agli stoccaggi di materiale riportando così l'area al suo stato ante-operam.

Il progetto prevede inoltre alcuni accorgimenti per ridurre l'impatto luminoso derivante dai mezzi e dall'illuminazione di cantiere:

- Si eviterà di sovra-illuminare e verrà minimizzata la luce riflessa verso l'alto;
- Verranno adottati apparecchi di illuminazione specificatamente progettati per ridurre al minimo la diffusione della luce verso l'alto;
- Verranno abbassate o spente le luci quando cesserà l'attività lavorativa, a fine turno.
- Verrà mantenuto al minimo l'abbagliamento, facendo in modo che l'angolo che il fascio luminoso crea con la verticale non sia superiore a 70°.

L'idea progettuale prevede la realizzazione un mandorleto e di superfici seminative per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione.

Le opere di mitigazione a verde prevedono la realizzazione di una quinta arboreo arbustiva posta lungo tutto il lato esterno della recinzione, questa imiterà un'area di macchia mediterranea spontanea ma al tempo stesso funzionale alla mitigazione dell'impatto visivo evitando fenomeni di ombreggiamento nel campo fotovoltaico.

Le opere a verde del progetto prevedono quindi la realizzazione di (Figura 12.9):

- una quinta arboreo-arbustiva posta lungo tutto il lato interno della recinzione. Questa sarà funzionale alla mitigazione dell'impatto visivo e, al contempo, imiterà un'area di vegetazione spontanea per favorire la presenza di specie di Invertebrati, Uccelli e Micromammiferi nell'area, attualmente antropizzata;
- inerbimento permanente delle aree di margine non coltivate, da eseguire mediante l'utilizzo di fiorume locale.

Si tratta, quindi, di conciliare le esigenze tecnologiche dell'impianto (costruttive e gestionali) con quelle naturalistiche e paesaggistiche, con un occhio attento alla tutela della biodiversità, alla ricostruzione dell'unità degli ecosistemi e al valore ecologico, in coerenza con le potenzialità vegetazionali dell'area.

I bordi dei campi fotovoltaici sono infatti una componente significativa degli impatti visivi a scala di contesto; come indicato nelle Linee Guida regionali⁴ la collocazione di schermature vegetali ha una funzione sia di tipo paesaggistico, sia di tipo ambientale, in termini di ispessimento e connessione della Rete Ecologica. nelle aree agricole è pertanto manifesta una biunivocità di intervento per le distinte finalità di mitigazione degli impatti ambientali e paesaggistici.

⁴ Linee Guida per i paesaggi industriali in Sardegna. Volume 2 LLGG-P.FER "Linee guida per i paesaggi della produzione di energia da fonti rinnovabili". <https://www.sardegнатerritorio.it/index.php?xsl=2425&s=320934&v=2&c=14322&t=1&tb=14307>



Figura 14.1: Localizzazione delle opere a verde di mitigazione (cfr. Rif. 2983_5376_CA_VIA_T07_Rev0_Layout di Progetto). In verde chiaro la fascia vegetata di larghezza 3 m, in verde scuro la fascia vegetata di larghezza 5 m, in rosso l'area recintata dell'impianto.

L'arricchimento di specie arbustive della flora urbana e nelle aree ad agricoltura intensiva, insieme alla possibilità di costituire appropriati corridoi ecologici, incrementa notevolmente la disponibilità di nicchie ecologiche. Le specie da siepe hanno infatti frutti e fiori che attirano insetti (anche impollinatori) e fauna vertebrata. Le siepi fungono da rifugio, da area sorgente e da corridoio per gli spostamenti della fauna, andando a rinforzare la struttura delle reti ecologiche che insistono sul territorio.

Le siepi e le alberate svolgono molteplici funzioni che possono essere così riassunte (Del Favero, 1998):

- funzione di regolazione climatica: si esplica con una diminuzione della velocità del vento e di conseguenza anche dei danni meccanici provocati sulle colture, con una riduzione dell'evapotraspirazione e un aumento dell'irraggiamento solare che consentono, nel complesso, un miglioramento del rendimento sia della produzione vegetale, variabile fra il 6 e il 20%, sia degli animali pascolanti, grazie ad un incremento di circa il 20% della produzione foraggera; le formazioni lineari favoriscono, inoltre, un miglioramento non solo del microclima, ma anche del macroclima della pianura;

- funzione di regolazione idraulica: resa possibile dal fatto che le formazioni lineari consentono una buona infiltrazione dell'acqua nel suolo, una regolazione dello scorrimento superficiale, grazie anche alla presenza nei suoli pendenti di muretti e di terrazze, un miglioramento della qualità dell'acqua e della sua disponibilità per le colture nelle diverse stagioni;
- funzione di conservazione del suolo: riducendo l'erosione idrica ed eolica e mantenendo la fertilità vista la possibilità di riportare in superficie, attraverso la lettiera, parte degli elementi nutritivi dilavati;
- funzione di controllo dell'equilibrio fra le specie: costituendo aree di rifugio per molte specie animali, fra cui vari predatori, consentendo di attuare metodi di lotta biologica alle avversità delle piante coltivate; la possibilità poi di differenziare nel tempo le fioriture, attraverso una opportuna composizione con specie mellifere, agevola la pratica dell'apicoltura;
- funzione produttiva: soprattutto di biomassa per il riscaldamento (in larga media si stima che, applicando turni di 15 anni, si possa ottenere una produzione di 40 kg di legna da ardere per metro lineare di media larghezza) e di frutti (more, nocciole, frutti secchi, ecc.);
- funzione di miglioramento della qualità della vita: proteggendo le case presenti nella campagna e così migliorandone l'abitabilità, rendendo anche più gradevole il loro inserimento nel paesaggio

La scelta delle specie è stata effettuata anche per favorire gli insetti impollinatori. L'impollinazione delle piante da fiore da parte degli animali rappresenta un servizio ecosistemico di grande valore per l'umanità, sia dal punto di vista economico sia per il beneficio nei confronti delle piante spontanee e coltivate. Oltre il 75% delle principali colture agrarie e circa il 90% delle piante selvatiche da fiore si servono degli animali impollinatori per trasferire il polline da un fiore all'altro e garantire la riproduzione delle specie. L'impollinazione animale, consentendo a tantissime piante di riprodursi, è la base fondamentale dell'ecologia delle specie e del funzionamento degli ecosistemi, della conservazione degli habitat e della fornitura di una vasta gamma di importanti e vitali servizi e benefici per l'uomo, inclusa la produzione di alimenti, fibre, legname e altri prodotti tangibili. Il servizio di impollinazione offerto dai pronubi contribuisce a incrementare la resistenza e la resilienza degli ecosistemi ai disturbi di varia natura, consentendo l'adattamento dei sistemi agro-alimentari ai cambiamenti globali in corso e quindi, in sintesi, l'impollinazione, soprattutto quella entomofila, è alla base della biodiversità, della nostra esistenza e delle nostre economie (Bellucci *et al.*, 2021).

Il valore economico del servizio di impollinazione animale è stimato in circa 153 miliardi di dollari a livello mondiale, dei quali circa 26 nella sola Europa e circa 3 in Italia. La produzione agricola mondiale direttamente associata all'impollinazione rappresenta un valore economico stimato tra 235 e 577 miliardi di dollari (Bellucci *et al.*, 2021).

È noto il fatto che le api domestiche sono sempre più scarse, così come accade per le api solitarie e ancor di più per i Lepidotteri che, in passato, erano componenti integranti del paesaggio rurale. La causa della rarefazione degli insetti impollinatori viene imputata, oltre agli inquinanti e all'abuso di agrofarmaci, alla minore diffusione di specie foraggiere entomogame e anche alla gestione agronomica del territorio, che lascia sempre meno spazio ad ambienti definiti come "buffer" (fasce tampone) situati ai margini delle colture. In tali aree, un tempo diffuse e lasciate pressoché indisturbate, si verificavano le condizioni idonee per la vita e la sopravvivenza di molti insetti utili (Bellucci *et al.*, 2021).

La presenza di specie entomogame in siepi di contorno ai campi coltivati costituisce un sistema efficace, non solo per creare un habitat adatto a favorire la presenza di insetti utili alla lotta biologica ai fitoparassiti (Haaland *et al.*, 2011), ma anche per contrastare la presenza di piante infestanti (Moonen & Marshall, 2001; Benvenuti & Bretzel, 2017) e di incrementare la biodiversità negli agroecosistemi.

La scelta delle specie da utilizzare, quindi, sarà effettuata tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- la composizione floristica autoctona dell'area;
- le condizioni pedoclimatiche dell'area;



- il carattere di rusticità e adattabilità;
- la facilità di reperimento;
- la crescita rapida e la facilità di gestione;
- l'utilità in termini di servizi ecosistemici all'agricoltura (sostegno agli impollinatori) e in termini di appoggio alla rete ecologica (funzioni di collegamento, rifugio e alimentazione per la fauna).

L'area di impianto è caratterizzata dalla presenza di piantagioni di eucalipti, con presenza sporadica di altra vegetazione lungo le strade interne. Nel corso dei sopralluoghi effettuati (Figura 12.10) sono stati rilevati individui di:

- Centaurea minore *Centaureum erythrea*: pianta erbacea, annuale o biennale, appartenente alla famiglia delle Gentianaceae. Originaria dell'Europa, Asia occidentale e Africa settentrionale; è comune in tutto il territorio italiano, dal livello del mare alla bassa montagna, nei prati ma anche nei campi sfalciati;
- Leccio *Quercus ilex*: è una quercia sempreverde molto longeva, emblematica dell'area del Mediterraneo, dove trova il suo clima ideale, specie sulle colline, dove spicca per la folta chioma;
- Cisto di Montpellier *Cistus monspeliensis*: noto anche come Cisto marino, anche perché vegeta dal livello del mare fino alle aree montuose. È un arbusto sempreverde, con fusto cespuglioso e molto ramoso, vischioso e aromatico, alto fino a 2 metri. Arbusto appartenente alla famiglia delle Cistaceae, tipico in associazione con altre specie floristiche cespugliose o arbustive, in zone aride e soleggiate, nel bacino Mediterraneo;
- Pino d'Aleppo *Pinus halepensis*: conifera sempreverde a portamento irregolare con chioma lassa ed espansa alta 10-15 metri. È originario di tutto l'areale costiero mediterraneo e del Mar Nero. In Sardegna si trova allo stato spontaneo nell'Isola di San Pietro e nel Sulcis;
- Ginestra *Spartium junceum*: è un arbusto alto da 1-3 metri. Originaria del bacino mediterraneo, il suo areale si estende in alcune aree dell'Asia sud occidentale e nelle isole Canarie; in Italia è diffusa in tutto il territorio. Viene utilizzata come pianta ornamentale nei giardini, per la sua rusticità e per la facilità di coltivazione; per rimboschire zone degradate o nude; per consolidare dune, pendii e scarpate;
- Lentisco *Pistacia lentiscus*: arbusto o alberello le cui dimensioni rimangono contenute entro i 4-5 metri, molto ramificato. Originario del bacino del Mediterraneo, in Italia è diffuso lungo le coste delle regioni centro-meridionali e della Liguria. È una specie tipica della macchia mediterranea, è eliofila, termofila e xerofila, che sopporta condizioni di spinta aridità; si adatta a qualsiasi tipo di terreno, pur prediligendo suoli sabbiosi. Resiste bene ai venti più forti ma teme il freddo. In Sardegna vegeta fino ai 400-500 metri di altitudine.

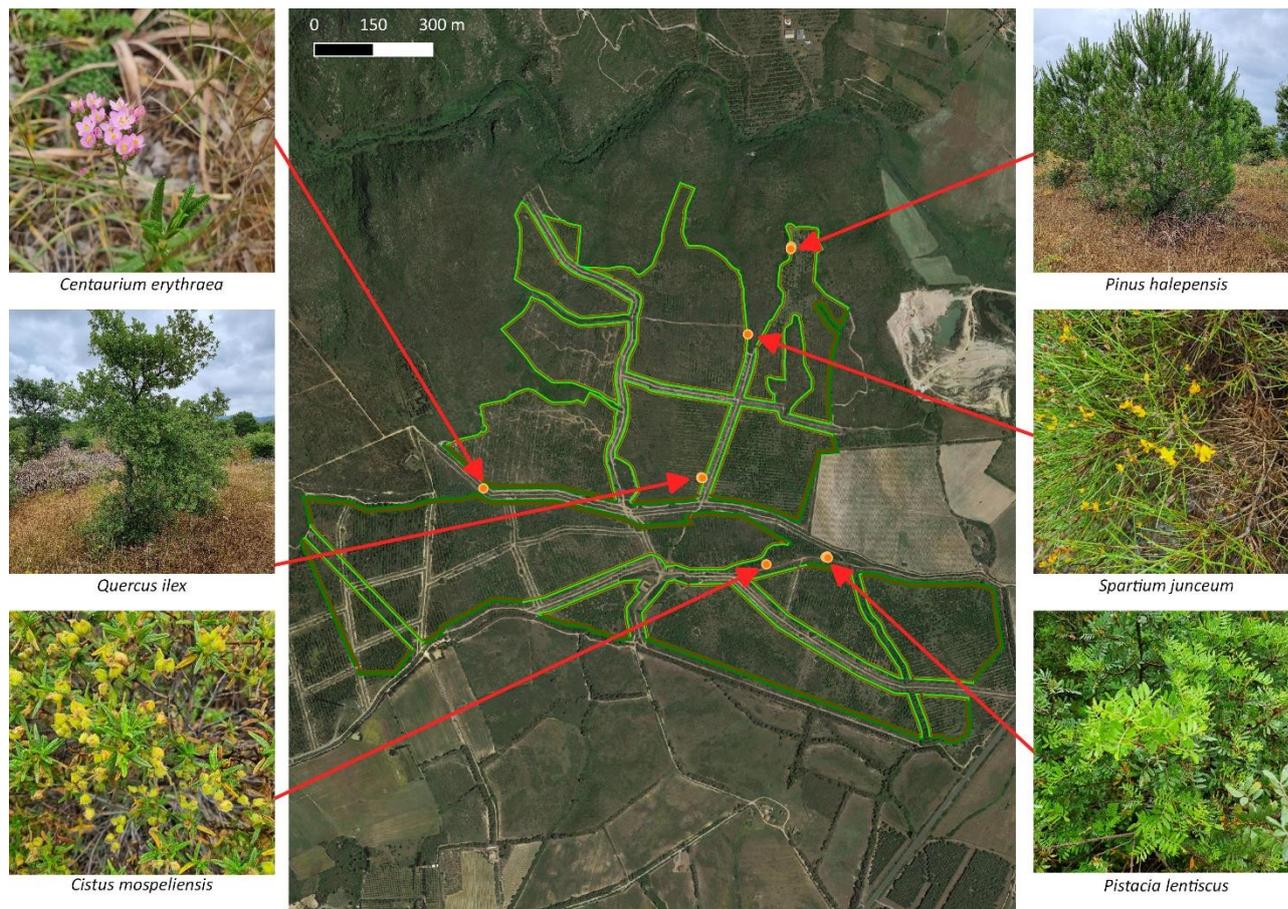


Figura 14.2: Specie vegetali individuate nel corso dei sopralluoghi.

Tra le specie individuate nell'area, alcune sono state scelte per la composizione della siepe perimetrale del futuro impianto, scartando quelle arboree per evitare effetti di ombreggiamento dei pannelli o quelle a portamento erbaceo in quanto non sufficienti al mascheramento vegetale.

Le specie scelte sono complessivamente utili per la fauna, sia per gli impollinatori (nettare e/o polline), sia per i Lepidotteri (nettare, specie nutrici) sia per i Vertebrati (specie pabulari).

La fascia arbustiva, per svolgere appieno la sua funzione, avrà una larghezza di 3 m lungo tutto il perimetro e di 5 m in alcuni tratti finali a ridosso di punti considerati sensibili all'impatto visivo (ad esempio viabilità), nonché un'altezza tale da mitigare l'impatto visivo dei pannelli e delle opere connesse dall'esterno e da eventuali punti panoramici e di interesse paesaggistico nelle vicinanze del sito. L'altezza delle siepi sarà non inferiore a 1,60 metri, come indicato dalle Linee Guida regionali.

La siepe sarà costituita da essenze arbustive a diverse altezze, disposte su due filari secondo lo schema riportato nella Figura 12.12 e di seguito descritto:

- Filare posto ad 1.0 m dalla recinzione composto da specie arbustive ad altezza maggiore, con interasse 2.0 m;
- Filare più interno posto ad 1.0 m dal filare esterno, composto da specie arbustive a minor sviluppo con interasse 1.0 m.

Nei tratti in cui la larghezza progettata è di 5 m, si propongono invece tre filari secondo lo schema di seguito descritto:

- Filare posto ad 1.0 m dalla recinzione composto da specie arbustive ad altezza maggiore, con interasse 2.0 m;

- Filare più interno posto ad 1.5 m dal filare esterno, composto da specie arbustive a minor sviluppo con interasse 1.5 m;
- Filare più interno posto ad 1.5 m dal filare intermedio, composto da specie arbustive a minor sviluppo con interasse 1.5 m, sfalsate rispetto alle essenze del filare intermedio.



4 1 3 4 2 3 4 1 3 4 2 3 4 1 3 4 2 3 4 1 3 4

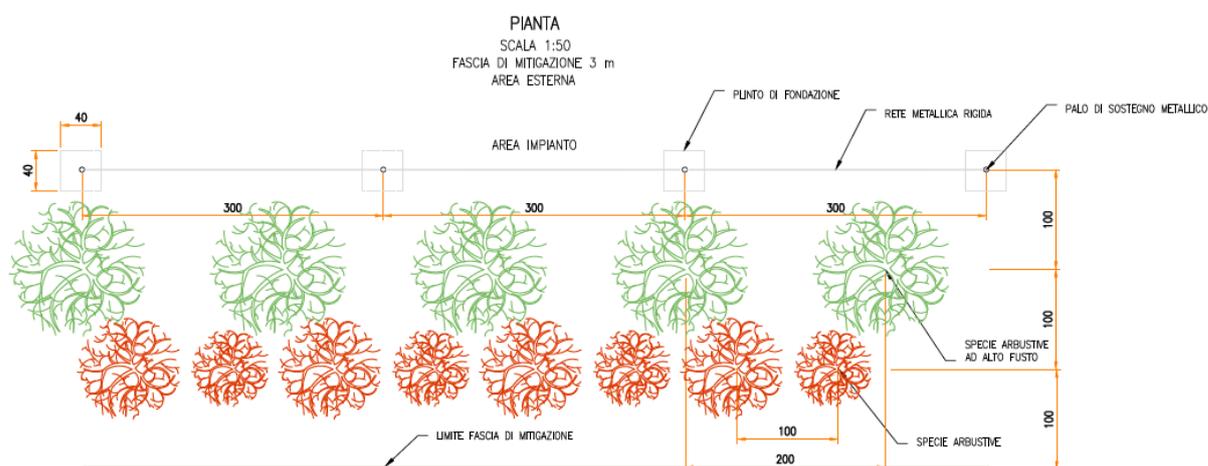
1: Biancospino *Crataegus monogyna* / Corbezzolo *Arbutus unedo* / Filirea *Phillyrea angustifolia* / Alaterno *Rhamnus alaternus* L.

2: Oleandro *Nerium oleander oleander* / Lentisco *Pistacia Lentiscus*

3: Mirto *Myrtus communis* / Calicotome *Calicotome villosa* / Ginestra odorosa *Spartium junceum*

4: Cisto di Montpellier *Cistus monspeliensis* / Cisto femmina *Cistus salvifolius* / Lavanda selvatica *Lavandula stoechas* L.

Figura 14.3: Distribuzione indicativa delle specie all'interno della siepe perimetrale



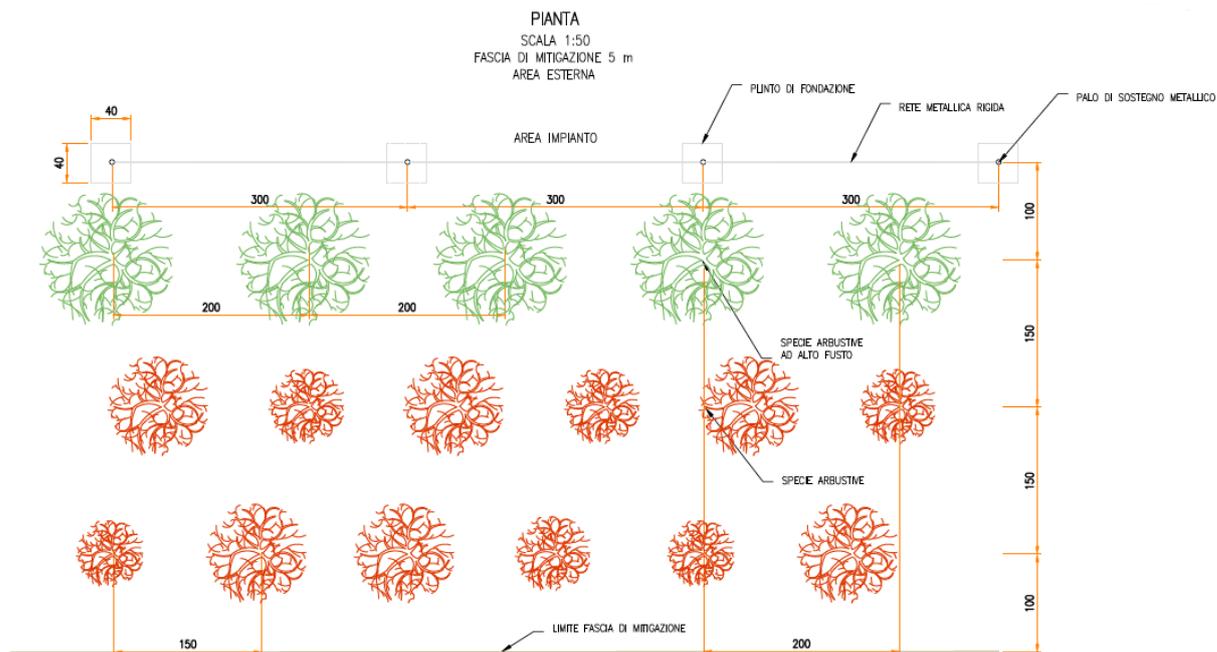


Figura 14.4: Tipologici della siepe perimetrale

Le essenze saranno disposte secondo uno schema modulare e non formale in modo che la proporzione fra le essenze di media taglia e quelle di medio-bassa taglia garantisca il risultato più naturalistico possibile.

Gli arbusti saranno distanziati dalla recinzione di circa 1 metro così da agevolare le operazioni di manutenzione. Più in generale, sarà prevista l'interruzione della fascia in prossimità dei punti di accesso al fondo che fungeranno anche da vie d'entrata alla viabilità interna delle stesse per la manutenzione ordinaria.

Al fine di garantire un mascheramento veloce ed efficace si utilizzeranno, per tutti gli impianti, arbusti di altezza di m 1,00/1,25.

L'inerbimento permanente è previsto nelle fasce non coltivate.

Numerosi sono i vantaggi dell'inerbimento permanente:

- Limita fortemente l'erosione del suolo provocata dalle acque e dal vento;
- Svolge un'importante funzione di depurazione delle acque;
- Riduce le perdite di elementi nutritivi per lisciviazione grazie all'assorbimento da parte delle piante erbacee;
- Migliora la fertilità del suolo, attraverso l'aumento di sostanza organica;
- Ha effetto depurativo sull'aria producendo O₂ e immagazzinando carbonio atmosferico;
- Migliora l'impatto paesaggistico e la gestione è in genere poco onerosa.

La gestione del terreno inerbito determina il miglioramento delle condizioni nutritive e strutturali del terreno.

L'inerbimento può essere realizzato sia naturalmente con le essenze erbacee autoctone della zona che artificialmente attraverso la semina di una o più varietà. È consigliabile la prima soluzione perché in queste aree, specialmente nei mesi autunnali e primaverili si sviluppano tantissime erbe infestanti a causa delle piogge abbondanti. Dati di letteratura evidenziano ad esempio che la ricchezza in specie vegetali e di Coleotteri sono significativamente maggiori nei prati ripristinati su aree agricole mediante

semina di semi autoctoni raccolti da prati donatori locali o di erba verde (Woodcock *et al.*, 2008), rispetto ad altri metodi di recupero.

Inoltre l'utilizzo del fiorume ha indubbi vantaggi per la creazione di nuovi prati di qualità che rispecchiano le caratteristiche del prato donatore da cui la semente è stata raccolta. Numerose sono infatti le ricadute positive sulla biodiversità, sugli ecosistemi e sul paesaggio; tra queste la conservazione degli habitat prativi esistenti, la creazione o il ripristino di habitat prativi di pregio, il contenimento di specie esotiche invasive. L'utilizzo di miscugli di specie spontanee fiorite dà la possibilità di unire la tutela ambientale al recupero e alla rinaturalizzazione di aree degradate (ad esempio terreni agricoli abbandonati, cave dismesse, scarpate stradali o come in questo caso infrastrutture), realizzando al contempo un indubbio risparmio in termini di manutenzione e anche di consumi idrici rispetto ai classici tappeti erbosi con graminacee.

Spesso le aree con suolo nudo, localizzate in aree di cantiere, margini stradali, campi abbandonati e aree ruderali in genere, sono infatti spesso invase da specie esotiche dannose sia per l'ambiente che per la salute pubblica. Tra queste, particolari problemi vengono causati dalla ben nota *Ambrosia artemisiifolia*, specie fortemente allergenica, inserita nella Lista Nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione. Dal punto di vista ecologico, l'Ambrosia è una specie colonizzatrice e si diffonde facilmente in situazioni degradate, con suolo nudo, creando una dominanza che non consente in tempi brevi lo sviluppo di una vegetazione erbacea adeguata. È in grado di produrre un'elevata quantità di semi capaci di persistere nel terreno per molti anni. Per queste ragioni, movimenti di terra anche in luoghi dove l'Ambrosia è apparentemente assente, possono ricreare le condizioni ideali per la germinazione dei semi presenti nel suolo, dando origine a nuove popolazioni.

Per contenere la diffusione di Ambrosia e limitare la produzione del suo polline allergenico, alcuni recenti studi hanno dimostrato il valore della semina di autoctone su suoli nudi con la specifica finalità del contenimento di Ambrosia. Tra questi, Gentili *et al.* (2015) hanno mostrato come miscugli di sementi di prato sotto forma di fiorume o miscugli commerciali selezionati siano efficaci nella soppressione di questa specie nel primo anno dalla semina all'interno di cave dismesse; gli autori citati sostengono anche che il fiorume dovrebbe essere in questo caso preferito in quanto costituito per definizione da specie di provenienza locale.

Per tutte le aree a inerbimento l'utilizzo di fiorume locale, uno sfalcio all'anno (al massimo⁵) con mezzi meccanici ed evitare di utilizzare prodotti chimici per il controllo della vegetazione costituiscono misure che consentiranno di ridurre i costi di gestione e di limitare l'impatto dell'impianto.

Gli sfalci della vegetazione spontanea (inerbimento sotto i pannelli, in aree di margine e nelle fasce lungo i canali) verranno effettuati dopo la metà di luglio. L'accorgimento della posticipazione dello sfalcio dei prati ha infatti effetti benefici sulla biodiversità degli ecosistemi, tanto che in alcuni stati europei la posticipazione dello sfalcio in determinati territori, è agevolata da contributi economici. In generale questo accorgimento gestionale relativo al momento del taglio e/o dell'avvio del pascolo favorisce le componenti ecosistemiche di piante, Uccelli e Invertebrati (Humbert *et al.*, 2012). Analogamente Sjödin (2007) ha rilevato che un maggior numero di specie di Insetti e di individui per specie visita i prati con gestione posticipata, semplicemente in relazione alla maggior abbondanza di fiori maturi in essi presenti. Per quanto riguarda gli Uccelli, uno studio britannico (DEFRA, 2010) ha dimostrato ad esempio che il ritardo nello sfalcio dei prati aumenta la produttività delle popolazioni di allodole (*Alauda arvensis*), riducendone al contempo il tasso di abbandono del nido e della covata.

⁵ Se la vegetazione non supera l'altezza minima dei pannelli e non interferisce con la produzione si ritiene opportuno non procedere con gli sfalci a fini conservazionistici.



15. INDICAZIONE DEI CONTENUTI PERCETTIVI DELLA DISCIPLINA PAESAGGISTICA VIGENTE IN RIFERIMENTO ALLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO: CONFORMITA' CON I CONTENUTI DELLA DISCIPLINA

La valutazione della compatibilità paesaggistica dell'opera si basa sulla simulazione dettagliata dello stato dei luoghi tramite fotomodellazione realistica e comprende un adeguato intorno dell'area di intervento, appreso dal rapporto di intervisibilità esistente con i punti di osservazione individuati.

Nonostante le opere in progetto comportino una trasformazione dal punto di vista paesaggistico nell'area di intervento e nel contesto paesaggistico globale, si ritiene che:

- L'intervento in progetto non genera ostacolo visivo interposto tra l'osservatore e beni di pregio Architettonico, Archeologico e Monumentali individuabili all'interno del contesto in cui il progetto si localizza;
- L'intervento non interferisce con elementi naturalistici e morfologici caratterizzanti il contesto paesaggistico in cui ricade e non genera degrado sul contesto circostante.
- L'intervento, come precedentemente dimostrato dai fotoinserti precedentemente riportati non altera lo skyline del contesto, in quanto data la morfologia del territorio e la vegetazione presente in Sito, lo stesso risulta essere mitigato anche parzialmente.

In conclusione, l'intervento proposto si può definire compatibile con il paesaggio circostante in quanto sono pienamente verificate ed evitate le modificazioni di maggiore rilevanza sul territorio, che vengono di seguito riportate:

- non si verificano modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico, evidenziando l'incidenza di tali modificazioni sull'assetto paesistico;
- le modificazioni dell'assetto percettivo, scenico e panoramico sono puntuali e parzialmente mitigate dalla morfologia e dalla vegetazione già presente in Sito;
- non si verificano modificazioni dell'assetto insediativo-storico;
- non si verificano modificazioni di caratteri tipologici, materici, coloristici, costruttivi, dell'insediamento storico (urbano, diffuso, agricolo);

Concludendo, si segnala che l'opera in progetto non ha effetti di alterazione o diminuzione dei caratteri connotativi o degrado della qualità complessiva del paesaggio, in quanto in armonia con la tipologia progettuale scelta, la quale si è basata sulla conoscenza puntuale delle caratteristiche del contesto paesaggistico.