



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 Studio di Impatto Ambientale

Progettisti (o coordinamento)

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

Codice elaborato

2983_5376_CA_VIA_R01_Rev01_Studio di impatto ambientale

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2983_5376_CA_VIA_R01_Rev01_Studio di impatto ambientale	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	Naturista	
Graziella Cusmano	Architetto	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	

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	



INDICE

1. PREMESSA	7
1.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERVENTO.....	8
1.2 METODICHE DI STUDIO.....	8
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10
2.1 INQUADRAMENTO DEL SITO.....	10
2.1.1 Inquadramento territoriale	10
2.1.2 Inquadramento catastale	11
2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI	12
2.3 TUTELE E VINCOLI	15
2.3.1 Pianificazione energetica.....	15
2.3.2 Pianificazione regionale.....	21
2.3.3 Pianificazione provinciale	28
2.3.4 Pianificazione comunale.....	31
2.3.5 Strumenti di pianificazione e programmazione settoriale	36
2.3.6 Aree naturali protette.....	71
2.3.7 Vincoli ambientali e territoriali vigenti	76
2.3.8 Aree idonee ai sensi del D.Lgs. 199/2021.....	77
2.3.9 Conclusioni	80
2.4 INQUADRAMENTO PROGETTUALE	81
2.4.1 Caratteristiche fisiche di insieme del progetto	81
2.4.2 Disponibilità di connessione.....	81
2.4.3 Layout di impianto	81
2.4.4 Calcoli di Progetto.....	85
2.4.5 Descrizione delle componenti di impianto fotovoltaico.....	87
2.4.6 Progetto agronomico.....	97
2.4.7 Opere a verde di mitigazione	118
2.4.8 Connessione alla RTN	128
2.4.9 Cronoprogramma delle fasi di costruzione e dismissione dell'impianto	128
2.4.10 Principali caratteristiche della fase di costruzione del progetto	129
2.4.11 Principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto	133
2.4.12 Principali caratteristiche della fase di dismissione del progetto	135
2.5 SCELTA TECNOLOGICA.....	136
2.6 CUMULO CON ALTRI PROGETTI	137
2.6.1 Impatti cumulati su popolazione e salute umana	141
2.6.2 Impatti cumulati sul territorio.....	142
2.6.3 Impatti cumulati su biodiversità	142
2.6.4 Impatto cumulato visivo	142
2.6.5 Effetto cumulo durante il periodo di cantiere.....	148
2.7 RISCHIO DI GRAVI INCIDENTI E CALAMITÀ	149
3. ALTERNATIVE DI PROGETTO	151
3.1 ALTERNATIVA ZERO	151
3.2 ALTERNATIVE RELATIVE ALLA CONCEZIONE DEL PROGETTO.....	152



3.3	ALTERNATIVE RELATIVE ALLA TECNOLOGIA.....	152
3.4	ALTERNATIVE RELATIVE ALL'UBICAZIONE.....	152
3.5	ALTERNATIVE RELATIVE ALLE DIMENSIONI PLANIMETRICHE	153
4.	STUDIO DEI FATTORI SOGGETTI A IMPATTO AMBIENTALE E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	154
4.1	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	154
4.1.1	Descrizione dello scenario base	154
4.1.2	Stima degli impatti potenziali.....	168
4.1.3	Azione di mitigazione.....	174
4.2	TERRITORIO	175
4.2.1	Descrizione dello scenario base	175
4.2.2	Stima degli impatti potenziali.....	183
4.2.3	Azioni di mitigazione.....	188
4.3	BIODIVERSITÀ	188
4.3.1	Descrizione dello scenario base	188
4.3.2	Stima degli impatti potenziali.....	215
4.3.3	Azioni di mitigazione.....	229
4.4	SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE	238
4.4.1	Descrizione dello scenario base	238
4.4.2	Stima degli impatti potenziali.....	250
4.4.3	Azioni di mitigazione.....	252
4.5	ACQUE SUPERFICIALI	252
4.5.1	Descrizione dello scenario base	252
4.5.2	Stima degli impatti potenziali.....	260
4.5.3	Azioni di mitigazione.....	266
4.6	ARIA E CLIMA	267
4.6.1	Descrizione dello scenario base	267
4.6.2	Stima degli impatti potenziali.....	279
4.6.3	Azioni di mitigazione.....	283
4.7	BENI MATERIALI, PATRIMONIO CULTURALE E PAESAGGIO	284
4.7.1	Descrizione dello scenario base	284
4.7.2	Stima degli impatti potenziali.....	309
4.7.3	Azioni di mitigazione.....	322
4.8	MOBILITA' E TRASPORTI.....	330
4.8.1	Descrizione dello Scenario Base.....	330
4.8.2	Stima degli Impatti Potenziali.....	350
4.8.3	Azioni di Mitigazione	351
4.9	METODI DI PREVISIONE UTILIZZATE PER INDIVIDUARE E VALUTARE GLI IMPATTI AMBIENTALI	352
5.	INTERAZIONE TRA I FATTORI	353
6.	FONTI UTILIZZATE	354
7.	SOMMARIO DELLE DIFFICOLTÀ	357
8.	CONCLUSIONI	358



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_T04_Rev0_Inquadramento pianificazione comunale
TAVOLA 04	2983_5376_CA_VIA_T05.1_Rev0_Vincoli_Aree non Idonee
TAVOLA 05	2983_5376_CA_VIA_T05.2_Rev0_Vincoli_PAI PGRA
TAVOLA 06	2983_5376_CA_VIA_T05.3_Rev0_Vincoli_PTPR
TAVOLA 07	2983_5376_CA_VIA_T05.4_Rev0_Vincoli_Pianificazione Provinciale
TAVOLA 08	2983_5376_CA_VIA_T07.1_Rev0_Layout di progetto
TAVOLA 09	2983_5376_CA_VIA_T07.2_Rev0_Layout BESS
TAVOLA 10	2983_5376_CA_VIA_T16.1_Rev0_Tavola Documentazione Fotografica e Fotoinserimenti
TAVOLA 11	2983_5376_CA_VIA_T16.2_Rev0_Tavola Documentazione Fotografica e Fotoinserimenti

ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01	2983_5376_CA_VIA_R01_A01_Rev0_Elenco Floristico
ALLEGATO 02	2983_5376_CA_VIA_R01_A02_Rev0_Elenco Faunistico
ALLEGATO 03	2983_5376_CA_VIA_R01_A03_Rev0_Legenda dei Codici Utilizzati
ALLEGATO 04	2983_5376_CA_VIA_R20_Rev0_Relazione campi elettromagnetici impianto
ALLEGATO 05	2983_5376_CA_VIA_R21_Rev0_Valutazione Preventiva dell'interesse Archeologico
ALLEGATO 06	2983_5376_CA_VIA_R21_A01_Rev0_Allegati alla VPIA
ALLEGATO 07	2983_5376_CA_VIA_R22_Rev0_Relazione terre e rocce da scavo
ALLEGATO 08	2983_5376_CA_VIA_R24_Rev0_Piano monitoraggio ambientale
ALLEGATO 09	2983_5376_CA_VIA_R25_Rev0_Studio previsionale impatto acustico
ALLEGATO 10	2983_5376_CA_VIA_R25_A01_Rev0_Schede di Misura
ALLEGATO 11	2983_5376_CA_VIA_R26_Rev0_Relazione Paesaggistica



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 8,80 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 entrata-uscita alla linea RTN 220 kV "Sulcis-Oristano".

1.1 IDENTIFICAZIONE DELL'INTERVENTO

Il Progetto è compreso tra le tipologie di interventi indicati nell'allegato II alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006, così come modificato dal Decreto Legge n. 77 del 2021 art. 31 comma 6, "impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW" e rientra tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura di VIA di competenza statale.

L'intervento, come da quadro economico ha un valore superiore ai 5 Milioni di Euro e per questa motivazione rientra tra quelli indicati dall'Articolo 17, Lettera b. della Legge n. 108 del 29 Luglio 2021 "...la Commissione...da precedenza ai progetti aventi un comprovato valore economico superiore a 5 milioni di euro...".

Il progetto rientra tra quelli ricompresi nel Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), nella tipologia elencata nell'Allegato I-bis della Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006, al punto 1.2.1 denominata "Generazione di Energia Elettrica: impianti fotovoltaici" ed anche nella tipologia elencata negli allegati II o II-bis.

Infine, come precedentemente riportato, 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 72,3% mentre la LAOR (percentuale di superficie ricoperta dai moduli) è pari al 32,2%.

Nel caso specifico, l'iter di VIA si configura come previsto dall'art 23 del D.Lgs 152/2006 per l'ottenimento dell'autorizzazione alla realizzazione e gestione dell'impianto.

Tutta la documentazione presentata a corredo dell'istanza è compatibile con i contenuti e con l'iter di cui all'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

1.2 METODICHE DI STUDIO

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato redatto con la principale finalità di descrivere gli effetti sull'ambiente derivanti dal progetto in esame.

L'approccio di analisi adottato per il presente documento è ispirato, dal punto di vista espositivo e informativo, all'allegato VII del D.Lgs. 152/2006, così come recentemente modificato dal D.Lgs. 104/2017 che ha abrogato i precedenti riferimenti di legge in materia di Studi di Impatto Ambientale e in particolare il DPCM 27/12/1988 recante norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L 08/07/1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del DPCM 10/08/1988, n. 377.

Lo studio è stato quindi articolato secondo il seguente schema espositivo:

- Descrizione del progetto, nel quale è dettagliata l'opera e come interviene sull'area di progetto, sono riportati i vincoli e le tutele presenti nell'area di riferimento, vengono illustrate le emissioni principali, la configurazione tecnologica, le caratteristiche tecniche specifiche dell'impianto e la descrizione dell'attività. Nel caso in esame, al fine di non duplicare le informazioni e di agevolarne la lettura, il presente documento riporta una sintesi del progetto, rimandando alla relazione tecnica progettuale ed ai suoi allegati per qualsiasi altro approfondimento.
- Alternative di progetto, dove vengono descritte le principali alternative ragionevoli del progetto prese in esame, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo progettuale e dell'impatto ambientale.
- Descrizione dello scenario di base, nel quale vengono descritte le caratteristiche dell'ambiente in cui si inserisce l'opera, organizzate per comparto ambientale (popolazione e salute umana, territorio, biodiversità, suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, aria e clima, beni materiali, patrimonio culturale e agroalimentare, paesaggio) e considerate le possibili interazioni tra diverse matrici. Le descrizioni ivi riportate sono commisurate alle possibilità di impatto connaturate con l'opera in progetto.



- Stima degli impatti potenziali, nel quale vengono identificati per ogni componente ambientale le azioni ed i recettori di impatto e vengono valutati gli impatti specifici, in fase di realizzazione, gestione e post-gestione, nonché le mitigazioni adottate per ridurre gli stessi.
- Individuazione dei potenziali impatti cumulati con impianti simili e interazioni tra diversi fattori.
- Misure di prevenzione, riduzione e compensazione, dove vengono sintetizzate le misure previste per evitare, prevenire, ridurre o eventualmente compensare gli impatti ambientali significativi e negativi identificati del progetto.
- Rischio di gravi incidenti, dove viene verificata sinteticamente la possibilità che si creino impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla vulnerabilità del progetto a rischi di gravi incidenti.
- Fonti utilizzate, dove viene riportato in forma bibliografica un elenco di riferimenti utilizzati per le descrizioni e le valutazioni del SIA.
- Sommario delle difficoltà, inteso come breve inventario delle criticità incontrate nella raccolta dei dati e nella previsione degli impatti.
- Sintesi non tecnica, documento nel quale è riassunto lo studio articolato in tutte le sue componenti in modo da poter essere destinato all'informazione al pubblico.

Al presente studio si allegano i seguenti documenti:

ALLEGATO 1 – Valutazione previsionale impatto acustico. Ai sensi della Legge 26/10/95, n. 447. In esso vengono riportate tutte le informazioni utili a comprendere lo stato della componente clima acustico e gli impatti del progetto sulla stessa.

ALLEGATO 2 – Relazione campi elettromagnetici. Sono riportati i calcoli tecnici inerenti agli impatti elettromagnetici e le relative fasce di rispetto per le strutture e le opere connesse alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

ALLEGATO 3 – Valutazione del Rischio Archeologico. Come stabilito dall'art. 25 D. Lgs. 50/2016 per fornire eventuali ed ulteriori dati rispetto a quelli già noti per l'area interessata dal Progetto.

ALLEGATO 4 – Relazione terre e rocce da scavo. Descrive le modalità e le prescrizioni per l'esecuzione dei movimenti terra da eseguire sul sito Secondo quanto previsto dal D.P.R. n. 120 del 13/06/2017.

ALLEGATO 5 – Relazione Paesaggistica Semplificata prevista dal decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 12 Dicembre 2005, dovuto dal proponente ai sensi dell'Art. 23 co. 1 lett. G-bis del D.Lgs. 152/06.

ALLEGATO 6 – Piano di Monitoraggio Ambientale ai sensi delle Linee Guida del 16/06/2014 redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

L'area vasta, intesa come l'ambito territoriale nel quale sono inseriti i sistemi ambientali interessati dal progetto, è stata identificata come un "buffer" di 1,5 km a partire dal perimetro di progetto. Si tratta di un'entità areale entro la quale è stata incentrata la descrizione delle componenti ambientali al fine di produrre un'analisi territoriale attraverso la descrizione e la restituzione cartografica di vari contenuti dell'analisi sviluppata nella descrizione dello scenario di base. Questa scelta è stata effettuata al fine di caratterizzare in modo esaustivo la variabilità del territorio nel quale è inserito l'impianto; è però da sottolineare che l'area vasta può avere un'estensione variabile a seconda di quanto si ritiene corretto spingersi nell'analisi dello stato di fatto e degli effetti ambientali per ogni matrice analizzata ed in questo senso l'area suddetta non è stata considerata come un riferimento fisso ma più che altro come una zona minima a cui fare riferimento per la descrizione degli aspetti ambientali.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 INQUADRAMENTO DEL SITO

2.1.1 Inquadramento territoriale

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.

Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato di minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

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

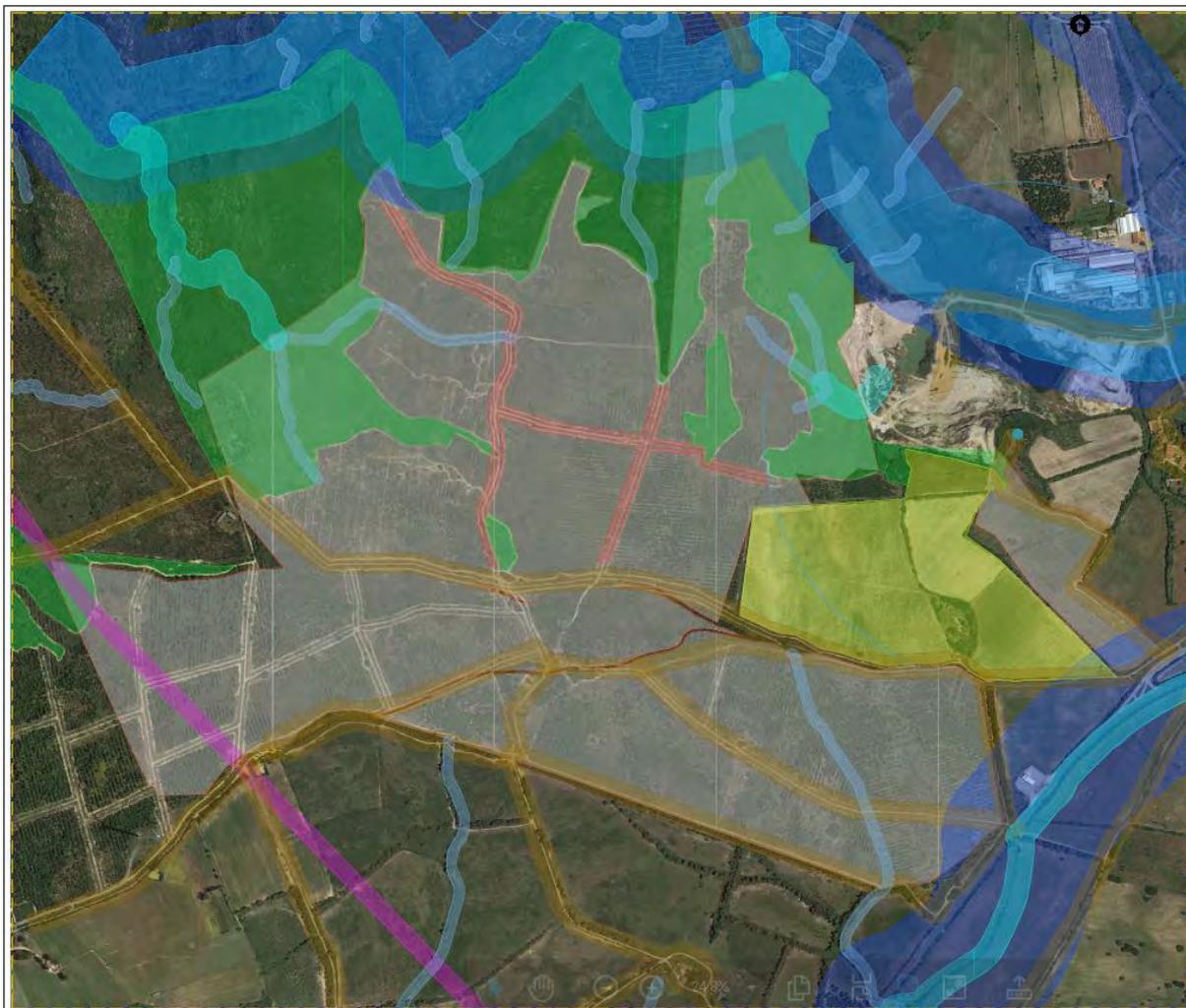


Figura 2.2: Stato di Fatto delle Aree destinate all'installazione dell'Impianto

2.1.2 Inquadramento catastale

L'impianto in oggetto, con riferimento al catasto terreni del Comune di Carbonia (CI), sarà installato nelle aree di cui alla Tabella 2.1.

Tabella 2.1: Particelle catastali

FOGLIO	PARTICELLA
12	223, 220, 66, 215, 219, 194, 189, 190, 232, 192, 218, 213, 199, 202, 14, 6, 47, 77, 157, 230, 88, 193, 197, 200, 211, 216, 226, 51, 191, 184, 212, 198, 201, 233, 107, 105, 103, 149, 144, 143, 104, 186, 181
21	1, 139, 141, 143, 2, 3, 7, 8, 140, 142, 144, 138

Si riporta di seguito uno stralcio dell'inquadramento catastale Rif. "2983_5376_CA_VIA_T06_Rev0_Inquadramento Catastale Impianto".



Figura 2.3: Inquadramento Catastale delle Aree destinate all'installazione dell'Impianto

2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

PROCEDURA AUTORIZZATIVA	RIFERIMENTO NORMATIVO
Provvedimento Unico in materia Ambientale.	Art. 27 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (come modificato dal D.Lgs. 104/2017)
VIA	Art. 19 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (come modificato dal D.Lgs. 104/2017, dalla legge n. 120/2020, legge n. 108/2021) L.R. 12 aprile 2001, n. 11 e s.m.i. "Norme sulla valutazione di impatto ambientale" (così come modificata dalla L.R. 18 ottobre 2010 n. 13, dalla L.R. 19 novembre 2012 n. 33, L.R. 12 febbraio 2014 n. 4, L.R. 26 ottobre 2016 n. 28; L.R. 7 agosto 2017 n. 31, L.R. 20 dicembre 2018 n. 67; L.R. 26 maggio 2021 n. 11, L.R. 8 giugno 2021 n.14)
AUTORIZZAZIONE UNICA	D.Lgs 387/2003 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità."

PROCEDURA AUTORIZZATIVA	RIFERIMENTO NORMATIVO
	<p>DM 10 settembre 2010 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati a fonti rinnovabili”</p> <p>D.G.R. n. 35 del 23 Gennaio 2007 “Procedimento per il rilascio dell’Autorizzazione unica ai sensi del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e per l’adozione del provvedimento finale di autorizzazione relativa ad impianti alimentati da fonti rinnovabili e delle opere agli stessi connesse, nonché delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all’esercizio”</p> <p>D.G.R. n. 2259 del 26 ottobre 2010 “Procedimento di autorizzazione unica alla realizzazione ed all’esercizio di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Oneri istruttori. Integrazioni alla D.G.R. n. 35/2007”</p> <p>L.R. 21 ottobre 2008 n. 31 “Norme in materia di produzione di energia da fonti rinnovabili e per la riduzione di immissioni inquinanti e in materia ambientale” (così come modificato dalla L.R. n. 25 del 24 settembre 2012, L.R. n. 34 del 7 agosto 2017; L.R. 30 novembre 2019, n. 52, L.R. 7 luglio 2021, n. 19)</p>
IMPATTI CUMULATIVI	<p>D.G.R. Puglia 23 ottobre 2012 n. 2122 “Misura degli impatti cumulativi su territorio degli impianti eolici e fotovoltaici ai fini delle procedure di VIA.”</p> <p>Determinazione Dirigenziale Puglia 6 giugno 2014 n. 162 “Indirizzi applicativi per la valutazione degli impatti cumulativi di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili nella VIA”</p>
ASPETTI ENERGETICI	<p>Direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE</p> <p>Direttiva 96/92/CE del 19 dicembre 1996 concernente norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica</p> <p>Legge n. 239 del 23 agosto 2004 “Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia” e s.m.i</p> <p>D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003 “Attuazione della direttiva 2001/77/Ce relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità” e s.m.i</p> <p>D.Lgs. 3 marzo 2011 n.28 “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE” (così come modificato ai sensi del D.Lgs. 199/2021)</p> <p>D.Lgs. n. 30 del 13 marzo 2013 “Attuazione della direttiva 2009/29/CE che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra” e s.m.i..</p> <p>D.Lgs. 79 del 16 marzo 1999 “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica” e s.m.i.</p> <p>D.M. Sviluppo economico 6 luglio 2012 “Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici- Attuazione art.24 del D.Lgs. 28/2011”</p>



PROCEDURA AUTORIZZATIVA	RIFERIMENTO NORMATIVO
	D.G.R. 8 giugno 2007 n. 827 "Adozione del piano energetico ambientale regionale PEAR" D.C.R n. 133 del 11/07/2017 "Approvazione del Piano Energetico Regionale"
RUMORE	Legge 447/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e s.m.i.
	D.P.C.M. 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
	D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
	DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
	L.R. 12 febbraio 2022, n. 3 "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico"
CAMPI ELETTROMAGNETICI	Legge 36/2001 "Legge quadro sulla protezione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
	DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz generati dagli elettrodotti)"
	Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"
	L.R. 8 marzo 2002, n. 5 "Tutela dall'inquinamento elettromagnetico"
SUOLO E SOTTOSUOLO	Parte IV D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.
FLORA, FAUNA, ECOSISTEMI	Legge 394 del 6 dicembre 1991 "legge quadro sulle aree protette"
	Direttiva 79/409/CEE del 02/04/1979, concernente la conservazione degli uccelli selvatici
	Direttiva 92/43/CEE del 21/05/1992, "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche"
	D.G.R. 14 marzo 2006 n. 304 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'espletamento della procedura di valutazione di incidenza ai sensi dell'articolo 6 della direttiva 92/43/Cee e dell'articolo 5 del Dpr n. 357/1997 così come modificato e integrato dall'articolo 6 del Dpr 120/2003" (così come modificato da D.G.R. 24 luglio 2018 n. 1362, D.G.R. 9 dicembre 2019 n. 2319, D.G.R. 27 settembre 2021 n. 1362)
PAESAGGIO	D.Lgs. 42/2004, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della L. 06/07/2002, n. 137 e s.m.i."
	DPCM 12 Dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42"
	D.G.R. 16 febbraio 2015 n. 176 "Approvazione del Piano Paesaggistico Territoriale della Regione"

2.3 TUTELE E VINCOLI

2.3.1 Pianificazione energetica

Prima di procedere all'analisi della pianificazione energetica regionale pare opportuno fare un accenno al quadro di riferimento normativo energetico, in particolare riguardo alle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER), e agli indirizzi comunitari e nazionali di carattere strategico e di indirizzo.

Orientamenti e indirizzi comunitari

- **Roadmap 2050:** guida pratica per la decarbonizzazione degli stati europei. Entro il 2050 si prevede una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dell'80% rispetto ai livelli del 1990 in tutta l'Unione Europea. Entro il 2030 si prevede una riduzione del 40% e entro il 2040 una riduzione del 60%. Si specifica che, **entro il 2050, il settore "Produzione e distribuzione di energia" dovrebbe ridurre quasi annullare le emissioni di CO₂ attraverso il ricorso a fonti rinnovabili o a basse emissioni.**
- **Pacchetto Clima-Energia 2030:** tappa intermedia per conseguire gli obiettivi di lungo termine previsti dalla Roadmap 2050. Rispetto agli obiettivi imposti per il 2020 viene alzato al 40% (rispetto al 1990) il taglio delle emissioni di gas serra, **sale al 27 % dei consumi finali lordi la quota percentuale di rinnovabili che compongono il mix energetico**, l'incremento dell'efficienza energetica viene fissato al 27%.
- **Direttiva Efficienza Energetica:** risparmio di chilowattora dell'energia primaria utilizzata, riduzione delle emissioni di gas serra, sostenibilità delle fonti energetiche primarie, limitazione dei cambiamenti climatici, rilancio della crescita economica, creazione di nuovi posti di lavoro, aumento della competitività delle aziende.
- **Direttiva Fonti Energetiche Rinnovabili (Direttiva 2009/28/EC):** modifica e abroga le precedenti direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE e crea un quadro comune per l'utilizzo di energie rinnovabili nell'Unione Europea al fine di ridurre le emissioni di gas serra e promuovere trasporti più puliti. L'obiettivo è quello di portare la quota di energia da fonti energetiche rinnovabili al 20% di tutta l'energia dell'UE e al 10% per il settore dei trasporti entro il 2020.
- **Direttiva Emission Trading (Direttiva 2009/29/CE):** regola in forma armonizzata tra tutti gli stati membri le emissioni nei settori energivori, che pesano per circa il 40% delle emissioni europee, stabilendo un obiettivo di riduzione complessivo per tutti gli impianti vincolati dalla normativa del - 21% al 2020 rispetto ai livelli del 2005.
- **Regolamento 2020/1294/Ue:** La Commissione UE ha approvato il regolamento che prevede un sistema di finanziamento per lo sviluppo delle energie rinnovabili per aiutare gli Stati membri a raggiungere gli obiettivi posti per il 2030. Il regolamento prevede di offrire sostegno economico a nuovi progetti di energie rinnovabili per raggiungere l'obiettivo di arrivare al 32,5 % di energia rinnovabile entro il 2030. Il progetto è finanziato dai fondi dell'Unione Europea o da contributi del settore privato per aiutare qualsiasi Stato membro che si metta in campo per la realizzazione dei progetti. Gli Stati che hanno difficoltà a raggiungere gli obiettivi all'interno del proprio territorio potranno finanziare progetti in altri Stati, caratterizzati da condizioni geografiche più favorevoli, mentre gli Stati che ricevono il finanziamento potranno beneficiare di maggiori investimenti nel settore dell'energia rinnovabile.

Orientamenti e indirizzi nazionali

- **D.M. 10 settembre 2010 Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.:** Il decreto emanato in attuazione del Decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, recante Attuazione della direttiva 2007/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica



prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, art. 12 (Razionalizzazione e semplificazione delle procedure) esplica le tipologie di procedimenti autorizzativi (attività edilizia libera, denuncia di inizio attività o procedimento unico) in relazione alla complessità dell'intervento e del contesto dove lo stesso si colloca, differenziando per la categoria della fonte di energia utilizzata (fotovoltaica; biomasse-gas di discarica-biogas; eolica; idroelettrica e geotermica). In particolare tra gli elementi per una valutazione positiva dei progetti, prevede l'integrazione dell'impianto nel contesto delle tradizioni agroalimentari locali e del paesaggio rurale, sia per quanto attiene alla sua realizzazione che al suo esercizio

- **Decreto legislativo 28/2011:** legge quadro sull'energia, recepisce la Direttiva 2009/28 definendo gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi, il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota energia da fonti rinnovabili.
- **Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 15 Marzo 2012 "Burden Sharing":** definisce e quantifica gli obiettivi regionali in materia di fonti rinnovabili, assegnando a ciascuna Regione una quota minima di incremento dell'energia (elettrica, termica e trasporti) prodotta con fonti rinnovabili (FER), necessaria a raggiungere l'obiettivo nazionale al 2020 del 17% del consumo finale lordo assegnato dall'Unione Europea all'Italia con Direttiva 2009/28.
- **Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico dell'11 maggio 2015:** formalizza la metodologia di monitoraggio degli obiettivi del "Burden Sharing", comportando l'avvio di una fase che prevede obblighi stringenti a carico di tutte le Regioni in termini di monitoraggio, controllo e rispetto dei propri obiettivi finali e intermedi.
- **Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 23 giugno 2016:** incentiva l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico. Il periodo di incentivazione avrà durata di vent'anni.
- **Strategia Energetica Nazionale (SEN) 2017:** approvata dal Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con Decreto 10 novembre 2017. Focalizzato su tre obiettivi principali al 2030 in linea con il Piano dell'Unione dell'Energia:
 - a. Migliorare la competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti;
 - b. Raggiungere e superare in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione al 2030 definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21;
 - c. Continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche.

Il miglioramento della competitività del Paese richiede interventi per ridurre i differenziali di prezzo per tutti i consumatori, il completamento dei processi di liberalizzazione e strumenti per tutelare la competitività dei settori industriali energivori, prevedendo i rischi di delocalizzazione e tutelando l'occupazione. La crescita sostenibile si attua promuovendo ulteriormente la diffusione delle energie rinnovabili, favorendo gli interventi di efficientamento energetico, accelerando la decarbonizzazione e investendo in ricerca e sviluppo. La SEN prevede i seguenti target quantitativi:

- d. Efficienza energetica: riduzione dei consumi finali da 118 a 108 Mtep con un risparmio di circa 10 Mtep al 2030;
- e. Fonti rinnovabili: 285 di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015. In termini settoriali, l'obiettivo si articola in una quota di rinnovabili sul consumo elettrico del 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015; in una quota di rinnovabili



- sugli usi termici del 30% al 2030 rispetto al 19,2 del 2015; in una quota di rinnovabili sui trasporti del 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015;
- f. Riduzione del differenziale di prezzo dell'energia: contenere il gap di costo tra il gas italiano e quello del nord Europa (nel 2016 pari a circa 2€/MWh) e quello sui prezzi dell'elettricità rispetto alla media UE (pari a circa 35€/MWh nel 2015 per la famiglia media e al 25% in media per le imprese);
 - g. Cessazione della produzione di energia elettrica da carbone con un obiettivo di accelerazione al 2025, da realizzare tramite un puntuale piano di interventi infrastrutturali;
 - h. Razionalizzazione del downstream petrolifero, con evoluzione verso le bioraffinerie e un uso crescente di biocarburanti sostenibili e del GNL nei trasporti pesanti e marittimi al posto dei derivati dal petrolio verso la decarbonizzazione al 2050; una diminuzione delle emissioni del 39% al 2030 e del 63% al 2050 rispetto al 1990;
 - i. Raddoppio degli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico clean energy: da 222 Milioni nel 2013 a 444 Milioni nel 2021;
 - j. Promozione della mobilità sostenibile e dei servizi di mobilità condivisa;
 - k. Nuovi investimenti sulle reti per maggiore flessibilità, adeguatezza e resilienza; maggiore integrazione con l'Europa; diversificazione delle fonti e delle rotte di approvvigionamento gas e gestione più efficiente dei flussi e punte di domanda;
 - l. Riduzione della dipendenza energetica dall'estero dal 76% del 2015 al 64% nel 2030 (rapporto tra il saldo import/export dell'energia primaria necessaria a coprire il fabbisogno e il consumo interno lordo), grazie alla forte crescita delle rinnovabili e dell'efficienza energetica.
- **Piano di Azione per l'Efficienza Energetica 2017:** riporta le misure attive introdotte con il decreto di recepimento della direttiva 2012/27/UE e quelle in via di predisposizione, stimando l'impatto atteso in termini di risparmio di energia per settore economico. Nello specifico, descrive le misure a carattere trasversale come il regime obbligatorio di efficienza energetica dei certificati bianchi, le detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica del parco edilizio e il conto termico.
 - **Schema di Dm Sviluppo Economico per incentivazione fonti rinnovabili elettriche 2018-2020 (FER 1):** regola, per il triennio 2018-2020, l'incentivazione delle rinnovabili elettriche più vicine alla competitività (eolico onshore, solare fotovoltaico, idroelettrico, geotermia tradizionale, gas di discarica e di depurazione); secondo le previsioni dello schema l'accesso agli incentivi avverrebbe prevalentemente tramite procedure competitive basate su criteri economici, in modo da stimolare la riduzione degli oneri sulla bolletta e l'efficienza nella filiera di approvvigionamento dei componenti; saranno tuttavia valorizzati anche criteri di selezione ispirati alla qualità dei progetti e alla tutela ambientale e territoriale. L'obiettivo è quello di massimizzare la quantità di energia rinnovabile prodotta, facendo leva proprio sulla maggiore competitività di tali fonti; la potenza messa a disposizione sarebbe di oltre 6.000 MW, che potrebbe garantire una produzione aggiuntiva di quasi 11TWh di energia verde.
 - **Piano Nazionale Integrato per l'energia e il clima 2030 (approvato il 17/01/2020):** il piano si struttura 5 linee d'intervento che si svilupperanno in maniera integrata: decarbonizzazione, efficienza, sicurezza energetica, sviluppo del mercato interno dell'energia e ricerca, innovazione e competitività. Gli obiettivi sono: -56% di emissioni nel settore della grande industria, -35% terziario, trasporti terrestri e civile, 30% obiettivo rinnovabili
 - **Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199:** Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.
 - **Decreto Legislativo 1° marzo 2022, n. 17:** sono state decretate diverse forme di semplificazione per lo sviluppo delle energie rinnovabili. Tra cui:

- m. Art. 9: l'installazione di impianti solari fotovoltaici e termici sugli edifici o su strutture e manufatti fuori terra nelle relative pertinenze e la realizzazione delle opere funzionali alla connessione, sono considerati interventi di manutenzione ordinaria non subordinati all'acquisizione di permessi, autorizzazioni o atti amministrativi di assenso (con eccezioni per impianti che ricadono in alcuni vincoli ex D.Lgs. 42/04;
- n. Art 10: estensione del modello unico semplificato di cui all'Art. 25, comma 3, lettera a), del D.Lgs. 08/11/2021, n. 199 agli impianti di potenza superiore a 50 kW e fino a 200 kW;
- o. Art 11: regolamentazione dello sviluppo del fotovoltaico in area agricola;
- p. Art 12: semplificazioni nei procedimenti di autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili su aree idonee anche se in VIA;
- q. Art 13: razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative per impianti offshore;
- r. Art 15: semplificazioni per impianti a sonde geotermiche a circuito chiuso;
- s. Art. 17: promozione dei biocarburanti da utilizzare in purezza.

Strumenti di pianificazione energetica regionale

Piano Energetico Ambientale Regione Sardegna (PEARS)

Il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS) è lo strumento attraverso il quale l'Amministrazione Regionale persegue obiettivi di carattere energetico, socio-economico e ambientale al 2020 partendo dall'analisi del sistema energetico e la ricostruzione del Bilancio Energetico Regionale (BER).

La Giunta Regionale con la deliberazione n. 43/31 del 6.12.2010 ha conferito mandato all'Assessore dell'Industria di avviare le attività dirette alla predisposizione di una nuova proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS) più aderente alle recenti evoluzioni normative.

Il Piano riprende e sviluppa le analisi e le strategie definite dal Documento di indirizzo delle fonti energetiche rinnovabili approvato con D.G.R. n. 12/21 del 20.03.2012.

Con Delibera del 2 agosto 2016, n. 45/40 è stato approvato in via definitiva il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna 2015-2030 "Verso un'economia condivisa dell'Energia".

Il Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (P.E.A.R.S.) è un documento pianificatorio che governa, in condizioni dinamiche, lo sviluppo del sistema energetico regionale con il compito di individuare le scelte fondamentali in campo energetico sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria, nazionale e regionale.

Il P.E.A.R.S. ha quindi il ruolo di strumento sovraordinato, di coordinamento e di programmazione dell'evoluzione organica dell'intero sistema energetico individuando, coerentemente con le strategie, le entità, i vincoli e le dimensioni delle azioni energetiche a livello regionale. Inoltre, secondo il criterio di sussidiarietà, delega agli Enti Locali il compito di pianificare e di definire nel dettaglio le azioni rivolte a soddisfare i consumi locali, nella convinzione che esse siano in grado di individuare le misure più idonee all'armonico sviluppo del territorio.

La definizione della strategia energetica ha come conseguenza l'individuazione di obiettivi generali ed obiettivi specifici del Piano Energetico ed Ambientale della Regione Autonoma della Sardegna (PEARS) funzionali alla definizione delle azioni. Di seguito vengono riportati sinteticamente gli obiettivi generali e specifici individuati.

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

Per il conseguimento di tale obiettivo strategico sono stati individuati i seguenti Obiettivi Generali (OG) e Obiettivi Specifici (OS):

- OG1: Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (Sardinian Smart Energy System)
- OS1.1. Integrazione dei sistemi energetici elettrici, termici e della mobilità attraverso le tecnologie abilitanti dell'Information and Communication Technology (ICT);
- OS1.2. Sviluppo e integrazione delle tecnologie di accumulo energetico;
- OS1.3. Modernizzazione gestionale del sistema energetico;
- OS1.4. Aumento della competitività del mercato energetico regionale e una sua completa integrazione nel mercato europeo dell'energia;
- OG2: Sicurezza energetica
- OS2.1. Aumento della flessibilità del sistema energetico elettrico;
- OS2.2. Promozione della generazione distribuita da fonte rinnovabile destinata all'autoconsumo;
- OS2.3. Metanizzazione della Regione Sardegna tramite l'utilizzo del Gas Naturale quale vettore energetico fossile di transizione;
- OS2.4. Gestione della transizione energetica delle fonti fossili (Petrolio e Carbone);
- OS2.5. Diversificazione nell'utilizzo delle fonti energetiche;
- OS2.6. Utilizzo e valorizzazione delle risorse energetiche endogene;
- OG3: Aumento dell'efficienza e del risparmio energetico
- OS3.1. Efficientamento energetico nel settore elettrico, termico e dei trasporti;
- OS3.2. Risparmio energetico nel settore elettrico termico e dei trasporti;
- OS3.3. Adeguamento e sviluppo di reti integrate ed intelligenti nel settore elettrico, termico e dei trasporti;
- OG4: Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico
- OS4.1. Promozione della ricerca e dell'innovazione in campo energetico;
- OS4.2. Potenziamento della "governance" del sistema energetico regionale;
- OS4.3. Promozione della consapevolezza in campo energetico garantendo la partecipazione attiva alla attuazione delle scelte di piano;
- OS4.4. Monitoraggio energetico.

Il Piano definisce anche una serie di azioni strategiche in capo ad ogni Obiettivo Specifico, dimensionate in maniera tale da soddisfare gli obiettivi generali di sicurezza energetica, diversificazione delle fonti energetiche, integrazione con il mercato europeo dell'energia, efficienza energetica e riduzione delle emissioni.

Al fine di definire di scenari energetici riguardanti le fonti rinnovabili finalizzati al raggiungimento dell'obiettivo regionale, la Giunta Regionale con delibera n.12/21 del 20.03.2012 ha approvato il Documento di Indirizzo sulle fonti energetiche rinnovabili. Il Documento ha altresì fornito gli Indirizzi Strategici per l'implementazione delle azioni considerate prioritarie per il raggiungimento dell'Obiettivo Burden Sharing. Di seguito si riportano le strategie individuate, che hanno legame con il progetto in esame:

STRATEGIA 1 – COORDINAMENTO.

Coordinamento di tutte le iniziative in corso e avvio delle analisi che consentano di quantificare in termini energetici il loro contributo al raggiungimento degli obiettivi Burden Sharing.



STRATEGIA 2 – GENERAZIONE DIFFUSA.

Promozione della generazione diffusa e distribuita sul territorio dell'energia da fonte rinnovabile, orientando gli operatori di mercato verso impianti di piccola taglia finalizzati al soddisfacimento del fabbisogno energetico locale e quindi verso l'autosostenibilità delle imprese e delle comunità.

STRATEGIA 3 – DIVERSIFICAZIONE DELLE FONTI.

Promozione della diversificazione delle fonti energetiche al fine di ottenere un mix energetico equilibrato tra le diverse fonti rinnovabili anche al fine di limitare gli effetti negativi della loro non programmabilità.

STRATEGIA 4 – SOLARE.

Iniziative volte alla progressiva integrazione della tecnologia solare fotovoltaica con le nuove tecnologie a maggiore efficienza, produttività e gestibilità in termini energetici quali fotovoltaico a concentrazione e solare termodinamico.

Le iniziative devono essere di 3 tipologie:

- Individuazione di aree idonee che abbiano le caratteristiche adatte ad accogliere gli impianti;
- Cofinanziamento dei progetti ritenuti idonei;
- Promozione di accordi di programma con il coinvolgimento attivo degli enti locali territoriali.

Coerentemente con la politica di incentivazione nazionale le attuali tecnologie fotovoltaiche presenti sul mercato dovrebbero essere indirizzate prevalentemente verso impianti di piccola taglia (<20 kWp) distribuiti nel territorio e caratterizzati da elevati livelli di integrazione architettonica, ed inoltre mirati all'autoconsumo degli utenti.

Infine, il piano indica le attenzioni progettuali e le misure di mitigazione a cui fare riferimento nell'attuazione delle azioni di Piano relative alla promozione ed allo sviluppo delle fonti rinnovabili, che per la fonte solare risultano essere:

1. Obbligo, ai fini dell'ottenimento delle incentivazioni, di adesione da parte del produttore di pannelli fotovoltaici a un Sistema o Consorzio europeo per garantire il riciclo dei pannelli al termine della loro vita utile (come da Decreti interministeriali 05/05/2011 - Quarto Conto Energia e 05/07/2012 - Quinto Conto Energia).
2. Adozione di geometrie di installazione in grado di minimizzare l'impatto percettivo sul paesaggio.
3. Adozione di misure e di strategie progettuali finalizzate al mantenimento delle condizioni di permeabilità dei terreni.
4. Adozione di tecnologie solari termodinamiche che adottano fluidi termovettori non pericolosi ed a più alta compatibilità ambientale.
5. Analisi, in sede progettuale preventiva, delle matrici ambientali di contesto (tessuto agricolo, tessuto forestale, emergenze floristiche e faunistiche, etc.) e identificazione delle aree a minor impatto.
6. Contenimento della diffusione di polveri in fase di cantiere.
7. Individuare prevalentemente i siti di installazione degli impianti entro contesti di minore pregio paesaggistico privilegiando laddove possibile le localizzazioni ad adeguate distanze o in posizione occultata rispetto a punti di osservazione privilegiati per condizioni di fruizione o valore paesaggistico (strade principali o panoramiche, belvedere, centri urbani, aree di interesse storico-culturale).
8. Individuazione dei siti di intervento sulla base delle indicazioni specifiche nelle norme tecniche dei Piani Particolareggiati con adozione di geometrie di installazione in grado di minimizzare l'impatto percettivo sul bene storico culturale.
9. Limitare l'estensione delle superfici riflettenti e comunque localizzare gli impianti in modo da non alterare la percezione più frequente da percorsi stradali o dai punti panoramici indicati.

10. Orientamento preferenziale, per la realizzazione di cavidotti per la trasmissione e distribuzione dell'energia, verso la tipologia interrata, soprattutto in corrispondenza dei siti di rilevanza avifaunistica, ovvero di cavi elicordati.
11. Posizionamento dei pannelli secondo geometrie in grado di garantire il mantenimento di una sufficiente copertura vegetale del terreno.
12. Promuovere la scelta di impianti durevoli nel tempo e progettati per consentire, in fase di dismissione, la massimizzazione del recupero di materiale e quindi una minore produzione di rifiuti speciali.
13. Utilizzo di prodotti detergenti non inquinanti per la eventuale pulizia dei pannelli solari.

In conclusione, gli strumenti di programmazione energetica regionale promuovono la diversificazione delle fonti energetiche e lo sviluppo della produzione di energia da fonti rinnovabili, pertanto, il progetto risulta coerente con tali strumenti. Inoltre, si segnala che la scelta di utilizzare un sito a vocazione industriale va nella direzione di non interferire con punti di osservazione o di fruizione. Infine, per quanto concerne le attenzioni progettuali e le misure di mitigazione indicate nel piano, sono state considerate in fase di sviluppo del progetto e recepite dallo stesso.

2.3.2 Pianificazione regionale

Piano Paesaggistico 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:

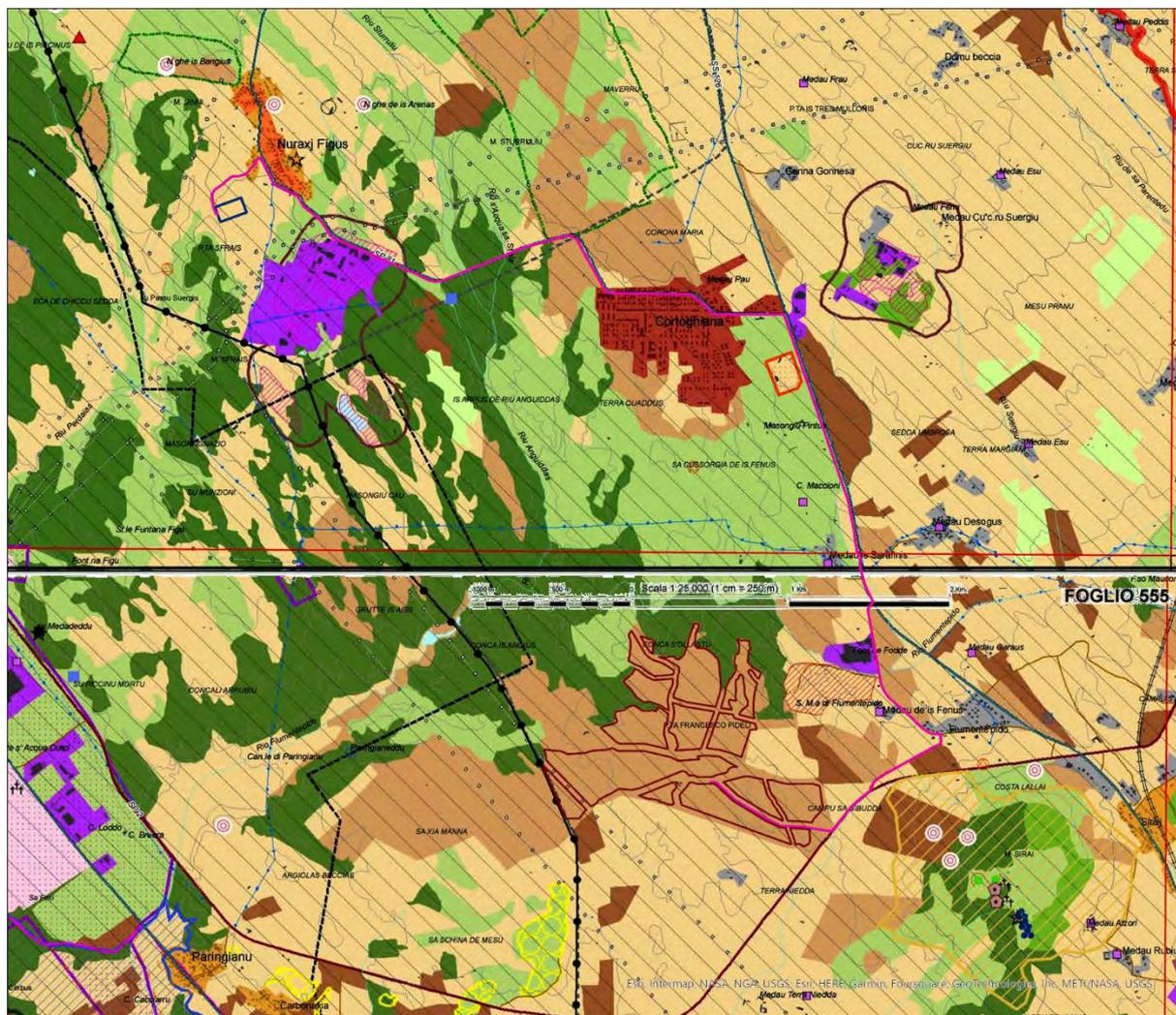
- Il controllo dell'espansione delle città;
- La gestione dell'ecosistema urbano secondo il principio di precauzione;
- La conservazione e sviluppo del patrimonio naturale e culturale;
- L'alleggerimento della eccessiva pressione insediativa, in particolare negli ambiti costieri;



- 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 2.4: 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, inoltre in merito alle interferenze individuate si evidenzia che il Progetto è accompagnato da Relazione Paesaggistica Semplificata, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R26_Rev0_Relazione Paesaggistica Semplificata e da Valutazione Preventiva dell'Interesse Archeologico, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R21_Rev0_Valutazione Preventiva dell'interesse Archeologico.

2.3.3 Pianificazione provinciale

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.

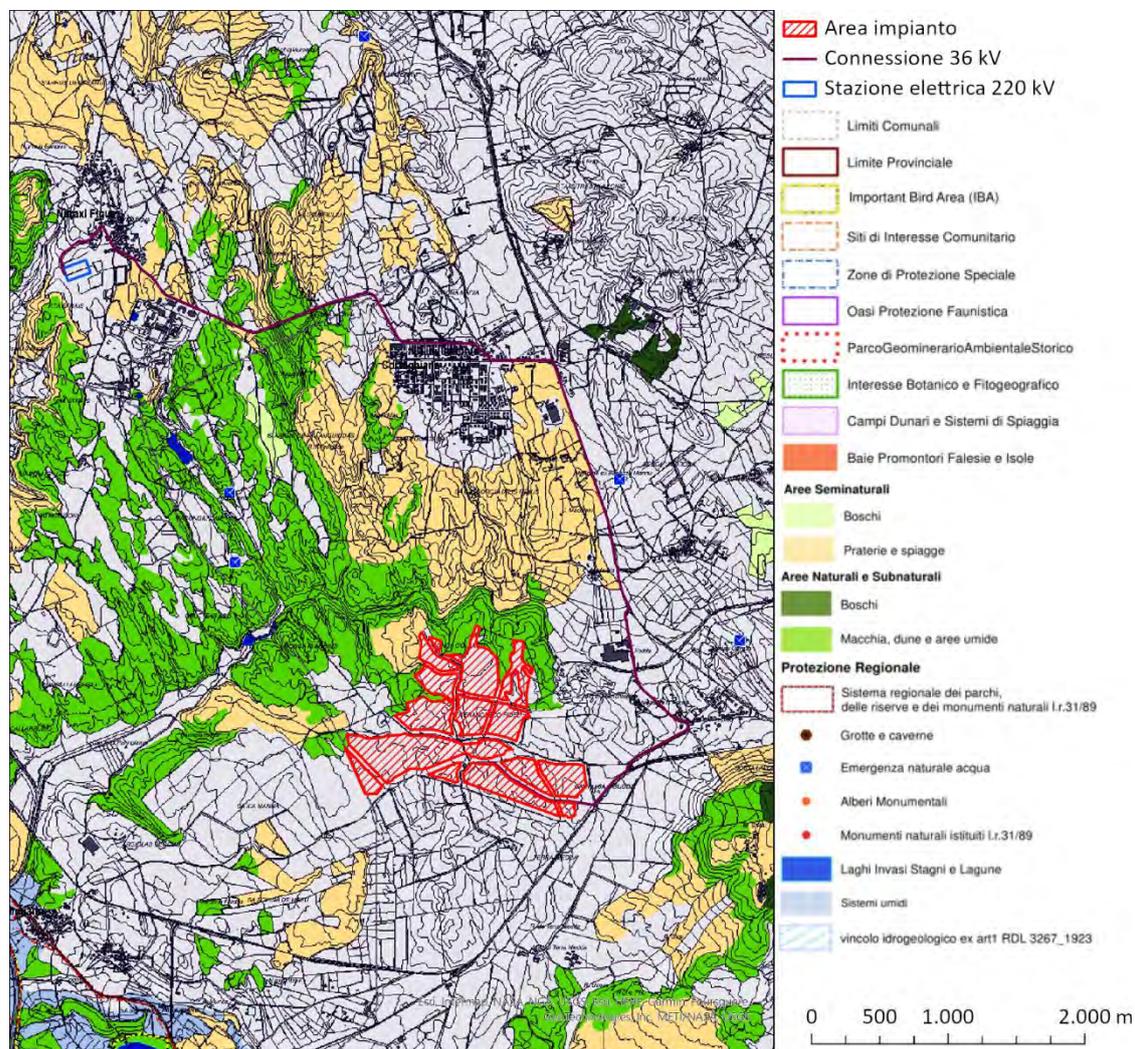


Figura 2.5: PTCP - Carta delle valenze ambientali del territorio

La Figura 2.5 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.

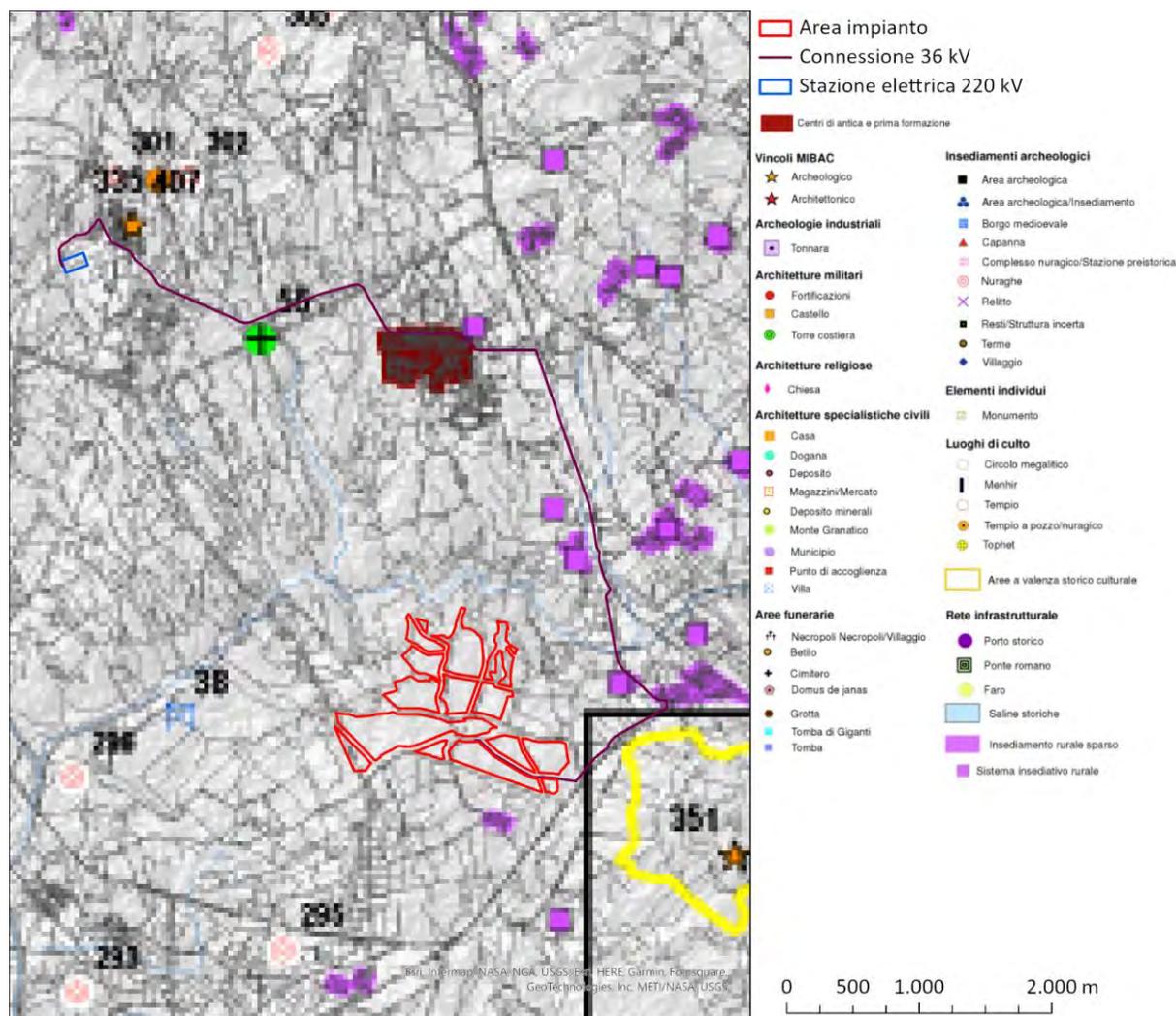


Figura 2.6: PTCP - Carta dei vincoli e degli ambiti di tutela storico-culturale

La Figura 2.6 mostra che il sito in esame non interessa alcun elemento storico-culturale, la linea di connessione invece attraversa un centro di antica formazione.

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 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 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 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, inoltre in merito alle interferenze individuate si evidenzia che il Progetto è accompagnato da Relazione Paesaggistica Semplificata, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R26_Rev0_Relazione Paesaggistica Semplificata e da Valutazione Preventiva dell'Interesse Archeologico, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R21_Rev0_Valutazione Preventiva dell'interesse Archeologico.

2.3.4 Pianificazione comunale

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 2.7: 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.

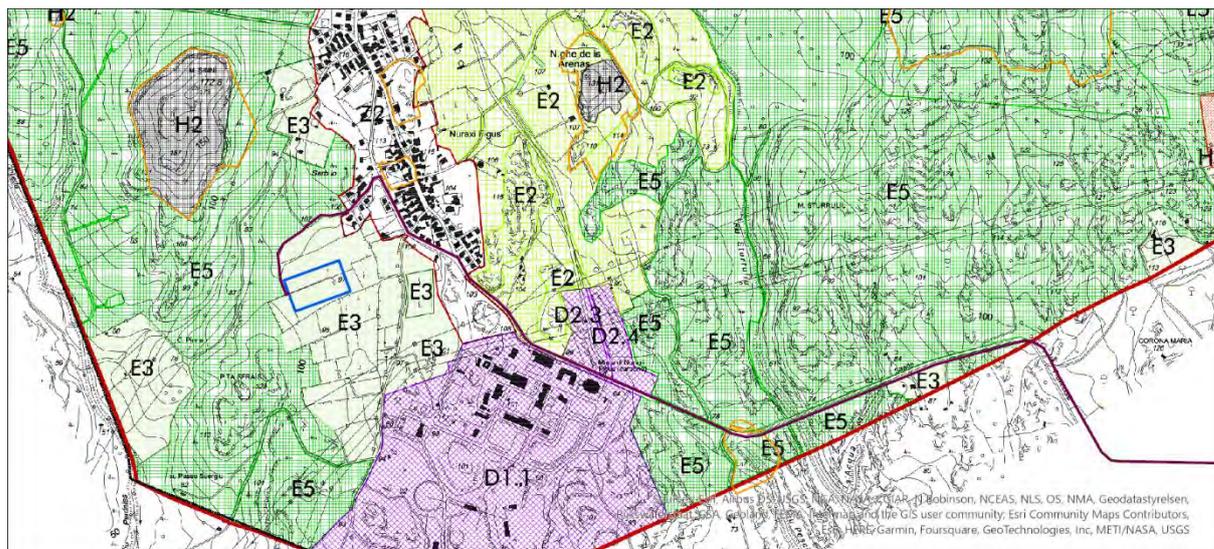
In riferimento a quanto sopra esposto si evidenzia che:

- 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 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 il progetto compatibile con le previsioni del Piano.

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 2.8: PUC Gonnesa – zonizzazione

La Figura 2.8 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 sfalcabili 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.

2.3.5 Strumenti di pianificazione e programmazione settoriale

Aree non idonee per le energie rinnovabili

La Regione Sardegna con Delibera 59.90 del 27.11.2020 individua le aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti a fonti rinnovabili, ai sensi del paragrafo 17 "Aree non idonee" del DM 10.9.2010 delle "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili".

Ai sensi del Paragrafo 17.1 delle suddette Linee guida, le Regioni possono procedere alla identificazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie e/o dimensioni di impianti FER.

L'individuazione delle aree non idonee ha l'obiettivo di orientare e fornire un'indicazione a scala regionale delle aree di maggiore pregio e tutela, per le quali in sede di autorizzazione sarà necessario fornire specifici elementi e approfondimenti maggiormente di dettaglio in merito alle misure di tutela e mitigazione da adottarsi da parte del proponente e potrà essere maggiore la probabilità di esito negativo; è comunque fatta salva, qualsiasi sia l'area di interesse, la necessità di acquisire tutte le eventuali autorizzazioni e/o pareri previsti dalla normativa vigente (es. Autorizzazione Unica, Valutazione di Incidenza, Autorizzazione Paesaggistica, Valutazione di impatto ambientale, etc.). Le aree non idonee a ospitare gli impianti possono anche essere differenziate in base alla taglia dell'impianto, in coerenza con quanto previsto dal DM 10.9.2010, con un approccio basato sulla differenziazione dei potenziali impatti, crescenti con la taglia dell'impianto stesso. Le classi di taglia individuate sono da intendersi come uno strumento indicativo ausiliario che permette di fornire una differenziazione dei potenziali impatti degli impianti e, di conseguenza, dell'entità dello sforzo progettuale richiesto per raggiungere un corretto inserimento nel paesaggio e nel territorio.

Le presenti disposizioni si applicano alle seguenti tipologie di impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, nel seguito dettagliate:

- Impianto fotovoltaico al suolo e solare termodinamico;
- Impianto eolico;
- Impianto di generazione elettrica da biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas;
- Impianto idroelettrico;
- Impianto geotermoelettrico.

Le aree non Idonee analizzate nel presente documento sono riferite agli "Impianti fotovoltaici al Suolo e solari termodinamici" per i quali la Delibera definisce tre tipologie di taglia.

PICCOLA TAGLIA	MEDIA TAGLIA	GRANDE TAGLIA
Potenza < 20 kW	Potenza compresa tra i 20 e i 200 kW	Potenza > a 200 kW

L'individuazione delle aree non idonee è specificata attraverso le tabelle in Allegato 1, le quali riportano, per i suddetti impianti e taglie individuate:

1. La tipologia di area o sito particolarmente sensibile e/o vulnerabile alle trasformazioni territoriali o del paesaggio, suddivise rispetto all'assetto ambientale, paesaggistico e idrogeologico:
 - Ricadenti nell'elenco dell'allegato 3 lett. F) del par. 17 del dm 10.9.2010
 - Ulteriori aree particolarmente sensibili e/o vulnerabili di interesse per la regione sardegna individuate da strumenti di pianificazione regionale:
 - o Piano Paesaggistico Regionale;
 - o Piano Regionale di Qualità dell'Aria.
2. L'identificazione di tali aree e siti sensibili e/o vulnerabili nel territorio della Regione;
3. Il riferimento normativo d'individuazione dell'area o sito e/o le disposizioni volte alla tutela dell'area o sito;
4. La fonte dati per la definizione della localizzazione dell'area o sito (presenza di riferimenti cartografici e/o indicazioni delle fonti informative per il reperimento delle informazioni). Tali indicazioni e riferimenti sono indicativi, e necessitano di puntuale verifica anche in termini di aggiornamento.
5. L'individuazione della non idoneità dell'area o sito in funzione delle taglie e delle fonti energetiche e la descrizione delle incompatibilità riscontrate con gli obiettivi di protezione individuati per le aree medesime.

Inoltre la Delibera individua le Aree Brownfield, come definite dal DM 10.09.2010 (paragrafo 16, Comma 1, Lett. D) come "aree già degradate da attività antropiche, pregresse o in atto, tra cui siti industriali, cave, discariche, siti contaminati". Queste rappresentano aree preferenziali dove realizzare gli impianti, la cui occupazione a tale scopo costituisce di per sé un elemento per la valutazione positiva del progetto.

L'effettiva compatibilità delle singole proposte progettuali, in caso di aree brownfield ricadenti in aree non idonee, sarà valutata, da parte degli Enti competenti, nell'ambito delle previste procedure valutative e autorizzative.

Resta fermo quanto stabilito nelle NTA del PPR e del PAI e in ogni caso sono fatte salve le valutazioni delle amministrazioni competenti al rilascio di autorizzazioni, pareri e atti di assenso comunque denominati.

La definizione dei criteri di installazione di impianti (ad esempio, la superficie massima occupabile, la potenza installabile, ecc.) all'interno delle aree brownfield è dettata dalle norme attualmente vigenti tra cui si richiama per gli impianti fotovoltaici e termodinamici la D.G.R. 5/25 del 29.01.2019 avente ad oggetto Linee guida per l'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs. n. 28 /2011. Modifica della Delib.G.R. n. 27/16 del 1° giugno 2011, incremento limite utilizzo territorio industriale.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle Aree Brownfield come individuate dalla Delibera.

Tabella 2.2: Identificazione delle aree brownfield

COD.	CATEGORIA DI BROWNFIELD	ATTUAZIONE IN REGIONE SARDEGNA
B.1	Area Industriale, artigianale, di servizio	In tale tipologia ricadono:

		<ul style="list-style-type: none"> Le aree industriali gestite dai Consorzi Industriali Provinciali e le Aree Z.I.I.R. (tabelle A e B della L.R. 10/2008); Le aree definite D dagli strumenti urbanistici comunali vigenti; Le aree perimetrate come Piani per Insediamenti Produttivi (P.I.P.); Le aree specifiche (es. aree definite dagli strumenti urbanistici comunali vigenti, qualora destinate anche ad impianti energetici nelle relative norme d'attuazione).
B.2	Aree di discarica	In tale tipologia ricadono le perimetrazioni di discariche controllate di rifiuti a norma con i dettami dell'art. 12 del D.Lgs. n. 36/2003 e le discariche dismesse di cui alla classificazione del Piano regionale delle bonifiche. La proposta progettuale dovrà essere tecnicamente compatibile con le attività di bonifica/messa in sicurezza dell'area (necessarie a seguito dell'espletamento delle procedure di cui al combinato disposto degli art. 242 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dell'art. 59 della L.R. n. 9/2006) e in nessun caso interferire con la realizzazione delle stesse.
B.3	Area estrattiva di prima e seconda categoria	In tale tipologia ricadono le aree interessate da degrado causato da attività estrattiva non ancora ripristinate ricomprese all'interno delle perimetrazioni di aree estrattive di prima o seconda categoria, anche dismesse. Contestualmente all'avvio dell'istanza delle eventuali procedure di valutazione di impatto ambientale e/o di Autorizzazione dell'impianto, dovrà essere presentato un dettagliato piano di recupero dell'area estrattiva, anche in variante rispetto al progetto di recupero eventualmente già approvato, con obbligo di conclusione della fase di messa in sicurezza delle aree e recupero morfologico prima dell'avvio dei lavori dell'impianto a FER. Per le aree minerarie dismesse di cui al Piano regionale delle bonifiche, la proposta progettuale dovrà essere tecnicamente compatibile con le attività di bonifica/messa in sicurezza dell'area (necessarie a seguito dell'espletamento delle procedure di cui al combinato disposto degli art. 242 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dell'art. 59 della L.R. n. 9/2006) e in nessun caso interferire con la realizzazione delle stesse.
B.4	Aree Portuali	In tale tipologia ricadono tutti porti marittimi ripartiti nelle seguenti categorie e classi: A. categoria I: porti, o specifiche aree portuali, finalizzati alla difesa militare e alla sicurezza dello Stato; B. categoria II, classe I: porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica internazionale; C. categoria II, classe II: porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica nazionale; D. categoria II, classe III; porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica regionale e interregionale. e che svolgono le seguenti funzioni: A. commerciale e logistica; B. industriale e petrolifera; C. di servizio passeggeri, ivi compresi i crocieristi.
B.5	Siti Contaminati o potenzialmente contaminati	Siti censiti e perimetrati nel Piano regionale delle bonifiche ricadenti nelle seguenti tipologie:

		<ul style="list-style-type: none"> • Aree di stoccaggio/rivendita idrocarburi; • Aree contenute negli elenchi delle autorizzazioni per i depositi degli oli minerali; • Siti Militari; • Aree del demanio destinate ad uso esclusivo delle Forze armate per attività connesse alla difesa militare e alla sicurezza nazionale Aree strategiche di servizi bellici essenziali (esercitazioni, addestramento, sperimentazioni di nuovi sistemi d'arma, guerre simulate, depositi di carburanti, armi e munizioni) • Aeroporti; • Aree interessate da sversamenti accidentali di particolare importanza. <p>La proposta progettuale dovrà essere tecnicamente compatibile con eventuali opere di bonifica/messa in sicurezza dell'area e in nessun caso interferire con la realizzazione delle stesse.</p>
--	--	---

Al fine di salvaguardare l'originaria funzione dei lotti liberi appartenenti alle aree industriali (B.1), cioè quella di localizzare attività in grado di generare sviluppo ed occupazione, in aree già opportunamente infrastrutturate per tale scopo con risorse pubbliche, si ritiene opportuno individuare un limite di utilizzo di territorio industriale in termini di "superficie lorda massima" occupabile da impianti fotovoltaici, stabilito nella percentuale del 20% sulla superficie totale dell'area industriale presa in considerazione (gli Enti di gestione o comunque territorialmente competenti possono disporre con i medesimi atti, eventuali incrementi al limite menzionato al punto 1 fino ad un massimo del 35% della superficie totale dell'area).

La "superficie lorda" dell'impianto va computata al lordo di tutte le opere accessorie all'impianto fotovoltaico (piazzole di sosta, distanza fra le stringhe, pertinenza delle cabine di trasformazione, distanza dalle recinzioni, ecc.).

Si riporta di seguito l'individuazione delle Aree non Idonee riferita agli impianti fotovoltaici di Grande Taglia per l'Area oggetto del seguente Studio.

Tabella 2.3: Aree non idonee per impianti di grande taglia

TEMA DI RIFERIMENTO	N	TIPOLOGIE SPECIFICHE DI AREA	COD.	ELEMENTI CONSIDERATI	ESITO
Ambiente e Agricoltura	1	Aree naturali protette ai diversi livelli (nazionale, regionale, locale) istituite ai sensi della Legge n. 394/1991 ed inserite nell'Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette, con particolare riferimento alle aree di riserva integrale e di riserva generale orientata di cui all'articolo 12, comma 2, lettere a) e b) della legge n. 394/1991 ed equivalenti a livello regionale.	1.1	Area Parco l.q.n. 394/91 art. 12 comma 2 lett a) - RISERVA INTEGRALE (vale anche laddove il parco non ha zonizzazione)	Progetto non interessato
			1.2	Area Parco l.q.n. 394/91 art. 12 comma 2 lett b) - RISERVA GENERALE ORIENTATA	Progetto non interessato
			1.3	Area Parco l.q.n. 394/91 art. 12 comma 2 lett c)	Progetto non interessato
			1.4	Area Parco l.q.n. 394/91 art. 12 comma 2 lett d)	Progetto non interessato

TEMA DI RIFERIMENTO	N	TIPOLOGIE SPECIFICHE DI AREA	COD.	ELEMENTI CONSIDERATI	ESITO
		<u>Nota:</u> nell'individuazione di tali aree si considerano anche quelle non inserite nell'EUAP	1.5	RISERVA NATURALE - l.q.n. 394/91 artt. 2 comma 3 e 17	Progetto non interessato
		Legge Regionale n. 31/89	1.6	Parchi naturali regionali	Progetto non interessato
			1.7	Riserve naturali regionali	Progetto non interessato
			1.8	Monumenti naturali regionali	Progetto non interessato
			1.9	Aree di rilevante interesse naturalistico e ambientale regionali	Progetto non interessato
	2	Zone umide di importanza internazionale designate ai sensi della convenzione di Ramsar	2.1	Zone Ramsar	Progetto non interessato
	3	Aree incluse nella Rete Natura 2000 designate in base alla direttiva 92/43/CEE (Siti di importanza Comunitaria) ed alla direttiva 79/409/CEE (Zone di Protezione Speciale)	3.1	Siti di importanza comunitaria SIC / ZSC	Progetto non interessato
			3.2	Zone di Protezione Speciale ZPS	Progetto non interessato
	4	Important Bird Areas (I.B.A)	4.1	Important Bird Areas (I.B.A)	Progetto non interessato
	5	Istituende aree naturali protette oggetto di proposta del Governo ovvero di disegno di legge regionale approvato dalla Giunta	5.1	Istituende aree naturali protette oggetto di proposta del Governo ovvero di disegno di legge regionale approvato dalla Giunta	Progetto non interessato
	6	Aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette; Aree in cui è accertata la presenza di specie animali e vegetali soggette a tutela dalle Convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle Direttive comunitarie (79/409/CEE e 92/43/CEE), specie rare, endemiche, vulnerabili, a rischio di estinzione	6.1	Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura Oasi permanenti di protezione faunistica proposte e istituite Aree presenza di specie animali tutelate da convenzioni internazionali Siti chiroterofauna	Progetto non interessato
	7	Aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G.,	7.1	Terreni agricoli interessati da coltivazioni arboree certificate DOP, DOC, DOCG e IGT, o che lo sono stati nell'anno precedente l'istanza di autorizzazione	Progetto non interessato

TEMA DI RIFERIMENTO	N	TIPOLOGIE SPECIFICHE DI AREA	COD.	ELEMENTI CONSIDERATI	ESITO
		produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, in coerenza e per le finalità di cui all'art. 12, comma 7, del decreto legislativo n. 387 del 2003 anche con riferimento alle aree, se previste dalla programmazione regionale, caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo	7.2	Terreni agricoli irrigati per mezzo di impianti di distribuzione/irrigazione gestiti dai Consorzi di Bonifica	Progetto non interessato
Assetto Idrogeologico	9	Aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrare nei Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottati dalle competenti Autorità di Bacino ai sensi del D.L. n. 180/1998 e s.m.i.	9.1	Aree di pericolosità Idraulica molta elevata (Hi4)	Progetto non interessato
			9.2	Aree di pericolosità idraulica elevata (Hi3)	Progetto non interessato
			9.3	Aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)	Progetto non interessato
			9.4	Aree di pericolosità elevata da frana (Hg3)	Progetto non interessato
Beni Culturali – parte II del D.Lgs. 42/2004	10	Aree e beni di notevole interesse culturale (Parte II del D.Lgs. 42/2004)	10.1	Aree e beni di notevole interesse culturale	Progetto non interessato
Paesaggio – Parte III del D.Lgs 42/2004 – Art. 136 e 157	11	Immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico (art. 136 del D.Lgs. 42/2004)	11.1	Immobili di Notevole Interesse Pubblico	Progetto non interessato
			11.2	Aree di Notevole interesse Pubblico	Progetto non interessato
Paesaggio – Parte III del D.Lgs 42/2004 – Art. 142 – Aree tutelate per legge	12	Zone individuate ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. n. 42 del 2004 valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendano incompatibili con la realizzazione degli impianti.	12.1	Territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare	Progetto non interessato
			12.2	Territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi	Progetto non interessato
			12.3	Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna	Progetto non interessato
			12.4	Montagne per la parte eccedente 1.200 metri sul livello del mare	Progetto non interessato
			12.5	Parchi e riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi	Progetto non interessato
			12.6	Territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli	Progetto non interessato



TEMA DI RIFERIMENTO	N	TIPOLOGIE SPECIFICHE DI AREA	COD.	ELEMENTI CONSIDERATI	ESITO
				sottoposti a vincolo di rimboschimento	
			12.7	Zone gravate da usi civici	Progetto non interessato
			12.8	Zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448	Progetto non interessato
			12.9	Vulcani	Progetto non interessato
			12.10	Zone di interesse archeologico (Aree)	Progetto non interessato
PAESAGGIO - Parte III del D.Lgs42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera d	13	PPR – Beni Paesaggistici	13.1	Fascia Costiera	Progetto non interessato
			13.2	Sistemi a baie e promontori, falesie e piccole isole	Progetto non interessato
			13.3	Campi dunari e sistemi di spiaggia	Progetto non interessato
			13.4	Aree rocciose e di cresta ed aree a quota superiore ai 900 metri sul livello del mare	Progetto non interessato
			13.5	Grotte e Caverne	Progetto non interessato
			13.6	Monumenti naturali ai sensi della L.R. n. 31/89	Progetto non interessato
			13.7	Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali e territori contermini compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi. Zone umide costiere	Progetto non interessato
			13.8	Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee	Progetto non interessato
			13.9	Aree di ulteriore interesse naturalistico	Progetto non interessato
			13.10	Alberi monumentali	Progetto non interessato
			13.11	Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico-culturale (compresa la fascia di tutela)	Progetto non interessato

TEMA DI RIFERIMENTO	N	TIPOLOGIE SPECIFICHE DI AREA	COD.	ELEMENTI CONSIDERATI	ESITO
			13.12	Aree caratterizzate da insediamenti storici: Centri di antica e prima formazione.	Progetto non interessato
			13.13	Aree caratterizzate da insediamenti storici: Insediamento sparso (stazzi, medaus, furriadroxius, bodeus, bacili, cuiles)	Progetto non interessato
			13.14	Zone di interesse archeologico (Vincoli)	Progetto non interessato
ULTERIORI CONTESTI BENI IDENTITARI - Parte III del D.Lgs 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera e	14	PPR – Beni Identitari	14.1	Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale (compresa la fascia di tutela)	Progetto non interessato
			14.2	Reti ed elementi connettivi: Rete infrastrutturale storica e trame e manufatti del paesaggio agropastorale storico-culturale	Progetto non interessato
			14.3	Aree dell'insediamento produttivo di interesse storico culturale: Aree della bonifica, delle saline e terrazzamenti storici	Progetto non interessato
Siti UNESCO	15	Siti UNESCO	15.1	Sito UNESCO - Complesso nuragico di Barumini	Progetto non interessato

Viene di seguito riportato un estratto cartografico relativo alla perimetrazione delle Aree non Idonee come individuate dalla Delibera 59.90 del 27.11.2020 di Regione Sardegna.

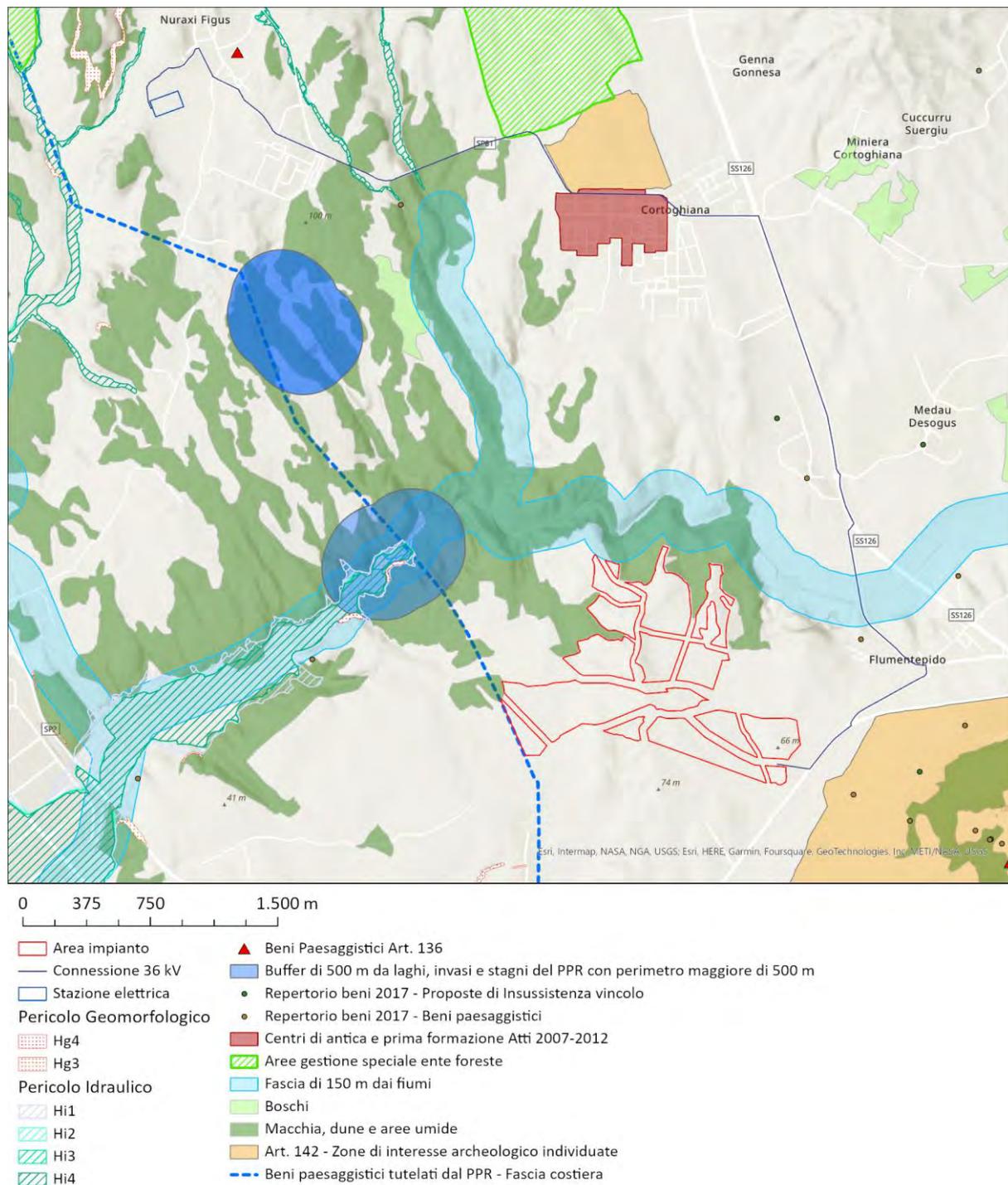


Figura 2.9: Aree non idonee per le energie rinnovabili

Perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale Sulcis – Iglesiente – Guspinese

Con Legge n. 426 del 09/12/1998 recante “Nuovi interventi in campo ambientale” sono stati individuati i primi interventi di bonifica di interesse nazionale. La legge, sentiti i Comuni interessati, dispone per l’adozione del Programma Nazionale di bonifica di siti di interesse nazionale nonché per la perimetrazione degli ambiti compresi negli interventi di interesse nazionale da parte del Ministro dell’Ambiente.

Il Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati di interesse nazionale è stato approvato con D.M. 468/2001. I contenuti del Programma sono di seguito riassunti:

individuazione degli interventi di interesse nazionale relativi a siti ulteriori, rispetto a quelli individuati dalle leggi 426/1998 e 388/2000;

- Definizione degli interventi prioritari;
- Determinazione dei criteri per l’individuazione dei soggetti beneficiari;
- Determinazione dei criteri di finanziamento dei singoli interventi e delle modalità di trasferimento delle risorse;
- Disciplina delle modalità per il monitoraggio ed il controllo sull’attuazione degli interventi;
- Determinazione dei presupposti e delle procedure per la revoca dei finanziamenti, e per il riutilizzo delle risorse rese comunque disponibili;
- Individuazione delle fonti di inquinamento;
- Prima ripartizione delle risorse disponibili per gli interventi prioritari.

Tra gli ulteriori siti di interesse previsti al punto a), figura anche il sito Sulcis-Iglesiente- Guspinese, perimetrato successivamente con D.M. 12 marzo 2003. Tale Decreto, nell’ottica di dover prevedere, all’interno del perimetro individuato, la caratterizzazione delle aree inserite nel Piano regionale di bonifica ex art. 22 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, delle aree oggetto di attività potenzialmente inquinanti, delle aree oggetto di notifiche ai sensi degli articoli 7, 8 e 9 del D.M. 25 ottobre 1999, n. 471, nonché delle aree oggetto di contaminazione passiva causata da ricaduta atmosferica di inquinanti, ruscellamento di acque contaminate, abbandono o seppellimento di rifiuti, ha affidato alla Regione Sardegna l’individuazione di dettaglio delle suddette aree. In attuazione di quanto disposto dal D.M. 12 marzo 2003, la Regione Sardegna, con deliberazione G.R. n. 27 del 1° giugno 2011, ha approvato una perimetrazione definitiva di dettaglio del sito di interesse nazionale di “Sulcis - Iglesiente – Guspinese” (Figura 6.11). Tale perimetrazione, avuto riguardo della Proposta di perimetrazione delle aree da bonificare all’interno del SIN elaborata dall’ISPRA, include anche l’individuazione di aree a mare. A conclusione del lungo iter di approvazione della perimetrazione di dettaglio, il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha disposto con D.M. 28/10/2016 la ridefinizione del perimetro SIN di “Sulcis - Iglesiente – Guspinese”, in accordo con quanto riportato nella tavola cartografica allegata al decreto (Figura 6.12). La perimetrazione a mare del sito prevede uno sviluppo costiero di circa 170 km (per una superficie totale di circa 40.300 ha). Le aree portuali comprese nel perimetro a mare del sito sono: Buggerru, Portoscuso, Portovesme, Sant’Antioco, Perd’è Sali e Porto Foxi.

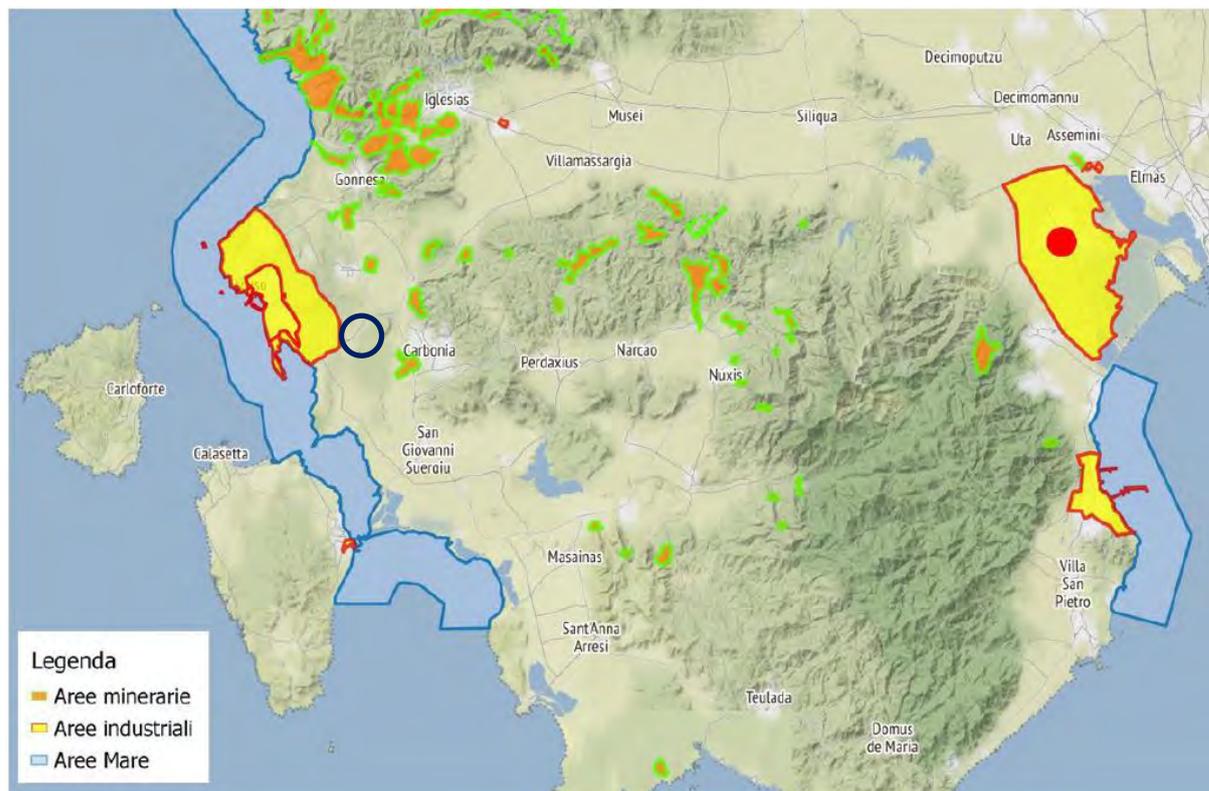


Figura 2.10: Perimetrazione delle aree incluse nel sito di interesse nazionale Sulcis-Iglesiente-Guspinese aggiornata con D.M. 28 ottobre 2016 (in nerol'area in esame)

In attuazione di quanto disposto dal D.M. 12 marzo 2003, all'interno del S.I.N. l'utilizzo delle aree deve essere subordinato all'accertamento di conformità dei suoli ai valori limite fissati nel D.M. 471/99 per le specifiche destinazioni d'uso previste dagli strumenti urbanistici vigenti nonché alla verifica che detto utilizzo non pregiudichi la bonifica della falda ove necessario (art. 1 comma 5 del D.M. 12/03/03).

Si evidenzia che con Prot. 0000236.11-05-2018 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, in merito alle aree in cui ricadrà l'impianto è stato concluso il procedimento di bonifica dei suoli ai sensi dell'Art. 242 del Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152.

In particolare è stato emanato "Decreto concernente la determinazione motivata di conclusione positiva, ex articolo 14bis, comma 5, della Legge 7 agosto 1990, n. 241, della Conferenza di Servizi decisoria relativa al sito di bonifica di interesse nazionale "Sulcis - Iglesias - Guspinese", indetta con nota del 21 marzo 2018 con protocollo n. 5995/STA, relativa alla chiusura del procedimento di bonifica ai sensi dell'articolo 242 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 per la matrice suoli dei Lotti identificati dalle sigle I.a e I.b del Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari (CACIP)."

L'atto sopra menzionato decreta che: "È concluso, relativamente alla matrice "suoli", il procedimento di bonifica ai sensi del l'articolo 242 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 sui Lotti identificati dalle sigle I .a e I .b del Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari {CACIP), inquadri catastalmente nel Comune Assemini al Foglio 50 particelle n. 142, 140, 115, 139, 174 e al Foglio 51 particelle n. 717 e 720 (Lotto 1.a) e al Foglio 55 particelle n. 158, 104, 157, 106, 510, 154, 97, 503, 227, 227U, 227R (Lotto 1.b)".

In quanto a sopra esposto si evidenzia che il Sito, oggetto del seguente Studio di Impatto Ambientale risulta essere confinante, ma escluso dalle aree di cui ai Siti di Interesse Nazionale.

Piano Regionale dei Trasporti PRT

Al fine di approfondire il tema relativo ai trasporti della Regione sulla mobilità regionale è stato consultato il Piano Regionale dei Trasporti (P.R.T.) approvato in via definitiva con deliberazione della Giunta regionale n. 66/23 del 27.11.2008.

Il P.R.T. è lo strumento di pianificazione di medio e lungo termine della politica regionale nei settori della mobilità aerea, marittima, viaria e ferroviaria e costituisce uno dei presupposti essenziali per una programmazione ed organizzazione unitaria del sistema dei trasporti della Regione.

La proposta definitiva del P.R.T. è costituita dai seguenti documenti:

1. Prima parte - Stato di fatto che definisce gli obiettivi prioritari da perseguire, attraverso la rilettura dei più importanti atti di politica programmatica esistenti; descrive lo stato attuale dal punto di vista socioeconomico e territoriale, dell'offerta delle infrastrutture e dei servizi di trasporto, della domanda di mobilità, dell'assetto istituzionale e organizzativo.
2. Seconda parte – Scenari futuri che prospetta gli scenari di assetto futuro del sistema dei trasporti e del sistema economico-territoriale, articolati in scenari di non intervento e scenari di intervento, su un arco temporale di 15 anni. Rapporto di sintesi che espone, in breve, gli elementi descrittivi dei fenomeni contenuti nel documento "Prima parte - Stato di fatto", e fornisce una sintesi approfondita degli scenari di riassetto del sistema socio-economico territoriale e dei trasporti, delineati nel documento "Seconda parte - Scenari futuri".

Piano Regionale di Qualità dell'Aria

Con Delibera del 10 gennaio 2017, n. 1/3 è stato approvato il Piano Regionale di Qualità dell'Aria Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna.

Il Piano regionale di qualità dell'aria ambiente è stato predisposto dal Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio dell'Assessorato della difesa dell'ambiente, a partire dal documento elaborato nell'ambito del progetto "PO FESR 2007-2013 Linea di attività 4.1.2a Aggiornamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e delle emissioni in atmosfera". Il piano ha l'obiettivo di:

- Aggiornare l'inventario delle sorgenti di emissione;
- Individuare la zonizzazione e classificazione di zone e agglomerati;
- valutare la qualità dell'aria ambiente su tutto il territorio regionale e di realizzare un sistema modellistico previsionale dell'inquinamento atmosferico.

Con il Piano si mira all'adozione di misure aggiuntive per preservare la migliore qualità dell'aria in tutto il territorio regionale con: l'incentivazione alla sostituzione dei caminetti e delle stufe tradizionali con sistemi ad alta efficienza nel settore del riscaldamento domestico; la limitazione dell'impiego di olio combustibile, di gasolio e di legna nelle caldaie e negli impianti a bassa efficienza impiegati per il riscaldamento nel terziario; disposizioni per l'abbattimento delle polveri da cave e da impianti di produzione di calcestruzzi e di laterizi; interventi in ambito portuale (porti di Cagliari ed Olbia), finalizzati all'abbattimento delle emissioni provenienti dallo stazionamento delle navi nel porto e dalle attività portuali, quali uno studio di fattibilità sull'elettrificazione delle banchine, il monitoraggio dei combustibili utilizzati dalle imbarcazioni in ingresso al porto e lo studio sulla possibilità di sostituirli con altri meno inquinanti, la razionalizzazione dei sistemi di imbarco e della logistica del traffico merci all'interno dell'area portuale ecc.; la razionalizzazione del trasporto urbano.

Zonizzazione e classificazione del territorio regionale

La zonizzazione individuata ai sensi del decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii., adottata con D.G.R. n. 52/19 del 10/12/2013 e approvata in data 11 novembre 2013 (protocollo DVA/2013/0025608) dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, suddivide il territorio regionale in zone

omogenee ai fini della gestione della qualità dell'aria ambiente; le zone individuate ai fini della protezione della salute sono riportate nella tabella seguente.

L'identificazione delle zone è stata effettuata sulla base delle caratteristiche del territorio, dei dati di popolazione e del carico emissivo distribuito su base comunale.

Tabella 2.4: Zone e agglomerati di qualità dell'aria individuati ai sensi del D.Lgs. 155/2010

CODICE	ZONA
IT2007	Agglomerato di Cagliari
IT2008	Zona urbana
IT2009	Zona industriale
IT2010	Zona rurale
IT2011	Zona per l'ozono

La zona industriale è costituita da aree prettamente industriali (Assemini, Portoscuso, Porto Torres e Sarroch), su cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o produttive, situate nel territorio dei Comuni che ne fanno parte. Ad esse si aggiunge il Comune di Capoterra che è stato inserito a fini cautelativi nella zona industriale poiché il suo territorio è compreso tra le aree industriali di Sarroch ed Assemini-Macchiareddu.

La composizione delle zone individuate per tutti gli inquinanti salvo l'ozono è riassunta nella Tabella seguente.

La rimanente parte del territorio è stata accorpata nella zona rurale dal momento che, nel complesso, risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti e dalla presenza di poche attività produttive isolate.

Tabella 2.5: Composizione delle zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010

CODICE	ZONA	CODICE COMUNE	NOME COMUNE
IT2008	Zona urbana	104017	Olbia (esclusa isola amministrativa)
		090064	Sassari (esclusa area industriale Fiume Santo)
IT2009	Zona industriale	092003	Assemini (esclusa isola amministrativa)
		092011	Capoterra
		107016	Portoscuso
		090058	Porto Torres (più area industriale Fiume Santo)
		092066	Sarroch
IT2010	Zona rurale	Costituita dalla rimanente parte del territorio regionale	

Il Sito oggetto del Seguevole Studio Preliminare Ambientale Ricade in Zona IT2010 – Zona Rurale.

Sulla base delle indicazioni della normativa, le zone sono state individuate nel rispetto dei confini amministrativi comunali, a meno di poche eccezioni relative ai Comuni di Sassari, Porto Torres, Assemini ed Olbia, per cui sono state ritagliate delle aree con caratteristiche disomogenee. Ad esse si aggiunge il Comune di Capoterra che è stato inserito a fini cautelativi nella zona industriale poiché il suo territorio è compreso tra le aree industriali di Sarroch ed Assemini-Macchiareddu.

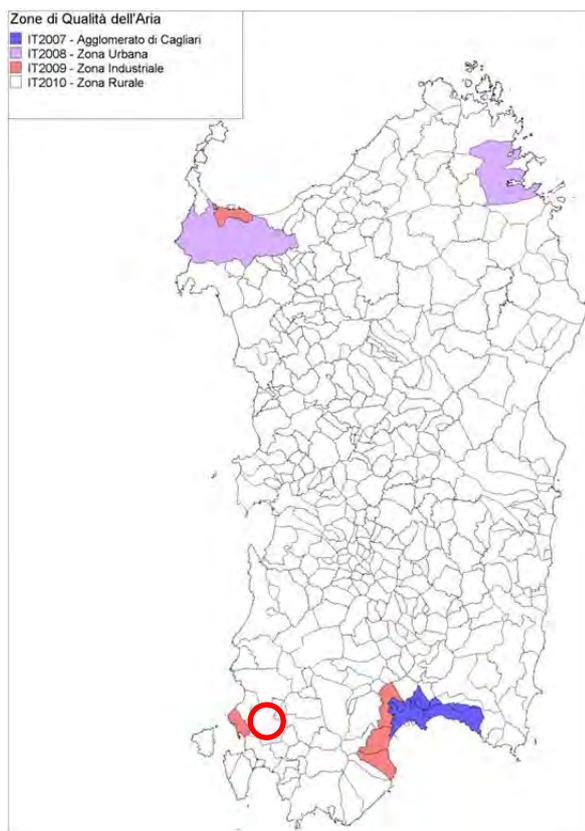


Figura 2.11: Zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010

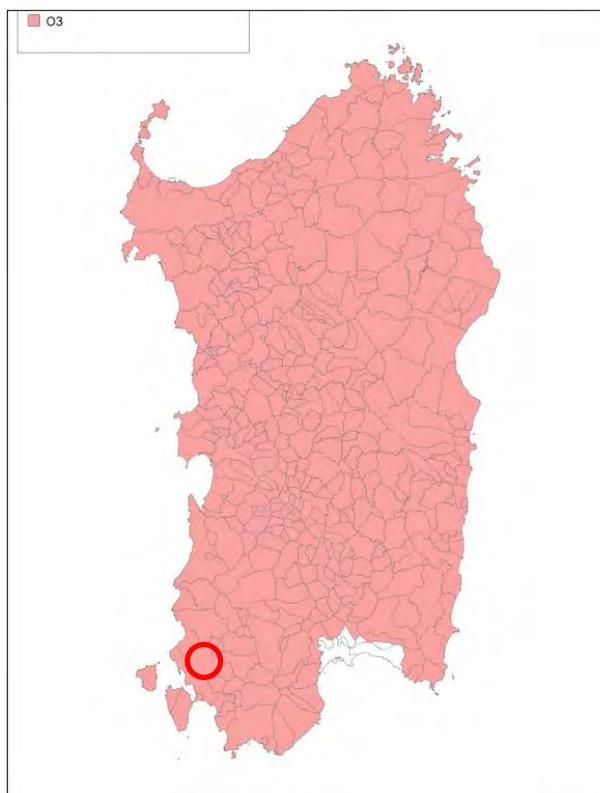


Figura 2.12: Zone di qualità dell'aria per l'ozono individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010

Le zone di qualità dell'aria sono state classificate in base al regime di concentrazione. A tal fine, coerentemente con i criteri stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., sono stati impiegati i dati di

monitoraggio utilizzati per le comunicazioni ufficiali al Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nel formato predisposto dalla Commissione europea per il reporting annuale (Decisione 2004/461/CE) e relativi al quinquennio 2007-2011.

Nella tabella seguente sono indicati con una X, gli inquinanti per cui si ritiene opportuno proseguire il monitoraggio in siti fissi, tra questi sono evidenziati in grigio quelli in cui sussiste l’obbligo di monitoraggio in base ai requisiti stabiliti dalla normativa.

Tabella 2.6: Classificazione delle zone di qualità dell’aria

INQUINANTE	IT2007 AGGLOMERATO DI CAGLIATI	IT2008 – ZONA URBANA	IT2009 – ZONA INDUSTRIALE	IT2010 - ZONA RURALE	IT2011 – ZONA PER L’OZONO
SO ₂		X	X		
NO ₂	X	X	X	X	
PM ₁₀	X	X	X	X	
PM _{2,5}	X	X			
As	X		X		
Cd	X		X		
Ni	X		X		
Bap	X	X	X	X	
Pb	X		X		
B	X	X			
CO	X	X			
O ₃					X

Valutazione della qualità dell’aria

La valutazione della qualità dell’aria è finalizzata all’acquisizione di una conoscenza approfondita del regime di concentrazione dei principali inquinanti atmosferici sul territorio regionale, per determinare l’eventuale presenza di situazioni di superamento o di rischio di superamento degli standard di qualità fissati dalla normativa e per garantire un’adeguata protezione della salute della popolazione.

La suddetta valutazione è stata effettuata utilizzando i dati disponibili ed applicando le metodologie previste dalla normativa per giungere ad un quadro il più possibile completo e rappresentativo della situazione reale.

In particolare, la valutazione è stata eseguita utilizzando i dati provenienti da:

- Monitoraggio in siti fissi, integrati con i risultati delle indagini preliminari;
- Modellistica.

La valutazione della qualità dell’aria è stata effettuata sovrapponendo i risultati dell’analisi di tutti i dati e le informazioni disponibili. Si riportano nel presente paragrafo le conclusioni sulle criticità rilevate nel territorio regionale, oggetto del presente Piano.

In base al regime di qualità dell’aria osservato o valutato con la modellistica per la Regione è possibile definire le seguenti tipologie di area:

6. Area di risanamento, ossia un'area in cui sono stati registrati dal monitoraggio in siti fissi dei superamenti degli standard legislativi e che richiede misure volte alla riduzione delle concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti per cui si osserva una criticità:
- o agglomerato di Cagliari, in riferimento alla media giornaliera del PM10;
 - o area di tutela, ossia un'area in cui si ritiene opportuno, sulla base dei risultati del monitoraggio integrati con quelli della modellistica, adottare misure finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria ed alla riduzione del rischio di superamento degli standard legislativi:
 - tutto il territorio regionale, in riferimento a NO2 e PM10;
 - zona industriale, in riferimento a SO2 e Cd;
 - zona industriale e agglomerato di Cagliari, in riferimento al benzo(a)pirene.

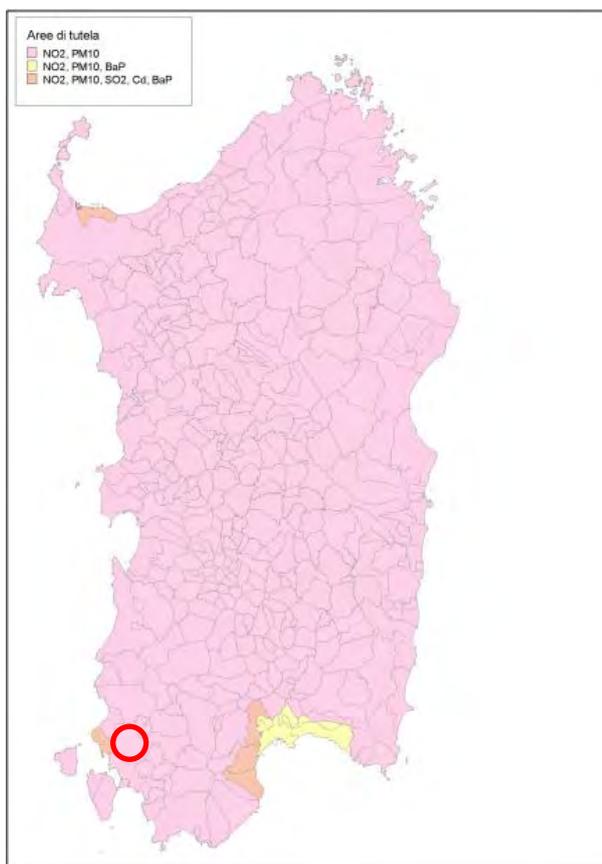


Figura 2.13: Aree di tutela

Al fine di determinare i settori su cui intervenire per tenere sotto controllo i livelli di inquinamento presenti su tutto il territorio regionale, preservare la migliore qualità dell'aria possibile ed evitare che insorgano delle situazioni di superamento, l'analisi delle sorgenti principali (key sources) è stata effettuata a partire dalle emissioni totali regionali, provenienti da tutte le sorgenti di inquinamento, per gli ossidi di azoto ed il PM₁₀.

Obiettivi del piano ai sensi dell'articolo 9

L'adozione di misure ai sensi dell'articolo 9 del D.Lgs. 155/2010 ha come obiettivo la riduzione dei livelli emissivi che principalmente contribuiscono alle situazioni di superamento al fine di ridurre le concentrazioni in aria ambiente e risolvere le criticità ambientali, giungendo al rispetto dei valori limite su tutto il territorio ed al mantenimento delle concentrazioni al di sotto di essi.

Con il presente piano sono adottate:



- Misure finalizzate al raggiungimento del rispetto del valore limite della media giornaliera del PM10 nell'agglomerato di Cagliari, ai sensi del comma 1 dell'articolo 9 del D.Lgs. 155/2010;
- Misure finalizzate a preservare la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile nella rimanente parte del territorio regionale.

Tabella 2.7: Misure tecniche di Tutela per il contenimento di PM10 e NO2 su tutto il territorio regionale

SETTORE	MISURA	DESCRIZIONE	LIVELLO DI ADOZIONE
Riscaldamento	Limitazione delle emissioni degli impianti di combustione nel settore terziario	Graduale eliminazione dell'utilizzo di olio combustibile, di gasolio e di legna negli impianti a bassa efficienza utilizzati nel settore terziario, a partire dal comparto pubblico, ovvero sostituzione degli impianti a bassa efficienza con impianti ad alta efficienza	Regionale
Attività produttive	Abbattimento delle polveri da cave, calcestruzzi e laterizi	Regolamento che introduca pratiche volte all'abbattimento delle polveri nel corso di attività estrattive o di movimentazione di materiale pulverulento	Regionale

Obiettivi del piano ai sensi dell'articolo 10

In base alle indicazioni del D.Lgs. 155/2010, i piani ai sensi dell'articolo 10 sono Piani di azione che includono misure a breve termine volte a ridurre il rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme o a limitare la durata degli eventuali episodi di superamento.

Nello specifico, il Piano d'azione della Regione Sardegna ha due obiettivi generali:

- La riduzione del rischio di superamento del valore limite della media giornaliera del particolato atmosferico (PM10) nell'agglomerato di Cagliari;
- La riduzione del rischio di superamento delle soglie di allarme di SO2 e dei valori obiettivo di IPA e metalli pesanti nella zona industriale.

Per quanto riguarda invece la gestione delle aree che ricadono nella zona industriale, bisogna distinguere due diverse necessità:

- La gestione delle situazioni di superamento;
- Il miglioramento della qualità dell'aria in riferimento ai metalli pesanti (in particolare, il cadmio) e agli idrocarburi policiclici aromatici.

Nel caso di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme di cui all'art. 10 del D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. rilevati presso le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete regionale, gestite dall'ARPAS, occorre seguire il seguente protocollo:

1. L'ARPAS comunica tempestivamente alla Regione, alla ex Provincia e al Comune competenti per territorio i superamenti e contestualmente ne dà informazione ai gestori degli stabilimenti
2. L'ARPAS interviene tempestivamente con un sopralluogo tecnico per verificare l'episodio, acquisisce informazioni, trasmettendole all'Autorità competente e all'Assessorato regionale della difesa dell'ambiente, alla ex Provincia e al Comune competenti per territorio.
3. La Regione predispone quindi le azioni necessarie, che includono:
 - o informazione della popolazione, anche per il tramite dei Comuni;
 - informazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
 - adozione di provvedimenti sull'attività produttiva, quali riduzione della potenza o blocco dell'attività, mantenendo informata l'Autorità competente, il Comune e la ex Provincia.

Obiettivi del piano ai sensi dell'articolo 13

L'obiettivo generale del piano è la riduzione delle concentrazioni di ozono al di sotto del valore bersaglio su tutto il territorio e la progressiva riduzione delle concentrazioni mirata al raggiungimento ovunque dell'obiettivo a lungo termine.

SETTORE	MISURA	DESCRIZIONE	LIVELLO DI ADOZIONE
Riscaldamento	Limitazione delle emissioni degli impianti di combustione nel settore terziario	Graduale eliminazione dell'utilizzo di olio combustibile, di gasolio e di legna negli impianti a bassa efficienza utilizzati nel settore terziario, a partire dal comparto pubblico	Regionale

Il progetto in esame risulta coerente con quanto definito dalla Regione Sardegna in materia di pianificazione per la tutela ed il risanamento della qualità dell'aria.

Piano di Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) è stato redatto, ai sensi dell'Art. 44 del D. Lgs. 152/99 e s.m.i., dal Servizio di Tutela delle Acque dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, con delibera della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006.

Il PTA costituisce un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art. 17, c. 6-ter della legge n. 183 del 1989 e s.m.i.

Il PTA è lo strumento conoscitivo, programmatico, dinamico che opera attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi, le misure necessarie alla tutela qualitativa del sistema idrico, il Piano contiene:

- I risultati dell'attività conoscitiva;
- L'individuazione degli obiettivi ambientali per specifica destinazione;
- L'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- Le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;
- Il programma di attuazione e verifica dell'efficacia degli interventi previsti.

Il piano suddivide il territorio regionale della Sardegna in 16 Unità Idrografiche Complesse (U.I.O.) costituite da bacini idrografici limitrofi e dai rispettivi tratti marino-costieri, per rispondere all'esigenza di circoscrivere le aree, esame di approfondimento.



Figura 2.14: Individuazione delle Unità idrografiche Omogenee

Il sito in esame ricade nell'unità idrografica del *Palmas* la quale non comprende fiumi di rilevanza regionale ma solo corsi d'acqua minore di carattere torrentizio tra cui il *Rio Flumentepido* che scorre poche centinaia di metri a nord del sito. Nell'unità è presente il bacino artificiale di *Monte Pranu* con una superficie di circa 436 ha ad uso potabile, industriale e agricolo.

La Figura 2.15 riporta le aree sensibili.

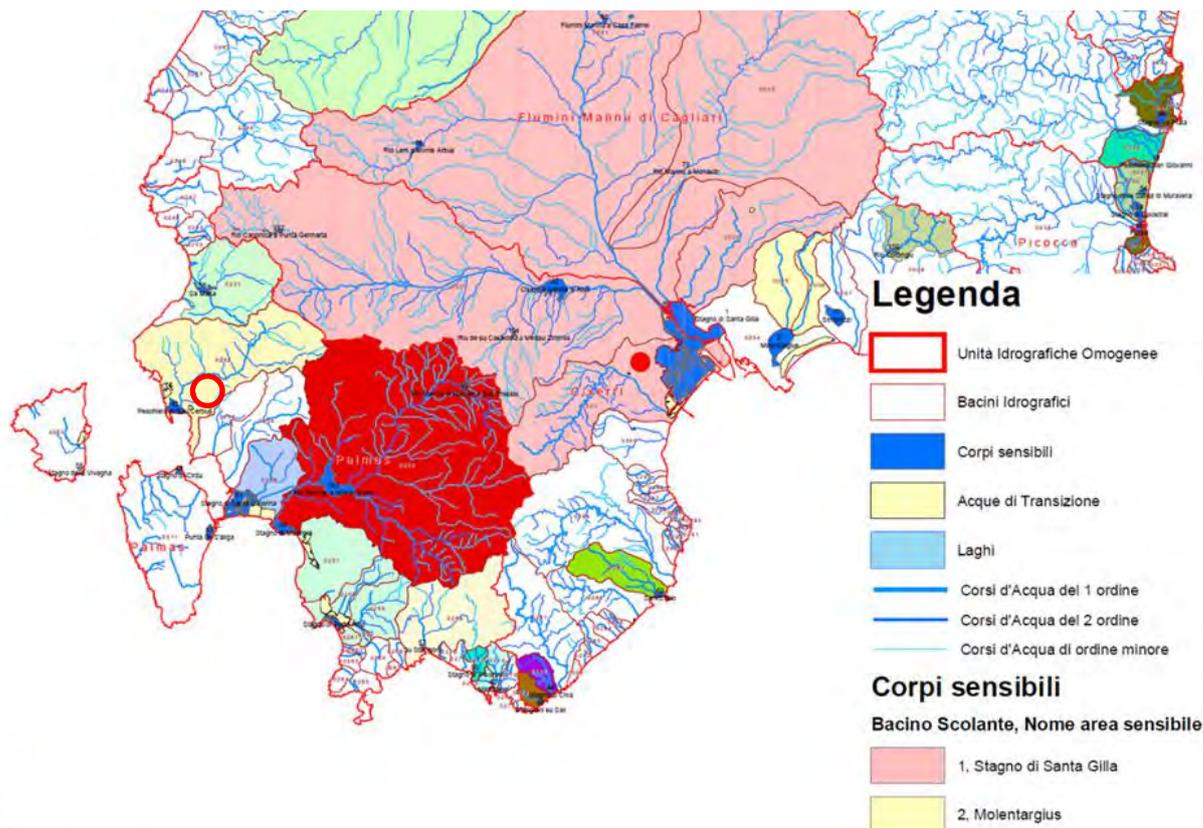


Figura 2.15: Stralcio TAV. 7 "Aree Sensibili", in rosso l'area di studio

Si evidenzia che il sito in esame non appartiene ad aree sensibili individuate dal piano

Nello stralcio seguente vengono individuate le Zone Vulnerabili dai Nitrati, così come individuate dal Piano.

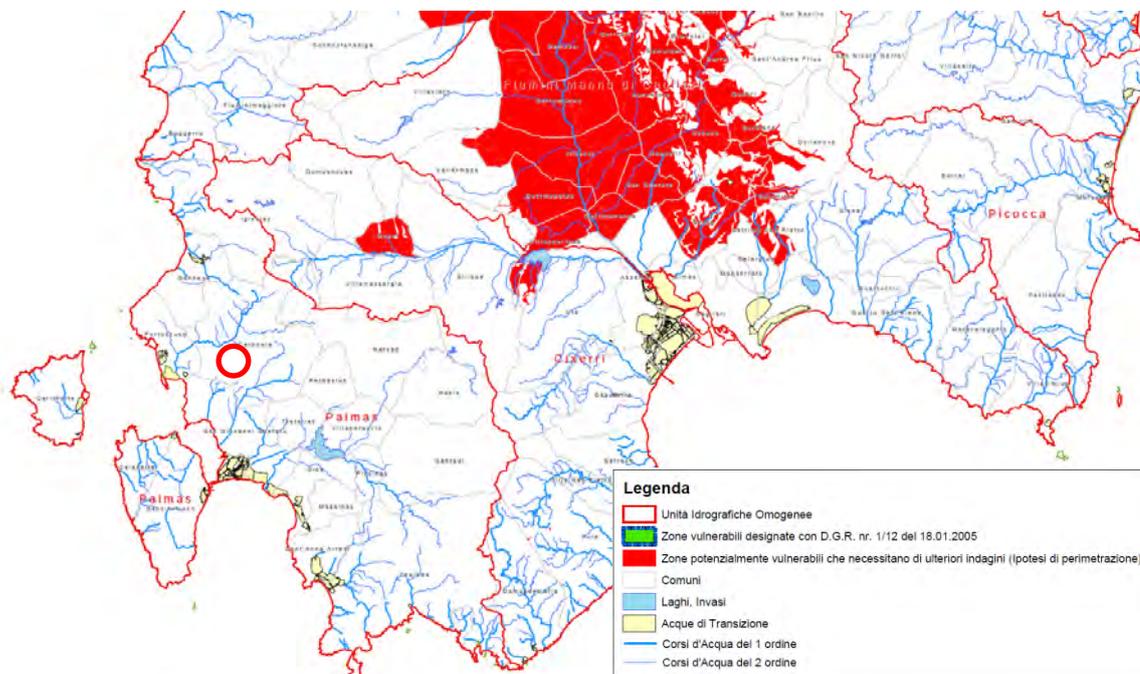


Figura 2.16: Stralcio TAV. 9 "Zone Vulnerabili dai Nitrati", in rosso l'area di studio

Si evidenzia che il sito in esame non ricade all'interno di Aree vulnerabili dai Nitrati individuate dal piano.

Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino unico regionale, è stato approvato con Decreto n. 67 del 10/07/2006 del Presidente della Regione Sardegna, successivamente integrato e modificato con specifiche varianti. Il PAI è stato redatto dalla Regione Autonoma della Sardegna ai sensi del comma 6 ter, dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" s.m.i., successivamente confluita nel D.lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale".

Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale e infra-regionale e sugli strumenti di pianificazione del territorio previsti dall'ordinamento urbanistico regionale. Secondo i principi indicati dalla Legge n. 183/1989, in quanto persegue finalità di salvaguardia di persone, beni ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici. Il P.A.I. è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Le Norme di Attuazione dettano linee guida, indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica e stabiliscono, rispettivamente, interventi di mitigazione ammessi al fine di ridurre le classi di rischio, e la disciplina d'uso delle aree a pericolosità idrogeologica.

Il PAI si applica nel bacino idrografico unico della Regione Sardegna, corrispondente all'intero territorio regionale, comprese le isole minori.

Il PAI è costituito dalla relazione di sintesi regionale, dalla cartografia delle aree a rischio, di quelle pericolose, degli elementi a rischio e dalle norme che ne regolano l'uso e le misure di salvaguardia.

Con deliberazione in data 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale suddivide il Bacino Unico Regionale in sette Sub-Bacini, già individuati nell'ambito del Piano per il Razionale Utilizzo delle Risorse Idriche della Sardegna (Piano Acque) redatto nel 1987. L'intero territorio della Sardegna è suddiviso in sette sub-bacini, ognuno dei quali caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale.



PAI Pericolosità Geomorfologica

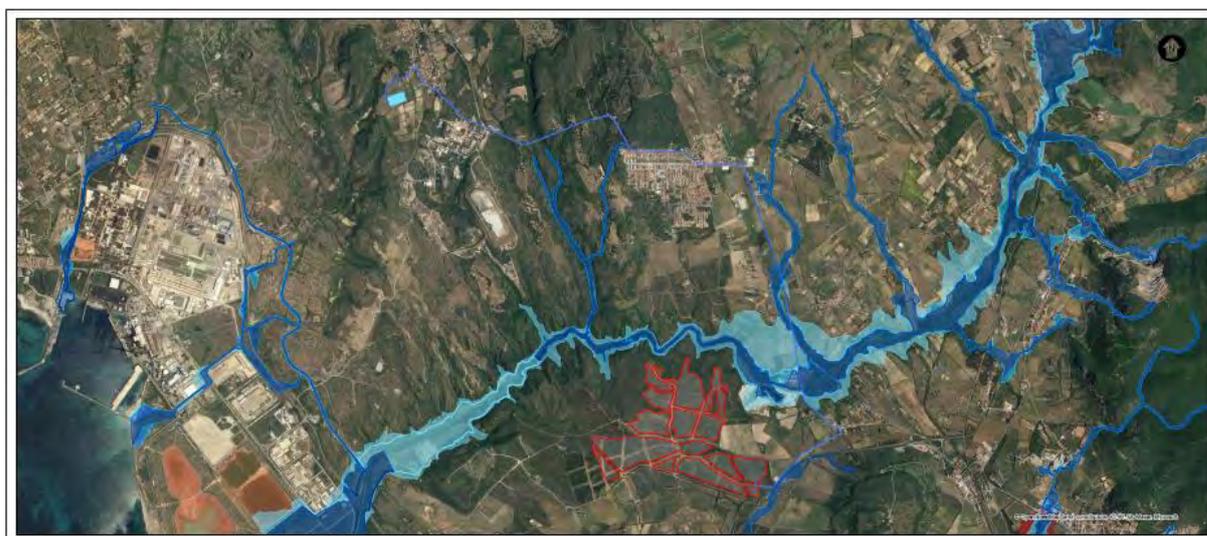
-  Area impianto
-  Linea di connessione
-  SE Terna e ampliamento

PAI - Pericolosità geomorfologica

-  Hg0
-  Hg1
-  Hg2
-  Hg3
-  Hg4

Figura 2.17: Pericolosità geomorfologica

La Figura 2.17 mostra che il sito in esame e la linea di connessione risultano essere interessate da Aree a Pericolosità Hg 0. il progetto è comunque accompagnato da Relazione Geologica e Geotecnica, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R05_Rev0_Relazione geologica e geotecnica.



PAI - Pericolosità Idraulica

-  Area impianto
-  Linea di connessione
-  SE Terna e ampliamento

PAI - Pericolosità Idraulica

-  Hi*
-  Hi0
-  Hi1
-  Hi2
-  Hi3
-  Hi4

Figura 2.18: Pericolosità Idraulica

In merito alle Aree a Pericolosità idraulica si evidenzia che il Sito, oggetto del seguente Studio di Impatto Ambientale non risulta essere interessato da Aree a Pericolosità Idraulica, la linea di connessione invece

risulta essere interessate da Aree a Pericolosità idraulica Hi1, Hi2, Hi3, Hi4. Il Piano in perito alle presenti perimetrazioni riporta quanto di seguito descritto.

Articolo 27. Disciplina delle Aree di Pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, in materia di interventi strutturali e non strutturali di sistemazione idraulica e riqualificazione degli ambienti fluviali - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:
 - A. le opere e gli interventi idraulici per migliorare la difesa dalle alluvioni e la sicurezza delle aree interessate da dissesto idraulico;
 - B. gli interventi per mantenere e recuperare le condizioni di equilibrio dinamico degli alvei dei corsi d'acqua;
 - C. le attività di manutenzione idraulica compatibile, compresi i tagli di piante, la riduzione di eccesso di vegetazione nell'alveo e nelle zone golenali, la rimozione dei sedimenti e di materiali, anche di origine antropica, trasportati dalla corrente, esclusivamente per garantire il regolare deflusso delle acque e gli interventi eseguiti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 14.4.1993 e della legislazione di settore della Regione Sardegna;
 - D. le opere di sistemazione e riqualificazione ambientale e fluviale dirette alla riduzione dei pericoli e dei danni potenziali da esondazione, rivolti a favorire la ricostituzione degli equilibri naturali, della vegetazione autoctona, delle cenosi di vegetazione riparia;
 - E. le opere urgenti degli organi di protezione civile o delle autorità idrauliche regionali competenti per la tutela di persone e beni in situazioni di rischio idraulico eccezionali.
 - F. nelle more della emanazione delle disposizioni di cui agli articoli 9, 10, 11 e 12 sono altresì ammessi gli interventi agro-silvo-pastorali comportanti modeste modificazioni all'assetto idrogeologico del territorio, conformi all'attuale destinazione e indispensabili per una corretta conduzione dei fondi, le recinzioni dei fondi agricoli prive di opere murarie e pervie al deflusso idrico e le linee di distribuzione irrigue aziendali totalmente interrato, previa valutazione positiva da parte dell'autorità idraulica competente per territorio sulla relazione di compatibilità idraulica e/o geologica- geotecnica.
 - G. gli interventi di bonifica ambientale di siti inquinati;
2. In materia di patrimonio edilizio pubblico e privato nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:
 - A. la demolizione di edifici sempre a condizione che i lavori non creino ostacoli al regolare deflusso delle acque;
 - B. la riparazione di edifici esistenti danneggiati da calamità naturali, compatibilmente con le norme nazionali e regionali vigenti, a condizione che non si tratti di ricostruzione anche parziale;
 - C. le opere di manutenzione ordinaria degli edifici, tutti gli altri interventi di edilizia libera di cui all'articolo 15 della L.R. 11 ottobre 1985, n. 23, comma 1 con esclusione di quelli di cui alle lettere d) e) j) e le opere di restauro e di risanamento conservativo degli edifici.
 - D. le opere di manutenzione straordinaria, a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, si dimostri per il singolo caso la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, anche prevedendo la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti e utilizzatori effettivamente insediabili negli edifici, con valutazione degli elementi relativi alla superficie



- abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975), alla tipologia di abitanti e/o di utilizzatori, alle differenti funzioni e modalità di utilizzo e alle fasce orarie diurne e/o notturne di prevalente utilizzo;
- E. gli interventi di manutenzione straordinaria che determinano frazionamenti o accorpamenti delle unità immobiliari con esecuzione di opere, anche se comportanti variazione delle superfici delle singole unità immobiliari, a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, si dimostri per il singolo caso la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, anche prevedendo la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti e utilizzatori effettivamente insediabili negli edifici, con valutazione degli elementi relativi alla superficie abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975), alla tipologia di abitanti e/o di utilizzatori, alle differenti funzioni e modalità di utilizzo e alle fasce orarie diurne e/o notturne di prevalente utilizzo;
 - F. con esclusione dei piani interrati e dei piani seminterrati, questi ultimi considerati con riferimento all'effettivo fenomeno di allagamento, e con esclusione degli interventi di demolizione e ricostruzione, gli interventi di ristrutturazione edilizia senza aumento della superficie abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975) delle singole unità immobiliari a destinazione residenziale, anche con modifiche ai prospetti, a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrata per il singolo caso la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti, anche prevedendo nel caso dei piani terra la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale quali la sopraelevazione del piano di calpestio, le necessarie opere per rendere gli edifici impermeabili all'acqua e adattabili alle situazioni di piena;
 - G. con esclusione dei piani terra, interrati e seminterrati, gli ampliamenti delle singole unità immobiliari a destinazione residenziale ai sensi dell'art. 11 della LR 11 ottobre 1985, n. 23 e s.m.i e della direttiva di cui all'articolo 43 della LR n. 11 del 2017, con un limite massimo del 30 per cento del volume urbanistico esistente, a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato per il singolo caso, anche prevedendo la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti effettivamente insediabili negli edifici;
 - H. con la finalità di riqualificare il patrimonio esistente sotto l'aspetto dell'adattamento ai fenomeni di alluvione, di ridurre il consumo di suolo e di migliorare la tutela della pubblica incolumità, previa specifica deliberazione del Consiglio Comunale su proposta del privato interessato, gli interventi per ridurre la vulnerabilità degli edifici con destinazione residenziale esistenti nei centri edificati, anche mediante demolizione e ricostruzione, a condizione che lo studio di compatibilità dimostri la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti effettivamente insediabili negli edifici e senza aumento della superficie abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975); lo studio di compatibilità, inoltre, individua i necessari interventi di adattamento ai fenomeni di allagamento, di realizzazione di misure di protezione locale ed individuale, di sopraelevazione, anche con previsione di pilotis, del piano di calpestio a quota superiore alla piena con tempo di ritorno pari a 100 anni, di previsione di opere per la micro-laminazione diffusa mediante vasche di raccolta dell'acqua piovana, di divieto di nuovi locali interrati e seminterrati, di dismissione obbligatoria e irreversibile dei locali interrati e seminterrati esistenti e di realizzazione di altre misure di autoprotezione individuale, comprese quelle per rendere gli edifici impermeabili

all'acqua e adattabili alle situazioni di piena, e quelle per la identificazione di luoghi sicuri per le persone posti al di sopra del livello della piena con tempo di ritorno pari a 500 anni.

- I. gli interventi di adeguamento igienico-sanitario degli immobili adibiti a residenza anche stagionale o a servizi, con particolare riferimento a quelli resi obbligatori da norme di legge statale o regionale ovvero a quelli indispensabili per garantirne la funzione collegata alla destinazione d'uso, con realizzazione dei relativi volumi tecnici indispensabili. Al fine di garantire condizioni igienico sanitarie a tutela della salute pubblica connessa a situazioni di dichiarate emergenze sanitarie, possono essere realizzate strutture amovibili a servizio di attività principali di pubblici esercizi e/o attività produttive, di entità commisurata a quella dell'esercizio principale, a condizione che il proponente si obblighi a definire le regole comportamentali e gestionali da tenere in occasione di eventi alluvionali e di allerte per rischio idrogeologico e/o idraulico e, in caso di emanazione di avviso di elevata criticità per rischio idrogeologico e/o idraulico (allerta rossa e arancione) a sospendere l'utilizzo di tale strutture.
- J. le opere di adeguamento richieste dalla normativa in materia di protezione dai terremoti, sicurezza ed igiene sul lavoro, superamento delle barriere architettoniche, prevenzione degli incendi, tutela di beni archeologici, storici, artistici e culturali, con realizzazione dei relativi volumi tecnici indispensabili;
- K. i mutamenti di destinazione d'uso secondo la disciplina di cui all'art. 11 della LR 11 ottobre 1985, n. 23 e s.m.i. 43 della LR e della direttiva di cui all'articolo n. 11 del 2017, compatibili con gli elementi formali e strutturali degli edifici, a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrata per il singolo caso la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, anche prevedendo la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti e utilizzatori effettivamente insediabili negli edifici, con valutazione degli elementi relativi al non aumento della superficie abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975), alla tipologia di abitanti e/o di utilizzatori, alle differenti funzioni e modalità di utilizzo e alle fasce orarie diurne e/o notturne. Limitatamente alle unità immobiliari site ai piani interrati e/o seminterrati, aventi destinazioni d'uso diverse da quella residenziale è sempre escluso il mutamento di destinazione d'uso in residenziale, o turistico-ricettiva; per le unità immobiliari site al piano terra il suddetto mutamento è consentito nel rispetto dei presupposti sopra indicati, a condizione che non sia incrementato neppure uno dei fattori che concorrono a determinare il rischio specifico nella formulazione di cui al punto 2.1 del D.P.C.M. 29.09.1998.
- L. la realizzazione e l'integrazione di impianti privati di depurazione, di apparecchiature tecnologiche, di impianti per l'impiego di fonti energetiche rinnovabili e per il contenimento dei consumi energetici, unitamente alla realizzazione dei connessi volumi tecnici, a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, si dimostri che si tratta di interventi a servizio di singoli edifici, conformi agli strumenti urbanistici e valutati indispensabili per la funzionalità degli edifici o vantaggiosi dall'autorità competente per la concessione o l'autorizzazione e che le opere non modificano significativamente il regolare deflusso della corrente
- M. le opere di sistemazione e manutenzione di superfici inedificate o scoperte di edifici, compresi rampe di accesso, recinzioni, muri a secco, contenimenti in pietrame, terrazzamenti, siepi, impianti a verde, pergole e coperture a condizione che, con apposita

- relazione asseverata del tecnico incaricato, si dimostri che le opere non modificano significativamente il regolare deflusso della corrente
- N. la realizzazione di ricoveri mobili per animali da allevamento, di manufatti mobili adibiti a ricovero transitorio degli addetti alle attività pastorali, di manufatti per il foraggiamento della selvaggina.
3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:
- A. gli interventi di manutenzione ordinaria;
 - B. gli interventi di manutenzione straordinaria;
 - C. gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;
 - D. gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali;
 - E. gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;
 - F. gli interventi di ampliamento della piattaforma viaria di attraversamenti esistenti, a seguito di realizzazione di opere quali allargamento delle corsie e della banchina, realizzazione di marciapiedi e di corsie ciclabili anche in aggetto, con la prescrizione che non vi sia riduzione della sezione idraulica, che sia verificato il fatto che le nuove opere non determinino sul ponte possibili effetti negativi di tipo idrostatico e dinamico indotti dalla corrente e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di interventi di sostituzione totale e/o adeguamenti straordinari dell'attraversamento esistente; tali interventi sono ammissibili nel rispetto delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC) di cui all'art. 52 del D.P.R. n. 380/2001 e delle relative circolari applicative, a condizione che sia redatta una relazione asseverata avente i contenuti tecnici di cui alla "Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza delle infrastrutture esistenti di attraversamento viario o ferroviario del reticolo idrografico della Sardegna né delle altre opere interferenti"
 - G. la ricostruzione di infrastrutture a rete distrutte o danneggiate da calamità naturali, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;
 - H. A seguito di calamità naturali, ancorché già avvenute, cui siano conseguiti rilevanti danni a elementi delle infrastrutture a rete, pubbliche o di interesse pubblico, tali da aver determinato condizioni critiche nella accessibilità a centri abitati e a ampi comprensori caratterizzate da aziende o unità produttive in essi distribuite, previa specifica deliberazione della Giunta Regionale che, sulla base di motivata deliberazione dei consigli comunali degli enti locali interessati, dia atto delle condizioni di eccezionalità, urgenza e di rilevanza socio-economica, può essere assentita la realizzazione di opere provvisorie e temporanee di attraversamento dei corsi d'acqua e dei relativi elementi accessori, anche qualora non sia possibile il rispetto del franco idraulico e delle altre condizioni imposte dalla vigente normativa sulle costruzioni. La deliberazione comunale dovrà accertare che non vi siano alternative tecniche ed economiche sostenibili di immediata realizzabilità, stabilire che per le suddette opere sia identificato il periodo massimo di utilizzo in base al tempo necessario a realizzare interventi definitivi e ogni opportuno provvedimento atto a garantire l'esercizio dell'infrastruttura in condizioni di rischio residuo compatibile, mediante la previsione e



l'approntamento di adeguate misure attive di protezione civile con particolare riferimento alla tutela della pubblica incolumità;

- I. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale; che eventuali manufatti connessi alla gestione e al funzionamento delle condotte e dei cavidotti emergano dal piano di campagna per un'altezza massima di un metro e siano di ingombro planimetrico strettamente limitato alla loro funzione; che i componenti tecnologici, quali armadi stradali prefabbricati, siano saldamente ancorati al suolo o agli edifici, in modo da evitare scalzamento e trascinamento, abbiano ridotto ingombro planimetrico e altezza massima strettamente limitata alla loro funzione tecnologica e, comunque, siano tali da non ostacolare, in maniera significativa il deflusso delle acque; che, nelle situazioni di parallelismo, le condotte e i cavidotti non ricadano in alveo, né in area golenale; che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico
- J. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale; che eventuali manufatti connessi alla gestione e al funzionamento delle condotte e dei cavidotti emergano dal piano di campagna per una altezza massima di un metro e siano di ingombro planimetrico strettamente limitato alla loro funzione; che i componenti tecnologici, quali armadi stradali prefabbricati, siano saldamente ancorati al suolo o agli edifici in modo da evitare scalzamento e trascinamento, abbiano ridotto ingombro planimetrico e altezza massima strettamente limitata alla loro funzione tecnologica e comunque siano tali da non ostacolare in maniera significativa il deflusso delle acque; che, nelle situazioni di parallelismo, le condotte e i cavidotti non ricadano in alveo né in area golenale; che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico; altresì, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora i suddetti interventi di allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi utilizzino infrastrutture esistenti di attraversamento per le quali non è garantito il franco idraulico: i predetti interventi sono ammissibili a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che non vi è riduzione della sezione idraulica, che sia verificato il fatto che il posizionamento del cavidotto non determini sul ponte possibili effetti negativi di tipo idrostatico e dinamico indotti dalla corrente e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di interventi di sostituzione totale e/o adeguamenti straordinari dell'attraversamento esistente; ancora, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme per le opere di immissione in un elemento idrico del reticolo idrografico di nuove reti quali quelle di drenaggio, a condizione che, con apposita relazione asseverata, venga dimostrato che non vi è riduzione della sezione idraulica del corpo idrico recettore, che in

- corrispondenza del manufatto di scarico non si determini erosione delle sponde, del fondo o di eventuali argini, ovvero non comporti alterazioni alle arginature o ai sistemi di protezione presenti, che siano stati adottati tutti gli accorgimenti per impedire, soprattutto in presenza di arginature, la risalita di volumi idrici verso il lato campagna in caso di eventi di piena nel corso d'acqua recettore, e che nel caso di reti di drenaggio non si determinino significativi trasferimenti di portate da bacini esterni contigui;
- K. i nuovi interventi di edilizia cimiteriale che prevedono la realizzazione di volumetrie, purché realizzati nelle porzioni libere interne degli impianti cimiteriali esistenti;
- L. nuove infrastrutture, strutture di servizio ed insediamenti mobili, preferibilmente provvisori, destinati ad attrezzature per il tempo libero, la fruizione occasionale dell'ambiente naturale, le attività sportive e gli spettacoli all'aperto.
4. Nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata resta comunque sempre vietato realizzare:
- A. strutture e manufatti mobili e immobili, ad eccezione di quelli a carattere provvisorio o precario indispensabili per la conduzione dei cantieri o specificamente ammessi dalle presenti norme;
- B. protezioni di colture agricole con rilevati capaci di ostacolare il deflusso delle acque;
- C. cambiamenti colturali o nuove colture arboree capaci di ostacolare il deflusso delle acque o di pregiudicare la stabilità degli argini;
- D. nuovi impianti o ampliamenti di impianti di trattamento, smaltimento e di recupero dei rifiuti⁸⁸;
- E. nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;
- F. nuovi stabilimenti o ampliamenti di stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del decreto legislativo 17.8.1999, n. 334, "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose";
- G. nuovi impianti tecnologici fuori terra ad eccezione dei ripetitori e dei tralicci per il trasporto dell'energia elettrica e di quelli espressamente consentiti dalle presenti norme; nel caso in cui le linee aeree per il trasporto dell'energia determinino l'attraversamento di un corso d'acqua, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che i sostegni sono posizionati il più distante possibile dall'alveo e dalle golene, che il sistema sostegno-fondazione risulti adeguatamente dimensionato e verificato anche rispetto a tutte le possibili azioni di tipo idrostatico e dinamico indotte dalla corrente e che le linee aeree garantiscano un adeguato franco sulla piena 200 anni con valore minimo pari a 1,5 metri;
5. Per gli impianti e gli stabilimenti di cui al comma precedente, lettere d., e., f., g., esistenti alla data di approvazione del PAI, sono ammessi:
- A. l'adeguamento tecnico alle normative in vigore;
- B. la manutenzione ordinaria o straordinaria;
- C. l'ampliamento dei soli volumi tecnici non altrimenti localizzabili e senza alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili necessari per migliorare le condizioni igienico-sanitarie, di esercizio, di efficiente funzionamento e di sicurezza, salve le verifiche di sicurezza di cui all'articolo 22;
- D. completamenti di impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, conformi alla pianificazione di settore (Piano di tutela delle acque), per i quali sia necessaria, ai fini dell'adeguamento alle normative comunitarie, nazionali e regionali vigenti, l'esecuzione di interventi di modifica, integrazione e potenziamento funzionale, a condizione che gli

eventuali nuovi manufatti ricadano ordinariamente entro l'area dell'impianto esistente, previa redazione di uno studio di compatibilità idraulica di cui all'art 24. Nello studio sono anche ricomprese le misure strutturali e non strutturali atte alla gestione del rischio, comprese le regole comportamentali e gestionali da tenere in occasione di eventi alluvionali e di allerte per rischio idrogeologico e/o idraulico, anche identificando luoghi sicuri per le persone posti al di sopra della piena con tempo di ritorno pari a 500 anni; d.gli adeguamenti tecnici per eliminare o mitigare i rischi idraulici, anche in relazione alle verifiche di cui all'articolo 22.

6. Sono inoltre consentiti le ricerche e i prelievi idrici purchè in tutte le aree pericolose le relative opere siano realizzate, attrezzate e mantenute in modo da non produrre erosione dei suoli, fenomeni di subsidenza o alterazioni permanenti della circolazione idrica naturale e comunque tali da non pregiudicare o aggravare la situazione esistente. Per tali attività, dovranno essere acquisiti tutti i nullaosta o autorizzazioni previste dalla normativa di settore.
7. Lo studio di compatibilità idraulica di cui all'art.24:
 - A. è richiesto per tutti gli interventi consentiti dal comma 1, fatta eccezione per quelli di cui alle lettere c) ed e).
 - B. è richiesto per gli interventi di cui al comma 2, lettera e);
 - C. è richiesto per gli interventi di cui al comma 3, lettere e), e-bis), f), f bis), g), h) limitatamente al primo periodo, i)
 - D. è richiesto per gli interventi di cui al comma 5, lettere a, c, c1, d;
 - E. è richiesto per gli interventi di cui al comma 5 bis. 6 bis⁹³. Gli interventi di cui al comma 2, lett. i) e l) sono corredati da relazione da parte del tecnico incaricato dal soggetto proponente che assevera motivatamente per il caso specifico il rispetto delle previsioni e finalità delle presenti norme di attuazione.

Articolo 27 – bis. Disciplina delle attività delle aziende agricole, pastorali e selvicolturali nelle aree di pericolosità molto elevata (Hi4)

1. All'interno delle zone perimetrate per pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) è consentito, in coerenza con le finalità e i principi generali stabiliti dagli articoli 10, 11 e 12 e in considerazione degli aspetti socio-economici, lo svolgimento delle attività e la realizzazione di fabbricati e di impianti delle aziende agricole, pastorali, selvicolturali e delle aziende dedite ad acquacoltura e itticultura senza aumento del rischio, ad eccezione dell'eventuale incremento intrinsecamente connesso a tali attività ed impianti.
2. Dalle previsioni del comma 1 sono escluse le fasce della profondità di 50 metri dal piede esterno degli argini dei corsi d'acqua.
3. Nelle aree di cui al comma 1 sono permesse le attività delle aziende agricole, zootecniche e selvicolturali e la realizzazione dei fabbricati e degli impianti connessi alla loro conduzione e alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, purchè in condizioni di massima sicurezza idraulica possibile, previa presentazione da parte del proponente di studio di compatibilità e di sicurezza idraulica.
4. Lo studio di compatibilità e di sicurezza idraulica è redatto con i contenuti dell'articolo 24 e identifica, altresì, le adeguate misure e gli interventi per limitare la vulnerabilità degli edifici e dei manufatti e per consentire la tutela della pubblica incolumità. I fabbricati e gli impianti sono realizzabili qualora, compatibilmente con le esigenze aziendali, non siano localizzabili nell'ambito dell'azienda esternamente alle aree di pericolosità molto elevata (Hi4) e sia dimostrato il rispetto delle norme relative alle buone condizioni agronomiche e ambientali (BCAA) per gli aspetti legati alla manutenzione della rete idraulica aziendale e della baulatura e al mantenimento delle condizioni locali specifiche per limitare l'erosione.

5. Lo studio di compatibilità e di sicurezza idraulica, inoltre, individua gli interventi di adeguamento e di realizzazione delle misure di protezione locale ed individuale, la dismissione obbligatoria e irreversibile dei locali interrati e seminterrati eventualmente esistenti nell'azienda e le altre misure di autoprotezione individuale, comprese quelle per rendere gli edifici impermeabili all'acqua e adattabili alle situazioni di piena. Nello studio sono anche ricomprese le misure strutturali e non strutturali atte alla gestione del rischio, comprese le regole comportamentali e gestionali da tenere in occasione di eventi alluvionali e di allerte per rischio idrogeologico e/o idraulico, anche identificando luoghi sicuri per le persone posti al di sopra della piena con tempo di ritorno pari a 500 anni. In caso di emanazione di avviso di elevata criticità per rischio idrogeologico e/o idraulico (allerta rossa) sono vietate le attività lavorative dell'azienda, salvo quelle strettamente necessarie per la sanità animale.
6. Al fine di limitare al massimo gli ostacoli per il deflusso della piena, nel rispetto delle norme urbanistiche vigenti per le zone agricole, i fabbricati e impianti di cui ai commi precedenti non possono eccedere la superficie coperta massima pari a 1500 mq nel caso di superficie aziendale superiore ai 100 ettari e pari a 1000 mq in tutti gli altri casi. Da tali limiti sono escluse le serre e gli altri sistemi di protezione delle colture. E', inoltre, sempre vietato realizzare nuovi edifici a destinazione residenziale, turisticoricettiva e punti di ristoro nonché effettuare mutamenti di destinazione d'uso di edifici esistenti per adibirli a tali funzioni.
7. Le nuove costruzioni e gli incrementi di volume o di superficie utile sono consentiti a condizione che siano realizzati per sopraelevazione a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna e comunque a quote superiori a quelle della piena con tempo di ritorno pari a 100 anni, comprese le vie d'accesso, prevedendo idonee opere d'arte per renderle pervie. Sono escluse dall'obbligo della sopraelevazione le strutture per il ricovero e la custodia di attrezzi e macchinari e le serre purchè siano realizzate con sistemi costruttivi pervi che consentano, per quanto possibile, il massimo deflusso delle acque, siano orientate e distanziate opportunamente in direzione parallela alla corrente prevalente e interrotte da idonei varchi trasversali al massimo ogni 75 metri.
8. Oltre a quanto previsto al precedente articolo 4, comma 8, in sede di rilascio di titolo abilitativo il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine a risarcimenti e rimborsi nel caso di allerte e nel caso di eventuali futuri danni a cose o persone comunque derivanti dal dissesto segnalato.
9. I comuni sono obbligati ad adeguare i piani di protezione civile per tenere conto di tali aziende ubicate in aree di pericolosità molto elevata (Hi4).
10. Sono esclusi dalle previsioni di cui al comma 1 i Comuni che non abbiano predisposto i piani comunali di protezione civile per rischio idraulico e idrogeologico di cui al Decreto Legislativo n. 1 del 2 gennaio 2018 "Codice della Protezione Civile".

Articolo 28. Disciplina delle Aree di pericolosità Idraulica elevata (Hi3)

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica elevata sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, alle medesime condizioni stabilite nell'articolo 27.
2. Nelle aree di pericolosità idraulica elevata valgono i divieti generali di cui all'articolo 27, comma 4.
3. In materia di patrimonio edilizio sono inoltre consentiti esclusivamente:
 - A. demolizioni e ricostruzioni nello stesso sito nonché modifiche delle destinazioni d'uso, compatibili con gli elementi formali e strutturali preesistenti degli edifici, per migliorare l'efficienza di interventi di restauro e risanamento conservativo degli edifici;
 - B. ampliamenti in occasione di adeguamenti con le finalità di cui all'articolo 27, comma 2, lettere e., f., a condizione che le rispettive motivazioni siano espressamente certificate, valutate ed assentite nella concessione o nell'autorizzazione, escludendo comunque i piani

- interrati e sempre a condizione che gli ampliamenti siano collocati a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna e comunque a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni;
- C. interventi di ristrutturazione edilizia, a condizione che le nuove superfici per uso abitativo o per uso economicamente rilevante siano realizzate escludendo comunque i piani interrati e sempre a condizione che gli ampliamenti siano realizzati a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna e comunque a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni;
 - D. nuovi impianti tecnologici destinati a migliorare l'uso e la funzionalità degli immobili;
 - E. la realizzazione di manufatti non rilevanti dal punto di vista edilizio-urbanistico
4. In deroga a quanto stabilito in via generale nel comma 3, nei soli centri edificati definiti ai sensi della normativa regionale o ai sensi dell'articolo 18 della legge n. 865/1971 le opere sul patrimonio edilizio pubblico e privato esistente sono disciplinate dagli strumenti urbanistici e dai regolamenti edilizi vigenti alla data di approvazione del PAI. Le nuove costruzioni e gli incrementi di volume o di superficie utile sono tuttavia consentiti nelle sole zone urbane edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ma escluse le aree libere di frangia, e sempre a condizione di essere realizzati per sopraelevazione a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna e comunque a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni. Sono vietate la sopraelevazione del piano naturale di campagna e la realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati.
5. In ulteriore deroga a quanto stabilito in via generale nel comma 3, nelle zone territoriali di cui al D.M. 2.4.1968, n. 1444 destinate ad usi agricoli possono essere realizzati, per una sola volta e con riferimento all'intera superficie del fondo esistente alla data di approvazione del PAI, nuovi edifici non altrimenti localizzabili nell'ambito dell'azienda agricola purché destinati al servizio delle attività agricole o a residenza dei conduttori del fondo, nei limiti delle densità fondiari previste dagli strumenti urbanistici, sempre a condizione di collocare le vie di accesso e le superfici abitabili o utili a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna e comunque a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni. Sono vietate la sopraelevazione del piano naturale di campagna e la realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati.
6. In tutte le zone territoriali omogenee, compatibilmente con i vincoli di tutela ambientale o paesistica, è consentito il recupero funzionale a fini residenziali, esclusivamente per le necessità dei conduttori dei fondi agricoli, di edifici ed annessi rustici esistenti alla data di approvazione del PAI e divenuti non idonei alla conduzione degli stessi fondi. 7. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico è consentita la realizzazione di tutte le tipologie di sottoservizi a rete. 8.99 Gli interventi di cui al comma 3, lett. a) b) c) d) sono corredati da relazione da parte del tecnico incaricato dal soggetto proponente che assevera motivatamente per il caso specifico il rispetto delle previsioni e finalità delle presenti norme di attuazione. Lo studio di compatibilità idraulica di cui all'art. 24 è richiesto per gli interventi di cui ai commi 4, 5, 6 e 7.

Articolo 29. Disciplina delle Aree di Pericolosità idraulica media (Hi2)

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica media sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, alle medesime condizioni stabilite negli articoli 27 e 28.
2. Sono inoltre consentiti esclusivamente:
 - A. le nuove costruzioni nei centri edificati;
 - B. i cambiamenti di destinazione d'uso nei centri edificati, nelle zone residenziali e nelle zone di verde privato, anche relativi ai fabbricati rurali esuberanti per la conduzione dell'azienda

- agricola, purché compatibili con le caratteristiche formali e strutturali preesistenti degli edifici;
- C. i cambiamenti di destinazione d'uso al di fuori delle zone di cui alla precedente lettera b, con eventuali aumenti di superficie o volume e di carico urbanistico non superiori al 30%, a condizione di essere finalizzati a servizi pubblici e di pubblica utilità o ad attività terziarie ed attività diverse compatibili con le condizioni di pericolosità idraulica media;
 - D. gli ampliamenti, le sopraelevazioni e le integrazioni di volumi e superfici utili a destinazione d'uso immutata in tutte le zone territoriali omogenee;
 - E. la realizzazione di volumi per attività agrituristica nelle sedi delle aziende agricole;
 - F. le nuove costruzioni, le nuove attrezzature e i nuovi impianti previsti dagli strumenti urbanistici vigenti nelle zone territoriali omogenee di tipo D, E, F;
 - G. gli interventi di edilizia cimiteriale con aumento di capacità non superiore al 30%;
 - H. la realizzazione di parcheggi pertinenziali a raso ai sensi dell'articolo 9 della legge 24.3.1989, n. 122, "Disposizioni in materia di parcheggi, programma triennale per le aree urbane maggiormente popolate, nonché modificazioni di alcune norme del testo unico sulla disciplina della circolazione stradale";
 - I. l'ampliamento degli immobili destinati ad esercizi alberghieri o di somministrazione di pasti e bevande,
 - J. gli ampliamenti e le nuove realizzazioni di insediamenti produttivi, commerciali e di servizi;
 - K. la realizzazione, l'ampliamento e la ristrutturazione di opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.
3. Tutti gli interventi del precedente comma sono consentiti a condizione che per essi non sia prevista la realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati.100;
4. Lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 è richiesto per gli interventi di cui al comma 2, lettere a., c., d., e., f., g., h., i., l., m.
5. Le modifiche e gli ampliamenti relativi agli stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del decreto legislativo 17.8.1999, n. 334, "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose", eventualmente ubicati nelle aree di pericolosità idraulica media, sono decise secondo il criterio di precauzione applicando le modalità di valutazione di cui al punto 6.3 dell'Allegato al decreto del Ministro dei lavori pubblici 9.5.2001 "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante".

Articolo 30. Disciplina delle Aree di Pericolosità Idraulica moderata (Hi1)

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.
2. Per i corsi d'acqua o per i tratti degli stessi studiati mediante analisi idrologico-idraulica, nelle aree individuate mediante analisi di tipo geomorfologico che si estendono oltre le fasce di pericolosità moderata individuata col criterio idrologico idraulico si applica la disciplina di cui al comma 1.

In merito a quanto sopra esposto si evidenzia che il progetto è accompagnato da Relazione Idrologica e Idraulica, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R06_Rev0_Relazione Idrologica e idraulica.

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

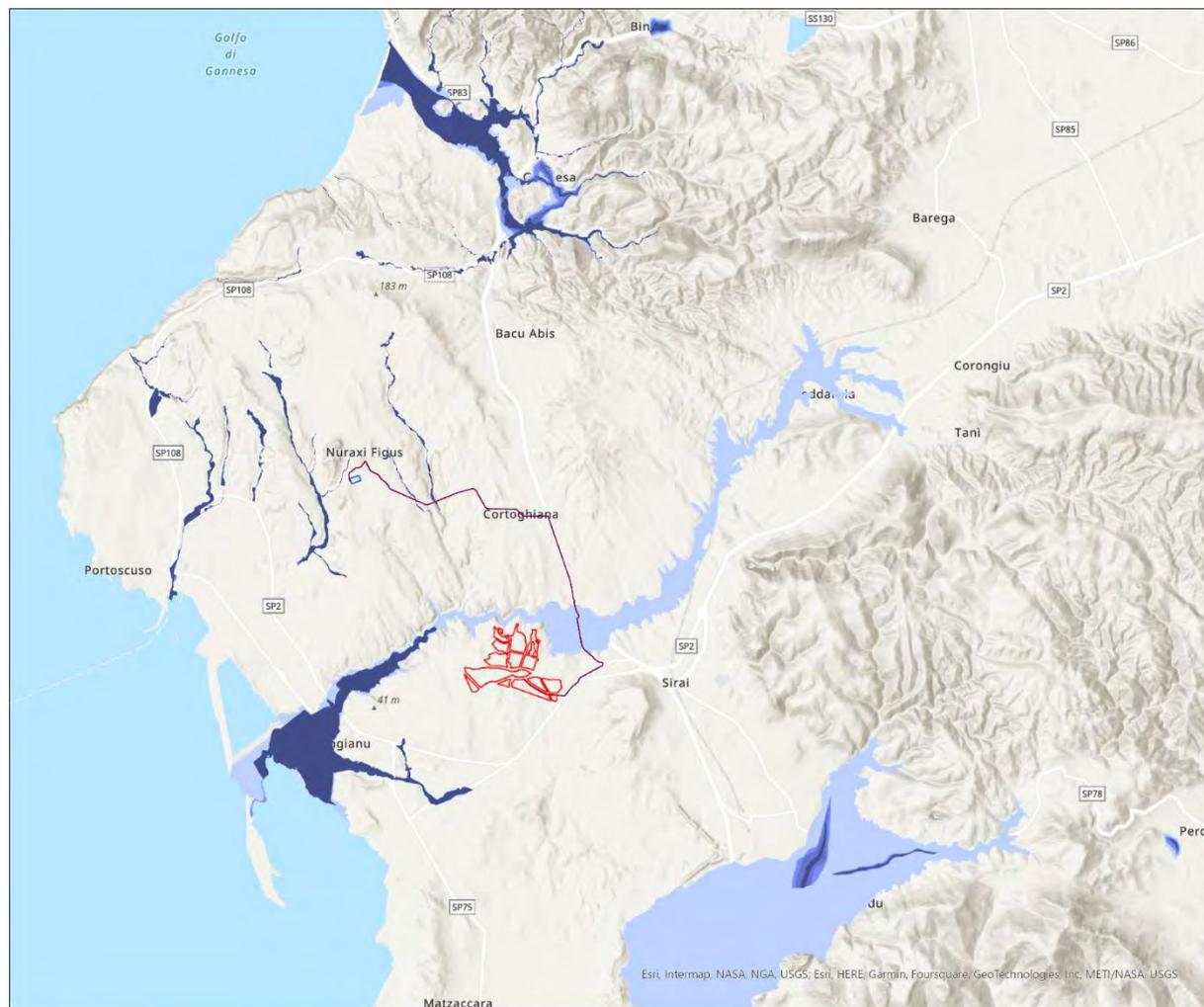
Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Sardegna è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 30 del 06/02/2017.

Il Piano è stato redatto in recepimento della direttiva 2007/60/CE e del decreto di recepimento nazionale, D.lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 “Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”. All’interno del Piano sono ricompresi tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali, specifici per ogni sottobacino di riferimento.

Ricomprensive al suo interno anche una sintesi dei contenuti dei Piani urgenti di emergenza predisposti ai sensi dell’art. 67, c. 5 del D.lgs. 152/2006 ed è pertanto redatto in collaborazione con la Protezione Civile per la parte relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico. Il Piano si configura come uno strumento trasversale che raccorda la pianificazione territoriale esistente che può avere interrelazioni con la gestione delle alluvioni.

Il PGRA individua strumenti operativi per la gestione globale del fenomeno alluvionale, fornendo al contempo strumenti di governance, quali linee guida, buone pratiche, modalità di informazione alla popolazione. Vengono inoltre identificate tutte le sinergie con le diverse politiche di gestione e pianificazione territoriale e pianifica il coordinamento delle politiche relativi ad usi idrici e territoriali.

Si riportano in seguito stralci cartografici relativi al Sito oggetto del seguente Studio Preliminare Ambientale.



0 1 2 4 km

- Area impianto
- Connessione 36 kV
- Stazione elettrica 220 kV

Pericolosità idraulica

- Hi1
- Hi3
- Hi2
- Hi4

Figura 2.19: Pericolosità idraulica

La Figura 2.19 mostra che il sito in esame non interessa aree caratterizzate da pericolosità idraulica. Tuttavia la linea di connessione interessa da una pericolosità idraulica moderata P1 (Hi1) e da una bassa pericolosità di alluvione.

L'articolo 30 del PAI "Disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1)" stabilisce:

Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

Per i corsi d'acqua o per i tratti degli stessi studiati mediante analisi idrologico-idraulica, nelle aree individuate mediante analisi di tipo geomorfologico che si estendono oltre le fasce di pericolosità moderata individuata col criterio idrologico idraulico si applica la disciplina di cui al comma 1.101."

L'articolo 41 del PAI "Norme per le aree di pericolosità PAI/PGRA" stabilisce:

Nelle aree P1 - bassa pericolosità - si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi1, con particolare riferimento all'articolo 30, fatto salvo quanto specificato all'articolo 30 bis delle medesime norme."

In merito a quanto sopra esposto si evidenzia che il progetto è accompagnato da Relazione Idrologica e Idrualica, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R06_Rev0_Relazione Idrologica e idraulica.

2.3.6 Aree naturali protette

Nel presente paragrafo vengono trattati i seguenti tematismi:

- Aree naturali protette (nazionali e regionali);
- Aree Ramsar;
- Important Bird Areas (I.B.A.);
- Siti della Rete Natura 2000;
- Oasi Permanenti di Protezione Faunistica;
- Aree Gestione Speciale Ente Foreste.

Per la localizzazione e i confini dei siti di tutela nei dintorni dell'area del previsto impianto sono stati presi in considerazione gli strati informativi disponibili più recenti, (Portale Cartografico Nazionale - VI Elenco Ufficiale Aree Protette EUAP e Important Bird Areas IBA, portale cartografico della Regione Sardegna¹, Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) - Rete Natura 2000 – aggiornamento maggio 2023.

Come si evince dalla Figura 2.20 il layout di impianto, costituito da 15 sottocampi e avente un'area recintata di circa 87,61 ha, non interferisce con nessuna area naturale tutelata e protetta. I Siti naturali più vicini corrispondono alla Zona Speciale di Conservazione – ZSC "ITB040028" Punta S'Aliga a 2,8 km dall'impianto stesso e all'IBA190 Stagni del Golfo di Palmas a 3,0 km. Anche la linea di connessione e la nuova Stazione Elettrica non interferiscono con aree tutelate e protette.

I Siti Naturali all'interno del buffer di 5 km sono sintetizzati in Tabella 2.8.

¹ https://www.sardegnegeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=aree_tutelate



Figura 2.20: Ubicazione dell'area in esame e delle aree protette limitrofe (EUAP, IBA, Ramsar – fonte: Geoportale Nazionale, Natura 2000 – fonte: Mi.T.E., Aree protette regionali – Fonte: Sardegna Geoportale)

Tabella 2.8: Aree protette e tutelate individuate all'interno del buffer di 5km. La distanza è calcolata in km prendendo come riferimento il punto più prossimo all'area di progetto

TIPO	CODICE	DENOMINAZIONE	DISTANZA DALL'AREA DI PROGETTO (km)
Zona Speciale di Conservazione (ZSC)	ITB040028	Punta S'Aliga	2,2
Zona Speciale di Conservazione (ZSC)	ITB040029	Costa di Nebida	5,5
IBA	IBA190	Stagni del Golfo di Palmas	2,2
Area Gestione Speciale Ente Foreste	-	Nuraxi Figus	2,5

Di seguito si descrivono le aree naturali individuate all'interno del buffer 5 km.

Rete Natura 2000

La Rete Natura 2000 costituisce la più importante strategia d'intervento dell'Unione Europea per la tutela del territorio. Tenuto conto della necessità di attuare una politica più incisiva di salvaguardia degli habitat e delle specie di flora e fauna, si è voluto dar vita ad una Rete coerente di aree destinate alla conservazione della biodiversità del territorio dell'Unione Europea. I siti che compongono la Rete (Siti Natura 2000) sono rappresentati dai Siti d'Importanza Comunitaria (SIC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS).



I SIC e la Rete Natura 2000 sono così definiti dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE – art. 3, comma 1: “É costituita una rete ecologica europea coerente di Zone Speciali di Conservazione, denominata Natura 2000. Questa rete, formata dai siti in cui si trovano tipi di habitat naturali elencati nell'allegato I e habitat delle specie di cui all'allegato II, deve garantire il mantenimento ovvero, all'occorrenza, il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e degli habitat delle specie interessati nella loro area di ripartizione naturale. La rete Natura 2000 comprende anche le zone di protezione speciale classificate dagli Stati membri a norma della direttiva 79/409/CEE”.

Le ZPS sono state previste dalla Direttiva Uccelli 79/409/CEE, oggi abrogata e sostituita dalla Direttiva 2009/147/CEE “concernente la conservazione degli uccelli selvatici”. Quest'ultima direttiva, all'art. 3, commi 1 e 2 riporta: “...gli Stati membri adottano le misure necessarie per preservare, mantenere o ristabilire, per tutte le specie di uccelli di cui all'art. 1, una varietà ed una superficie sufficienti di habitat”.

SIC e ZPS sono definite dagli Stati membri (in Italia su proposta delle Regioni). Quando un SIC viene inserito ufficialmente nell'Elenco Comunitario lo Stato membro designa tale sito come Zona Speciale di Conservazione (ZSC).

La Direttiva 92/43/CEE, la cosiddetta direttiva “Habitat”, è stata recepita dallo stato italiano con DPR 8 settembre 1997, n. 357 “Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”. Il DPR n. 357/1997, così come modificato dal successivo DPR 120/2003, definisce il Sito di Importanza Comunitaria (SIC) come “un sito che è stato inserito nella lista dei siti selezionati dalla Commissione europea e che, nella o nelle regioni biogeografiche cui appartiene, contribuisce in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale di cui all'allegato A o di una specie di cui all'allegato B in uno stato di conservazione soddisfacente e che può, inoltre, contribuire in modo significativo alla coerenza della rete ecologica “Natura 2000” di cui all'articolo 3, al fine di mantenere la diversità biologica nella regione biogeografica o nelle regioni biogeografiche in questione. Per le specie animali che occupano ampi territori, i siti di importanza comunitaria corrispondono ai luoghi, all'interno della loro area di distribuzione naturale, che presentano gli elementi fisici o biologici essenziali alla loro vita e riproduzione”.

Gli stessi DPR stabiliscono che le regioni e le province Autonome di Trento e Bolzano debbano individuare i siti in cui si trovano le tipologie di habitat elencate nell'allegato A e gli habitat delle specie di cui all'allegato B, dandone comunicazione al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio) ai fini della formulazione alla Commissione europea, da parte dello stesso Ministero, dell'elenco dei proposti Siti di Importanza Comunitaria (pSIC) per la costituzione della rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione denominata “Natura 2000”. Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica designa, con proprio decreto, adottato d'intesa con ciascuna regione interessata, i SIC quali “Zone Speciali di Conservazione” (ZSC), entro il termine massimo di sei anni dalla definizione, da parte della Commissione europea, dell'elenco dei siti.

L'individuazione dei SIC e delle ZPS spetta alle Regioni e alle Province autonome, che trasmettono i dati al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica il quale, dopo la verifica della completezza e congruenza delle informazioni acquisite, trasmette i dati alla Commissione Europea. I SIC e le ZPS si intendono designate dalla data di trasmissione alla Commissione e dalla pubblicazione sul sito del Ministero dell'elenco aggiornato. Il 26 gennaio 2023 la Commissione Europea ha approvato l'ultimo (sedicesimo) elenco aggiornato dei SIC per le tre regioni biogeografiche che interessano l'Italia, alpina, continentale e mediterranea rispettivamente con le Decisioni 2023/243/UE, 2023/244/UE e 2023/241/UE. Tali Decisioni sono state redatte in base alla banca dati trasmessa dall'Italia a dicembre 2021.

Alla data dell'ultimo aggiornamento da parte del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica dell'elenco dei siti Natura 2000 (dicembre 2022) sono stati individuati da parte delle Regioni italiane un totale di 2639 siti. In particolare, sono stati individuati 2360 Siti di Importanza Comunitaria (SIC), 2302

dei quali sono stati designati quali Zone Speciali di Conservazione, e 639 Zone di Protezione Speciale (ZPS), 360 delle quali sono siti di tipo C, ovvero ZPS coincidenti con SIC/ZSC. La Sardegna possiede 31 ZPS, 87 SIC/ZSC e 10 SIC/ZSC coincidenti con le ZPS.

Zona Speciale di Conservazione (ZSC) – “ITB040028 Punta S’Aliga”

Designata ZSC con DM 07/04/2017 - G.U. 98 del 28-4-2017 ha una superficie totale di 694,00 ha.

Il sito si colloca nel settore sud-occidentale della Sardegna lungo la costa dell'Iglesiente, alcuni chilometri a sud di Portoscuso, ed è compreso tra la strada provinciale Portoscuso-Matzaccara, l'abitato di Bruncuteula e gli impianti industriali di Portovesme. L'area ZSC racchiude il sistema lagunare e staginale di Boi Cerbus e la penisola sabbiosa di P.ta S'Aliga. Il territorio individuato fa parte di un articolato sistema costiero, piuttosto eterogeneo e complesso nei caratteri morfologici che derivano da un insieme di fenomeni geostrutturali e vulcanici impostatisi nel Terziario, su cui sono sovrainpressi i fenomeni geodinamici e geomorfologici del Plio-Quaternario, che hanno delineato un litorale di costa bassa e prevalentemente detritico-sabbiosa, movimentata dalla presenza di importanti sistemi lagunari e zone di impaludamento, frecce litorali sabbiose e modesti campi dunari. La costa bassa trova una certa continuità altimetrica verso l'entroterra nei bassi morfologici di impostazione tettonica, occupate da estese piane alluvionali pleistoceniche e olocenico-attuali, da superfici subpianeggiate dei depositi colluviali frammisti ai detriti eluviali e alle coperture sabbiose di origine eolica che limitano gli scarsi affioramenti rocciosi di vulcaniti piroclastiche oligo-mioceniche. Nell'insieme i processi di evoluzione litorale risultano controllati dalle dinamiche delle correnti sottocosta che danno forma alle frecce litorali di Punta Trettu e Punta s'Aliga, propaggini sabbiose allungate verso sud che racchiudono ampi sistemi lagunari.

Dal punto di vista vegetazionale il sito risulta di particolare importanza per la presenza di specie rappresentative di ambienti psammonitrofili tra cui *Spartina juncea* e *Plantago crassifolia* e di ambienti alofili ad *Arthrocnemum fruticosum*, ed a *Halimione portulacoides*. Gli ambienti igrofilo sono dominati da specie caratteristiche di ambienti lagunari, capaci quindi di tollerare un aumento della salinità dell'acqua. Tra queste si cita la pianta acquatica *Ruppia maritima*. Gli ambienti marini sono invece dominati da praterie di *Posidonia oceanica*. L'ambiente sabbioso si presenta altamente destrutturato e per la maggior parte ricoperto da rimboschimenti a *Pinus sp.pl.* e *Acacia sp.pl.* dove la presenza delle formazioni appartenenti alla serie speciale catenale della vegetazione psammofila seppur destrutturate, ne evidenziano la storia passata e le tendenze evolutive. La fascia costiera sabbiosa è caratterizzata da diversi tipi di boscaglie e macchie di notevole pregio naturalistico, importanti da un punto di vista biogeografico. La macchia ad olivastro e lentisco a cui si accompagna la palma nana (*Chamaerops humilis*) sono le più diffuse della fascia costiera. Importante infine è la presenza di specie di notevole valore naturalistico, quali: *Limonium sulcitanum*, *Nananthea perpusilla* e le due specie, *Rouya polygama* e *Linaria flava*, tutelate dalla Direttiva "Habitat".

Il sito è dotato di piano di gestione approvato con Decreto Regionale n. 9 del 13/02/2009.

Zona Speciale di Conservazione (ZSC) – “ITB040029 Costa di Nebida”

Designata ZSC con DM 07/04/2017 - G.U. 98 del 28-4-2017 ha una superficie totale di 8433,00 ha.

La ZSC copre una distanza Nord-Sud di circa 20 km in linea d'area, interessando le aree costiere e quelle interne in prossimità della costa dei Comuni di Buggerru, estremità settentrionale della ZSC, Iglesias. La frazione Nuraxi-Figus nel Comune di Gonnese rappresenta invece l'estremità meridionale. Il sito ha una forma irregolare, che segue l'andamento della costa, con due nuclei principali ricadenti a Nord nel Comune di Iglesias, e a Sud nel Comune di Gonnese. In questo sito sono concentrati la maggior parte degli elementi più significativi delle morfologie costiere sarde: falesie calcaree paleozoiche, spiagge sabbiose e ciottolose, affioramenti di scisti di età cambriana (soprattutto nelle aree più basse della valle del Rio S. Giorgio) e il complesso delle puddinghe rosso-violacee dell'ordoviciano (formazione caratteristica dell'Iglesiente). Nel complesso si tratta di una costa alta e rocciosa con grandi accumuli di

blocchi franati al livello del mare e sottoposta ad una intensa attività erosiva. La parte meridionale della ZSC è caratterizzata da depositi vulcanici e alluvionali del Cenozoico e del Quaternario e presenta morfologie prevalentemente pianeggianti. Oltre a questi sono presenti, nella fascia costiera nei territori comunali di Gonnese e Portoscuso, accumuli di sabbie di origine eolica, che ospitano una flora psammofila della serie di *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*. I settori di maggiore interesse dal punto di vista floristico sono quelli calcarei, caratterizzati dalle metadolomie e metacalcari della Formazione di Gonnese o "Metallifero" (Cambriano-Ordoviciano). Tali affioramenti sono diffusi soprattutto a Nord di Iglesias e caratterizzano le morfologie sia costiere che interne. I substrati carbonatici ospitano una flora specializzata caratterizzata dalla ricchezza di specie endemiche, soprattutto legate agli ambienti rupestri e perciò maggiormente influenzate dalla composizione delle rocce. L'attività umana che ha maggiormente segnato questi territori è quella mineraria. All'interno del perimetro della ZSC le discariche minerarie sono diffuse quasi capillarmente. Da un lato la loro presenza è causa di un forte impatto sul territorio e sottrae spazi alle formazioni vegetali naturali, dall'altro, in alcuni casi, tali depositi ospitano un ricco contingente di specie endemiche, altrove rare e sporadiche, che hanno trovato sui substrati contaminati un terreno idoneo a formare ampi popolamenti, come il *Limonium merxmuelleri*, specie esclusiva di questi ambienti. Gli habitat di interesse comunitario ricoprono un'estensione pari circa alla metà della superficie della ZCS. Nella restante parte sono presenti principalmente gli aspetti di gariga e macchia bassa derivate dalle formazioni mature, non incluse negli habitat dell'allegato I, oltre alle aree antropizzate, rappresentate in gran parte dai coltivi, estesi in particolare nella parte meridionale del Sito. Il sito è importante anche dal punto di vista faunistico, soprattutto per la presenza di numerose specie di uccelli di interesse comunitario, delle quali alcune prioritarie, che in essa gravitano o si riproducono. Area importante soprattutto per l'alimentazione e la riproduzione del Falco pellegrino. Le specie prioritarie sono legate a tipologie ambientali differenti: ambienti marini, lacuali o forestali, ad indicare l'elevata eterogeneità paesaggistica del Sito. Dal punto di vista vegetazionale l'area deve la sua importanza alla presenza di formazioni vegetali uniche in tutta Europa, riconducibili a numerosi habitat di interesse comunitario. L'area assume anche un particolare valore floristico per la presenza di diverse specie floristiche di importanza conservazionistica: *Linum muelleri*, *Brassica insularis* (all. II DIR. Habitat), *Bellium crassifolium* var. *canescens*, *Limonium merxmuelleri*, *Sesleria insularis* ssp. *morisiana* e *Verbascum plantagineum* (esclusive del Sulcis-Iglesiente), *Galium schmidii*, *Genista sardoa*, *Helichrysum saxatile* ssp. *morisianum*, *Hyoseris taurina*, *Iberis integerrima*, *Limonium sulcitanum*, *Plagius flosculosus* e *Seseli praecox* (endemiche), *Cosentinia vellea* ssp. *bivalens* e *Lavatera maritima* (rare in Sardegna). L'alto valore di biodiversità delle specie vegetali e delle formazioni vegetali uniche in tutta Europa conferisce al sito rilevanti qualità ambientali, di tutto interesse europeo.

Il Sito è dotato del Piano di Gestione SIC ITB040029 "Costa di Nebida" approvato con Decreto Regionale n. 99 del 26/11/2008. Decreto pubblicato su supplemento straordinario al BURAS n. 1 del 10/01/2009.

Important Bird Areas

Nate da un progetto di BirdLife International, fatto nascere dalla Direttiva Uccelli (79/149/CE) e portato avanti in Italia da Lipu-BirdLife Italia, le IBA (Important Bird Areas) sono aree che rivestono un ruolo fondamentale per gli Uccelli selvatici. Il progetto IBA nasce dalla necessità di individuare dei criteri omogenei e standardizzati per la designazione delle ZPS. Per questo, all'inizio degli anni '80, la Commissione Europea incaricò l'ICBP (oggi BirdLife International) di mettere a punto un metodo che permettesse una corretta applicazione della Direttiva Uccelli. Nacque così l'idea di stilare un inventario delle aree importanti per la conservazione degli uccelli selvatici. Oggi le IBA vengono utilizzate per valutare l'adeguatezza delle reti nazionali di ZPS designate negli stati membri. Nel 2000, la Corte di Giustizia Europea ha infatti stabilito con esplicite sentenze che le IBA, in assenza di valide alternative, rappresentano il riferimento per la designazione delle ZPS, mentre in un'altra sentenza (C-355/90) ha affermato che le misure di tutela previste dalla Direttiva Uccelli si applicano anche alle IBA. Oggi il progetto Important Bird Areas è stato esteso a tutti i continenti e ha acquistato una valenza planetaria. Per essere riconosciuto come IBA, un sito deve possedere almeno una delle seguenti caratteristiche:

- Ospitare un numero rilevante di individui di una o più specie minacciate a livello globale;
- Fare parte di una tipologia di aree importante per la conservazione di particolari specie (come le zone umide o i pascoli aridi o le scogliere dove nidificano gli Uccelli marini);
- Essere una zona in cui si concentra un numero particolarmente alto di Uccelli in migrazione.

I criteri con cui vengono individuate le IBA sono scientifici, standardizzati e applicati a livello internazionale. Nell'ambito della Rete Natura 2000 le IBA vengono ad assumere un ruolo chiave, essendo coinvolte quale strumento tecnico fondamentale nell'istituzione delle ZPS, utilizzato anche nella valutazione dello stato di conservazione delle specie della Direttiva Uccelli, che gli Stati membri dell'Unione devono periodicamente aggiornare. Le IBA non prevedono la redazione di un Piano di Gestione.

L'IBA 190 Stagni del Golfo di Palmas coincide per la quasi totalità con la ZSC "ITB040028 Punta S'Aliga", si consideri quindi la descrizione già fatta per la Zona Speciale di Conservazione.

Area Gestione Speciale Ente Foreste

Tra le aree tutelate sono incluse anche le Aree a Gestione Speciale dell'Ente Foreste della Sardegna, individuate dal Piano Paesaggistico Regionale nelle "Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate" (Assetto Ambientale – Art. 33 e 37 NTA); molte di queste aree corrispondono a Foreste Demaniali, ovvero boschi e aree di maggior pregio forestale ricadenti tra le proprietà demaniali storiche o di nuova acquisizione regionale. A loro volta la quasi totalità delle Foreste Demaniali rientrano nella Rete Ecologica Regionale. In linea con gli orientamenti normativi nazionali e in analogia ad altre Regioni, la Legge Regionale 27 aprile 2016, n. 8 "Legge forestale della Sardegna" all'articolo 5 disciplina la pianificazione forestale secondo una articolazione incardinata su tre livelli gerarchici correlati tra loro (livello regionale, rappresentato dal Piano Forestale Ambientale Regionale PFAR; livello territoriale di area vasta, rappresentato dal Piano Forestale Territoriale di Distretto PFTD; livello locale aziendale, rappresentato dal Piano Forestale Particolareggiato PFP). All'interno del buffer di 5 km si segnala la presenza dei boschi di Nuraxi Figus.

2.3.7 Vincoli ambientali e territoriali vigenti

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.)

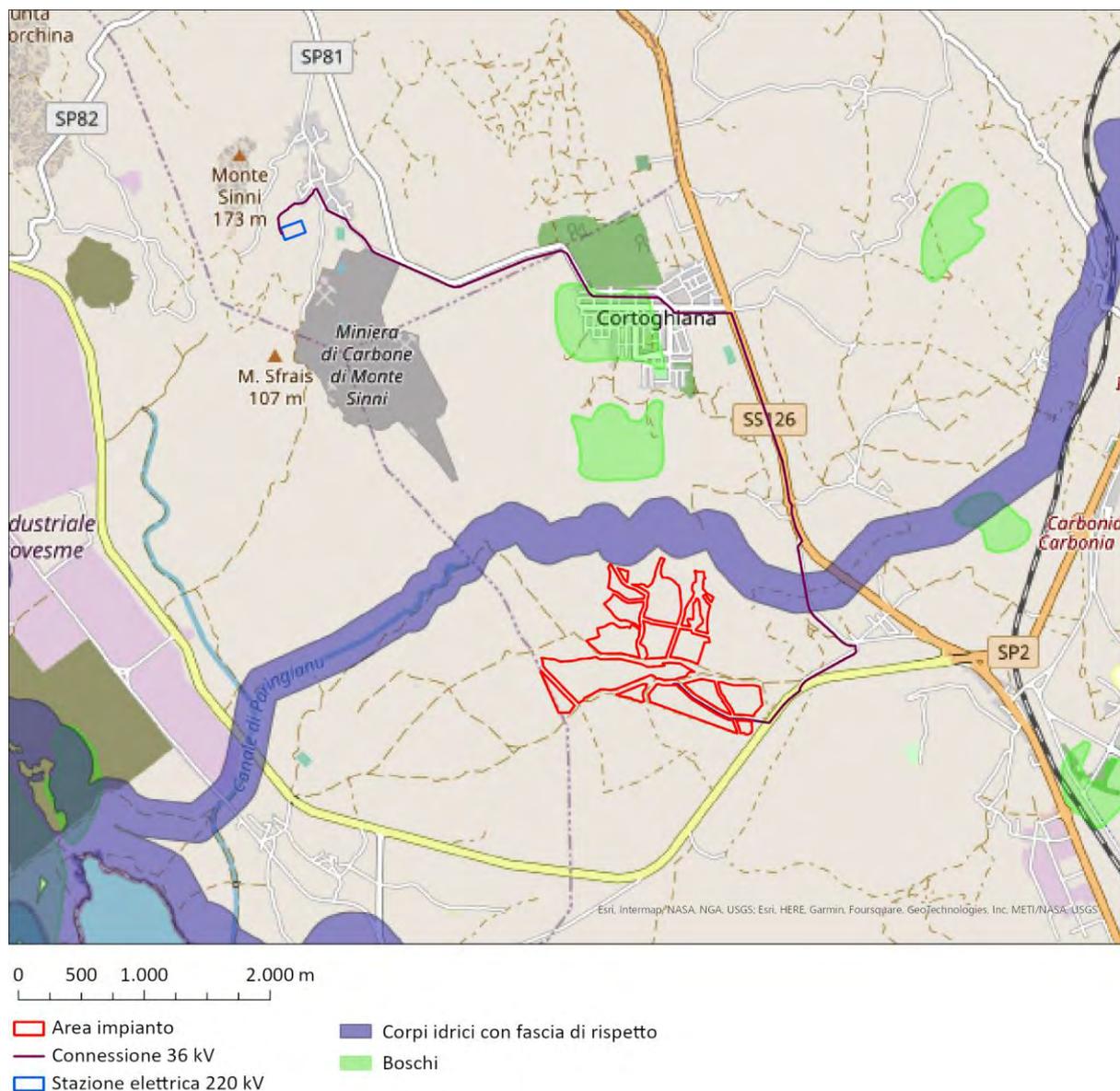


Figura 2.21: Sitap

Il progetto oggetto del seguente Studio di Impatto Ambientale 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. Inoltre si sottolinea che lo studio è accompagnato da Relazione Paesaggistica Semplificata, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R26_Rev0_Relazione Paesaggistica Semplificata.

2.3.8 Aree idonee ai sensi del D.Lgs. 199/2021

L'articolo 20 comma 1 del D.Lgs. 199/2021 stabilisce che "Con uno o più decreti del Ministro della transizione ecologica di concerto con il Ministro della cultura, e il Ministro delle politiche agricole, alimentari e forestali, previa intesa in sede di Conferenza unificata di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, da adottare entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto, sono stabiliti principi e criteri omogenei per l'individuazione delle superfici e delle aree idonee e non idonee all'installazione di impianti a fonti rinnovabili aventi una potenza complessiva

almeno pari a quella individuata come necessaria dal PNIEC per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo delle fonti rinnovabili, tenuto conto delle aree idonee ai sensi del comma 8.”.

Il comma 8 del medesimo articolo stabilisce altresì che “Nelle more dell'individuazione delle aree idonee sulla base dei criteri e delle modalità stabiliti dai decreti di cui al comma 1, sono considerate aree idonee, ai fini di cui al comma 1 del presente articolo:

a) i siti ove sono già installati impianti della stessa fonte e in cui vengono realizzati interventi di modifica, anche sostanziale, per rifacimento, potenziamento o integrale ricostruzione, eventualmente abbinati a sistemi di accumulo, che non comportino una variazione dell'area occupata superiore al 20 per cento. Il limite percentuale di cui al primo periodo non si applica per gli impianti fotovoltaici, in relazione ai quali la variazione dell'area occupata è soggetta al limite di cui alla lettera c-ter), numero 1);

b) le aree dei siti oggetto di bonifica individuate ai sensi del Titolo V, Parte quarta, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;

c) le cave e miniere cessate, non recuperate o abbandonate o in condizioni di degrado ambientale, o le porzioni di cave e miniere non suscettibili di ulteriore sfruttamento;

c-bis) i siti e gli impianti nelle disponibilità delle società del gruppo Ferrovie dello Stato italiane e dei gestori di infrastrutture ferroviarie nonché delle società concessionarie autostradali.

((c-bis.1) i siti e gli impianti nella disponibilità delle società di gestione aeroportuale all'interno dei sedimi aeroportuali, ivi inclusi quelli all'interno del perimetro di pertinenza degli aeroporti delle isole minori, di cui all'allegato 1 al decreto del Ministro dello sviluppo economico 14 febbraio 2017, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 114 del 18 maggio 2017, ferme restando le necessarie verifiche tecniche da parte dell'Ente nazionale per l'aviazione civile (ENAC)).

c-ter) esclusivamente per gli impianti fotovoltaici, anche con moduli a terra, e per gli impianti di produzione di biometano, in assenza di vincoli ai sensi della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42:

18. le aree classificate agricole, racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale, compresi i siti di interesse nazionale, nonché le cave e le miniere;

19. le aree interne agli impianti industriali e agli stabilimenti, questi ultimi come definiti dall'articolo 268, comma 1, lettera h), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, nonché le aree classificate agricole racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri dal medesimo impianto o stabilimento;

20. le aree adiacenti alla rete autostradale entro una distanza non superiore a 300 metri.

c-quater) fatto salvo quanto previsto alle lettere a), b), c), c-bis) e c-ter), le aree che non sono ricomprese nel perimetro dei beni sottoposti a tutela ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, incluse 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.”

Non essendo ancora stati pubblicati i decreti che stabiliscono principi e criteri omogenei per l'individuazione delle superfici e delle aree idonee, vengono classificate come idonee le aree individuate dal comma 8 e, come si evince dall'inquadramento relativo alle aree non idonee per le energie rinnovabili riportato nel capitolo 2.3.5.5, il progetto risulta essere localizzato in area idonea ai sensi del comma 8 c-quater.

Infatti, l'area del sito risulta:

- Non ricompresa nel perimetro dei beni sottoposti a tutela ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, incluse le zone gravate da usi civici di cui all'articolo 142, comma 1, lettera h), del medesimo decreto;
- Non ricade nella fascia di rispetto dei beni sottoposti a tutela ai sensi della Parte seconda oppure dell'articolo 136 decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (la fascia di rispetto è determinata considerando una distanza dal perimetro di beni sottoposti a tutela di cinquecento metri per gli impianti fotovoltaici).

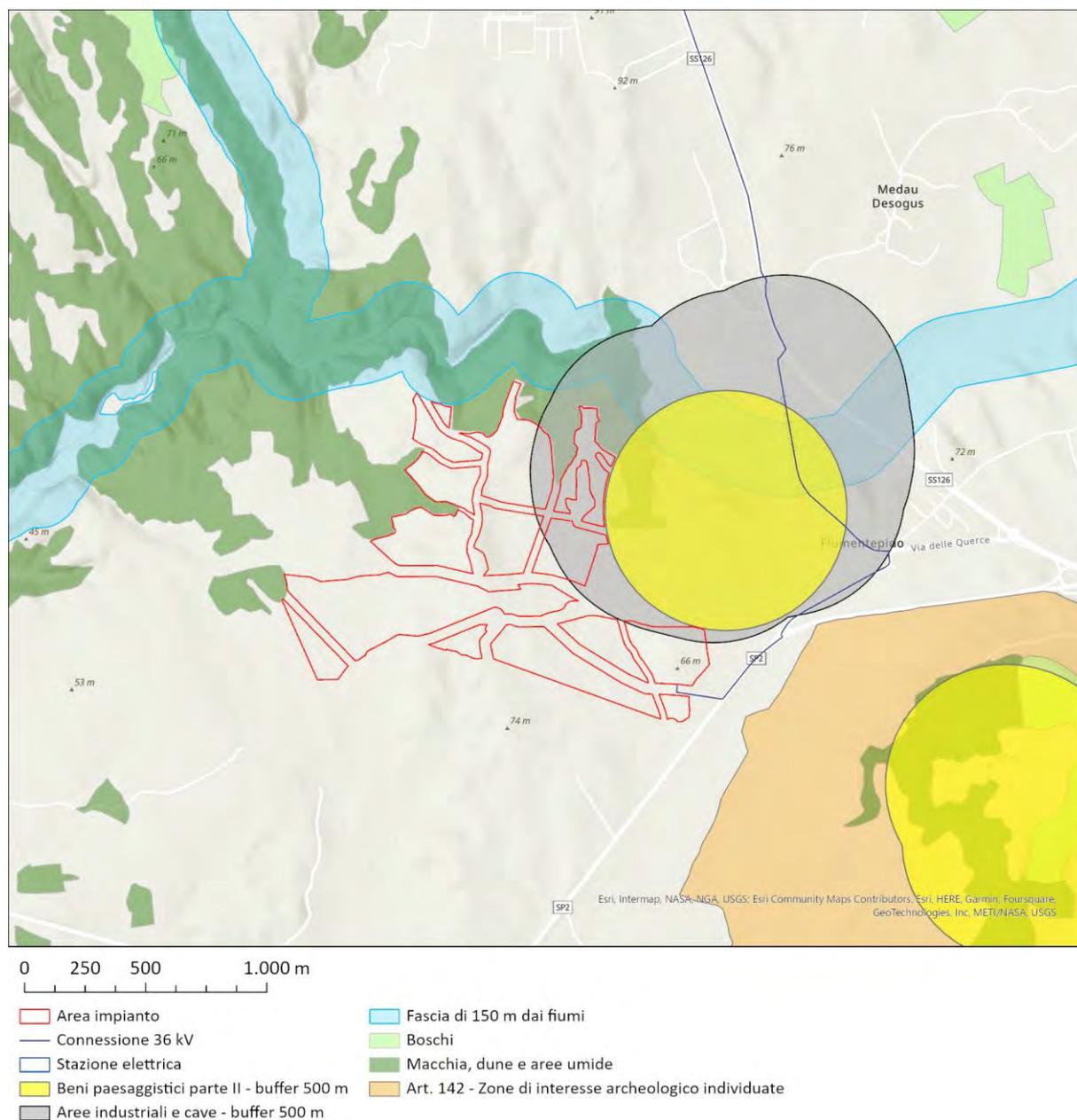


Figura 2.22: Aree idonee

In conclusione il Sito, risulta essere localizzato all'interno delle *Aree Idonee* di cui alla *Let. C. quater*) del comma 8 dell'Articolo 20 del D.Lgs 199/2021.

2.3.9 Conclusioni

Tabella 2.9: Valutazione delle conformità del Progetto agli strumenti di Pianificazione

PIANO/PROGRAMMA	CONFORMITÀ	NOTE
PROGRAMMAZIONE ENERGETICA		
Piano Energetico Ambientale Regionale	Si	-
PIANIFICAZIONE REGIONALE		
Piano Paesaggistico Territoriale Regionale	Si	Progetto accompagnato da Valutazione del Rischio Archeologico, Relazione Paesaggistica
PIANIFICAZIONE PROVINCIALE		
Piano Urbanistico Provinciale del Sud Sardegna	Si	Progetto accompagnato da Valutazione del Rischio Archeologico, Relazione Paesaggistica
PIANIFICAZIONE COMUNALE		
Piano Urbanistico Comunale di Carbonia	Si	-
Piano Urbanistico Comunale di Gonnese	Si	-
STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE SETTORIALE		
Piano Regionale di Qualità dell'Aria	Si	-
Piano di Tutela delle Acque	Si	Progetto Accompagnato da Relazione Idrologica e Idraulica
Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico	Si	Progetto Accompagnato da Relazione Idrologica e Idraulica e Relazione Geologica e Geotecnica
Aree non idonee per le energie rinnovabili	Si	Progetto accompagnato da Valutazione del Rischio Archeologico, Relazione Paesaggistica
Aree Idonee ai sensi del D.Lgs 199/2021	Si	-
AREE PROTETTE		
Reti Natura 2000	Si	
Important Bird Areas (IBA)	Si	
Altre Aree Protette	Si	
VINCOLI AMBIENTALI E TERRITORIALI VIGENTI		
Vincoli D.Lgs 42/2004	SI	Progetto Accompagnato da Relazione Paesaggistica

2.4 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

2.4.1 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.

2.4.2 Disponibilità di connessione

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A.; tale soluzione emessa da Terna con Codice Pratica 202202053 è stata accettata dalla proponente e prevede l'allaccio dell'impianto alla rete di Distribuzione con tensione nominale di 36 kV.

La soluzione tecnica prevede il collegamento 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". La linea di connessione sarà realizzata in cavo interrato con tensione 36 kV e con lunghezza pari a circa 8,80 km.

È stata richiesta una STMG integrativa per sopperire alla potenza richiesta con la STMG sopra riportata.

2.4.3 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.

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 2.10. 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 2.10: 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
	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

IMPIANTO	STRUTTURA	N MODULI X STRUTTURA	N STRUTTURE	N MODULI COMPLESSIVI	POTENZA MODULO (WP)	POTENZA COMPLESSIVA (MWP)
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 2.23: Layout di progetto

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.

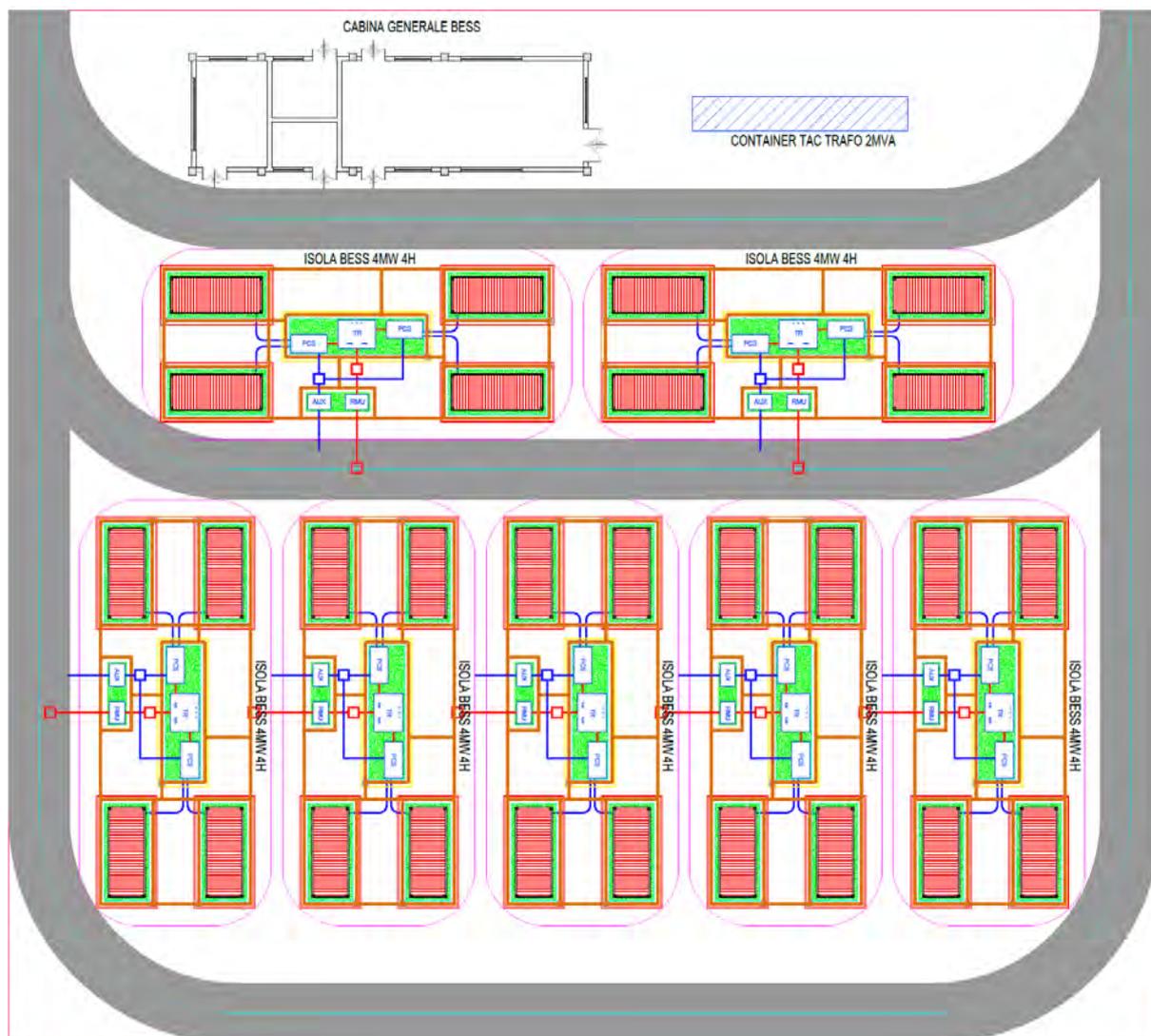


Figura 2.24: Layout del Sistema BESS 25 MW – 4h

2.4.4 Calcoli di Progetto

Calcoli di producibilità

I calcoli di producibilità sono riportati nell'elaborato Rif. "2983_5376_CA_VIA_R18_Rev0_Calcolo Producibilità" dove è stato utilizzato il software PVSYS e il database PVGIS Api TMY come informazioni meteorologiche.

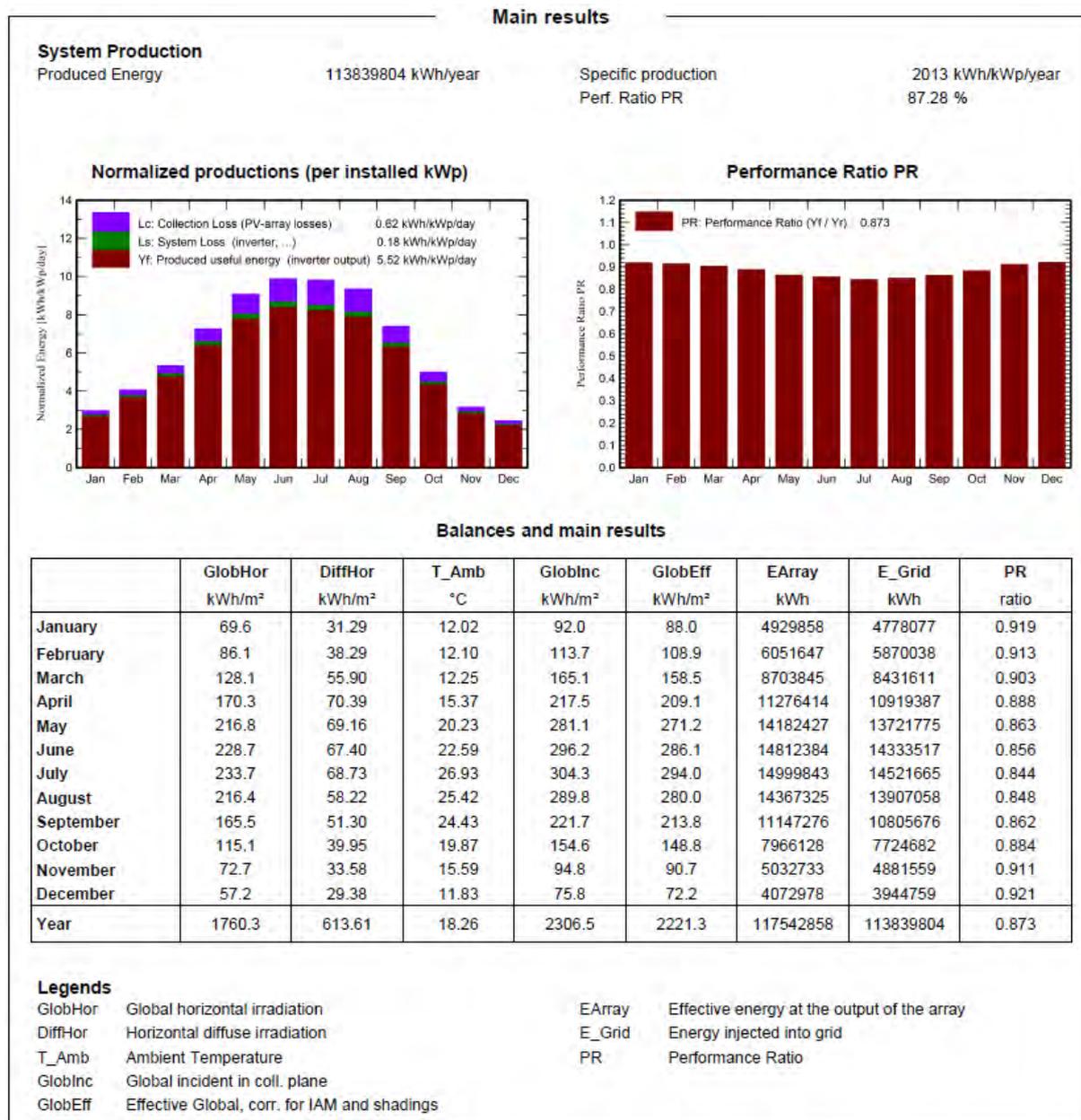


Figura 2.25: Calcolo di producibilità

Di seguito si riportano i risultati relativi alla produzione dell'impianto:

L'energia prodotta dall'area di progetto risulta essere di **113.839,804 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **2.013 kWh/kWc/anno**. In base ai parametri impostati per le relative perdite d'impianto, i componenti scelti (moduli e inverter) e alle condizioni meteorologiche del sito in esame risulta un indice di rendimento (**performance ratio PR**) del **87.28%**.

Calcoli elettrici

L'impianto elettrico ad una tensione pari a 36 kV è stato previsto con distribuzione radiale. L'impianto di bassa tensione sarà realizzato in corrente alternata e continua.

I calcoli relativi ai dimensionamenti degli impianti sono contenuti nell'elaborato Rif. "2983_5376_CA_VIA_R08_Rev0_Relazione calcolo preliminare impianti".

Calcoli strutturali

Le opere strutturali previste dal progetto sono relative a:

1. Telai metallici dei moduli fotovoltaici;
2. Pali di fondazione e strutture verticali di sostegno;
3. Cabine/locali tecnici e relative fondazioni.

Per quanto riguarda le opere di cui al punto 1 e 3 si prevede l'impiego di strutture prefabbricate di cui si è definita la parte tecnica ed architettonico-funzionale in base alle condizioni ambientali e di impiego, rimandando i calcoli strutturali alla fase esecutiva di dettaglio.

Per quanto riguarda i pali delle strutture, nell'elaborato Rif. "2748_5130_SS_R07_Rev0_Relazione di calcolo preliminare strutture" si sono effettuati i calcoli preliminari degli stessi al fine di dimensionarne preliminarmente in termini di impatto visivo ed economico.

Calcoli Idraulici

Allo stato attuale le acque meteoriche non sono gestite tramite una regimazione dedicata ma la dispersione avviene naturalmente per infiltrazione nel sottosuolo, modalità funzionale sia per le caratteristiche del sito sia per la moderata entità delle precipitazioni, anche estreme, dell'area.

Lo studio idrologico è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Sardegna, e costituito da:

- Analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDICI);
- Valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- Determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

Per ulteriori informazioni in merito si rimanda alla Relazione Idrologica e Idraulica, Rif. 2983_5376_CA_VIA_R06_Rev0_Relazione Idrologica e idraulica.

Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

L'abbattersi di scariche elettriche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, l'inverter e i moduli fotovoltaici.

2.4.5 Descrizione delle componenti di impianto fotovoltaico

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 2.11: Dati di progetto

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	FLYNIS PV 42 S.r.l.
Luogo di installazione:	CARBONIA (CI)
Denominazione impianto:	CARBONIA
Potenza di picco (MW _p):	56,55 MW _p

ITEM	DESCRIZIONE
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker fissate a terra su pali.
Moduli per struttura:	n. 28 Tipo 1 (14x2)
	n. 14 Tipo 2 (7x2)
Inclinazione piano dei moduli:	+55°/- 55°
Azimut di installazione:	0°
Sezioni sito:	n. 15 denominate S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14 ed S15
Power Station:	n. 15 distribuite all'interno delle sezioni dell'impianto agrivoltaico
Cabine di Smistamento	n. 1 interna alla sezione S9, posizionata lungo la recinzione
Cabina Generale BESS	n. 1 interna alla sezione S9, posizionata lungo la recinzione
Cabina di Raccolta:	n. 1 interna al campo S14, posizionata lungo il tracciato di connessione
Sistema di Accumulo:	n. 1 BESS (Battery Energy Storage Systems), posizionata all'interno della sezione S9
Cabina di Connessione:	n. 1 esterna all'impianto, posizionata in prossimità della nuova SE
Rete di collegamento:	36 kV
Coordinate connessione (Cabina di Raccolta):	Latitudine 39.183807° N;
	Longitudine 8.472653° E;

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. La 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.

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 2.26: Scheda tecnica modulo fotovoltaico di progetto

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)

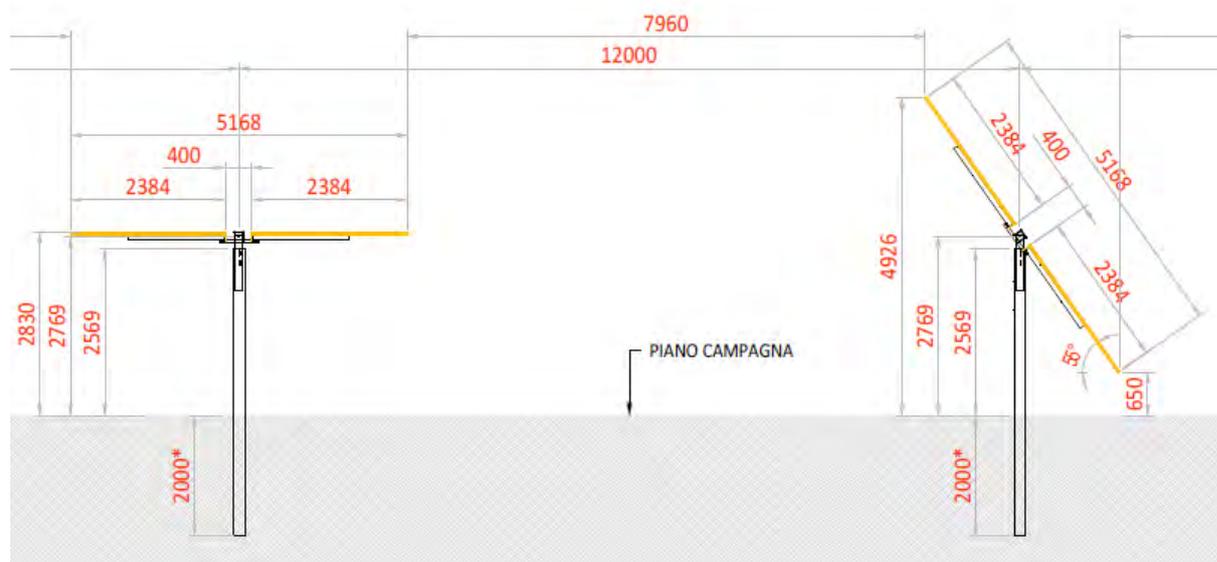


Figura 2.27: Particolare costruttivo strutture mobili (tracker)

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.

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.

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 2.28: 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	SC3300UD-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 2.29 - 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.

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 sezione 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.

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 cavo 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.

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 cavo 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.

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.

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.

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.

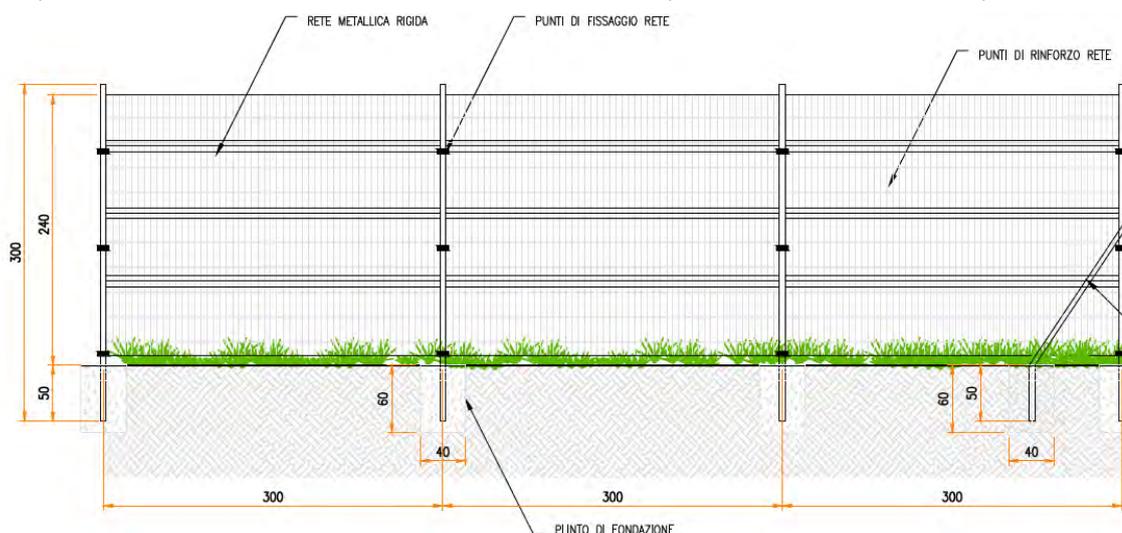


Figura 2.30: Particolare recinzione

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 2.31), uno per ogni sezione fatta eccezione per la sezione S3 che presenta due accessi.

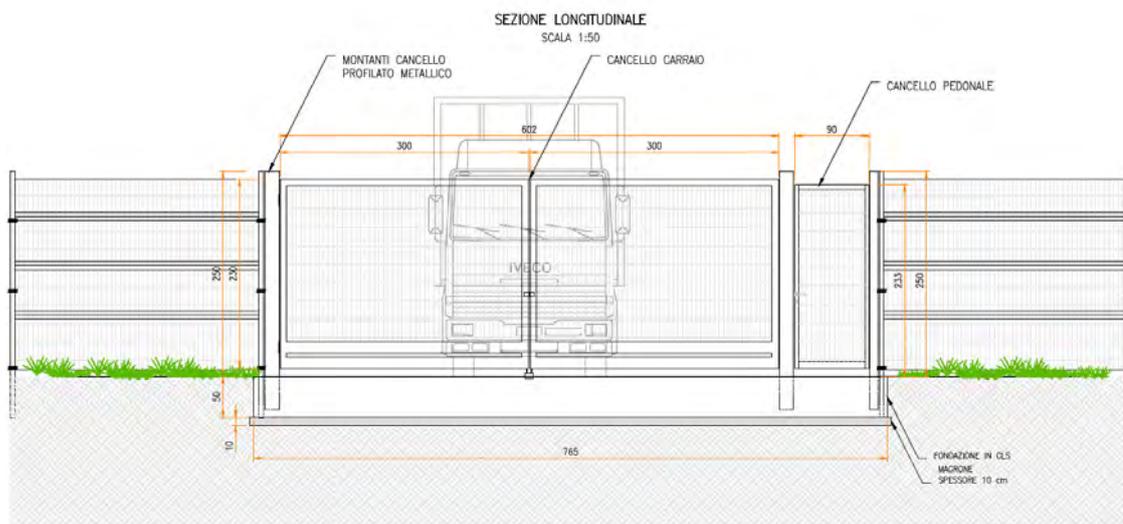


Figura 2.31: Particolare accesso

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.

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.

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" ≥ 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" ≥ 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" ≥ 30 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa.

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..

2.4.6 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).

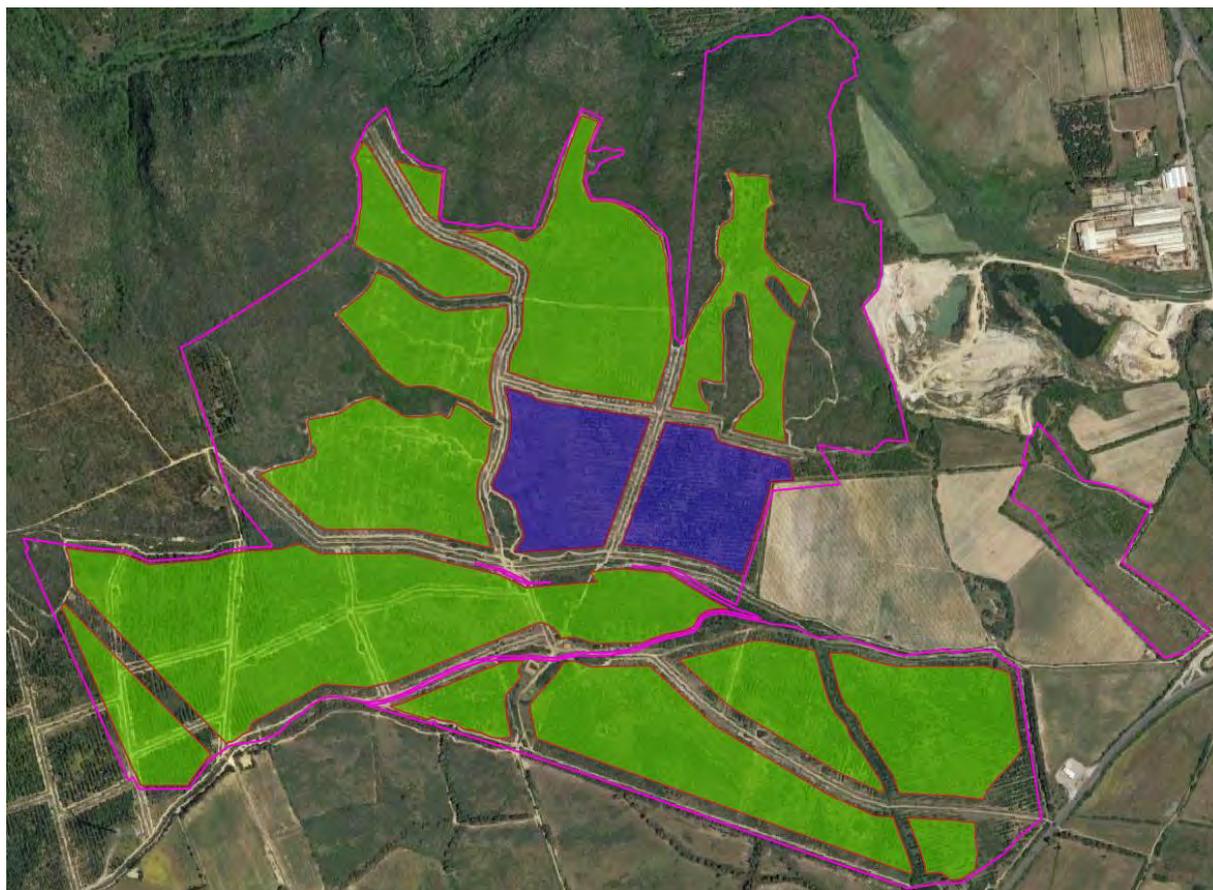


Figura 2.32: Localizzazione spaziale delle superfici destinate alla mandorlicoltura (in blu) e a colture seminatrici (in verde)

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 seminative 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).

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 espantata 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 foraggera 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).

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.

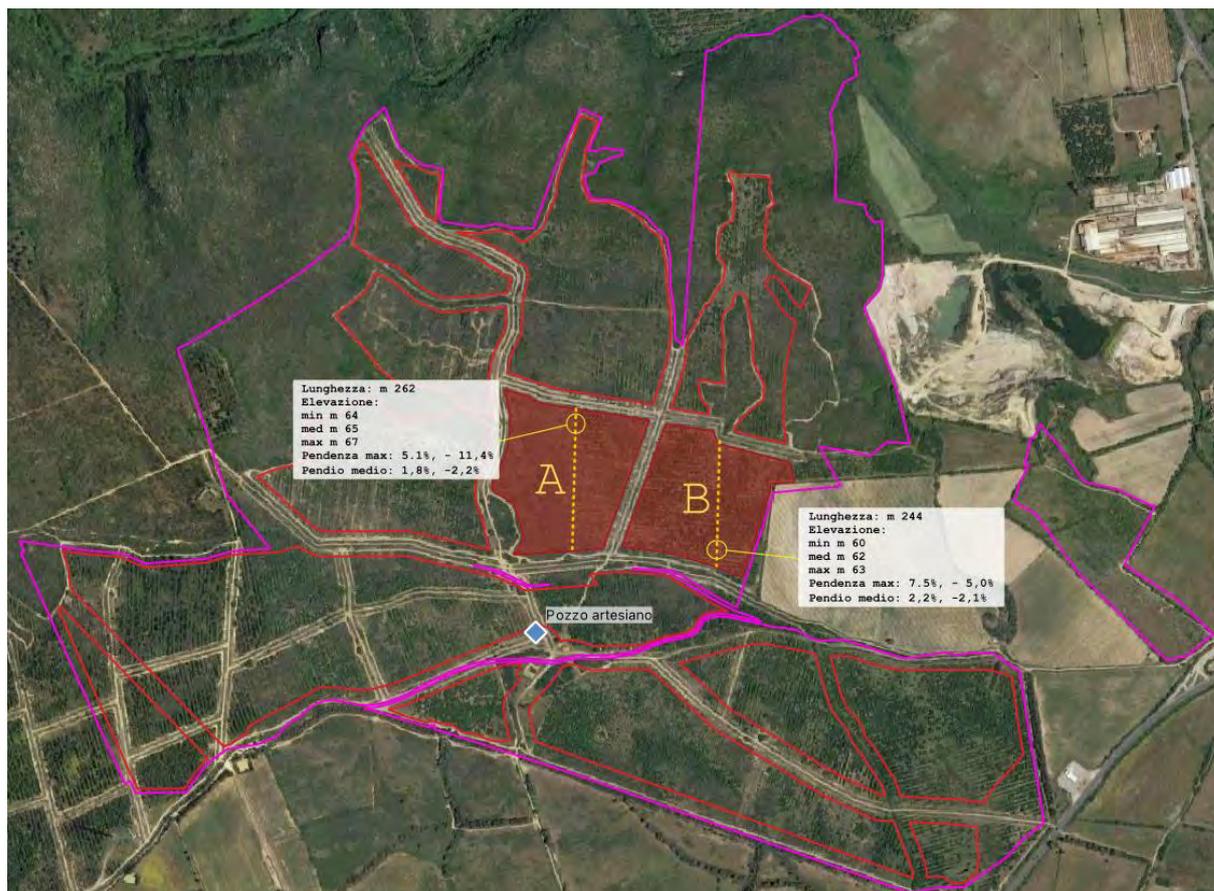


Figura 3.7: Localizzazione spaziale delle Aree designate per la messa a dimora del mandorleto superintensivo

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**".

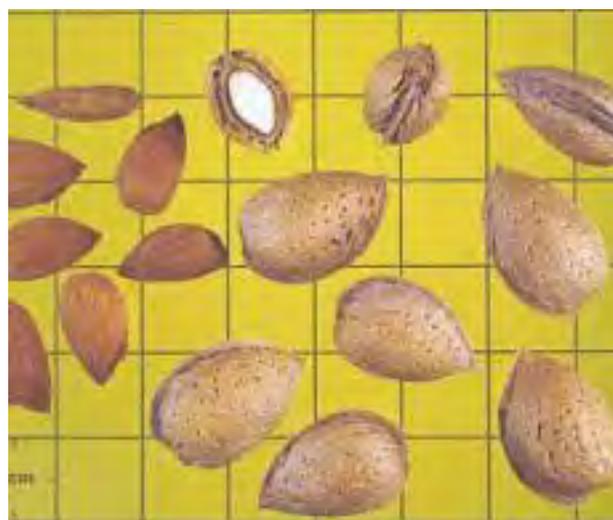


Figura 3.7: Pianta di mandorlo della cultivar Lauranne® Avijor prossima alla raccolta (sinistra) ed endocarpi e semi (destra).

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

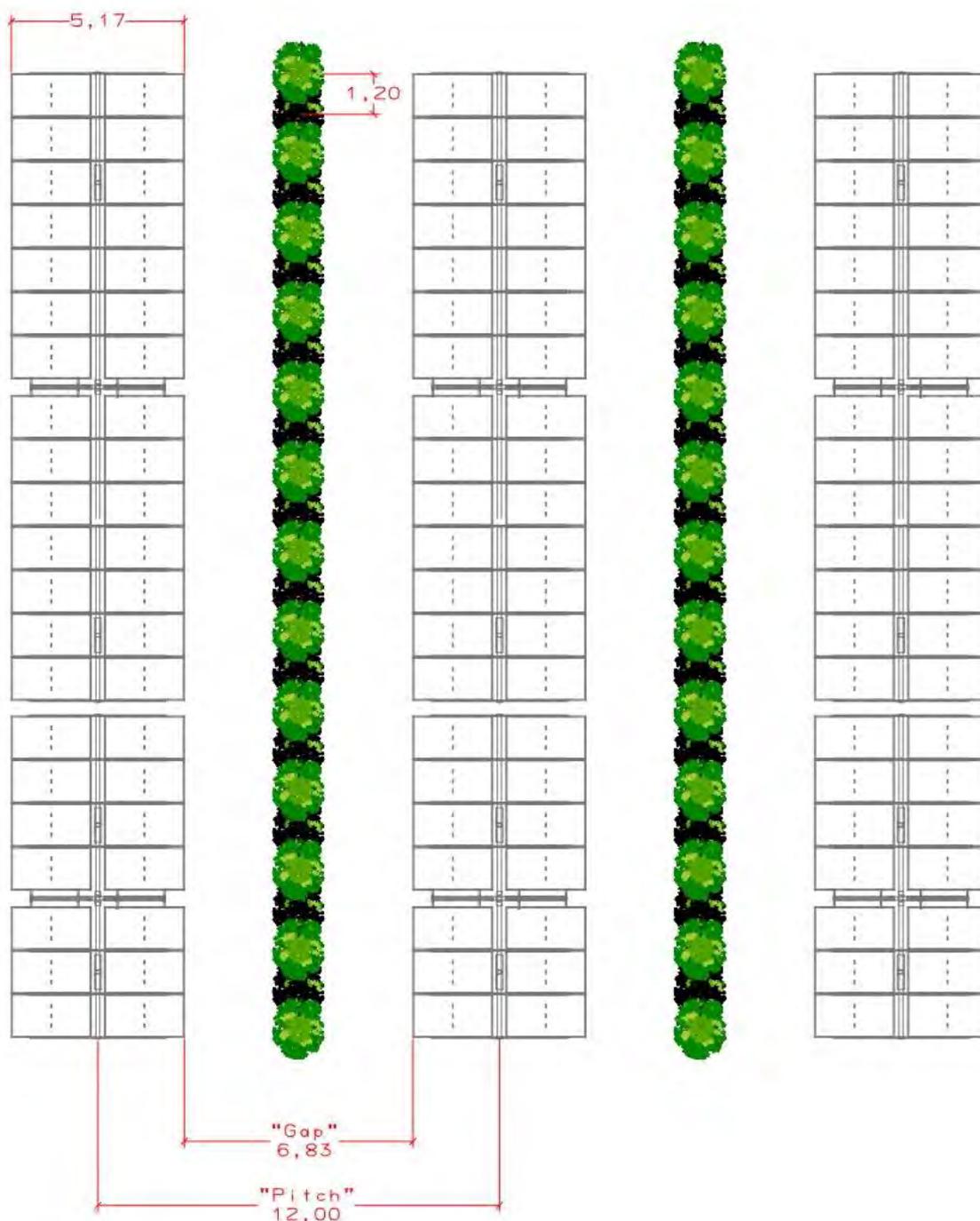


Figura 3.7: Dettaglio delle file del mandorleto tra le strutture della componente fotovoltaica

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.

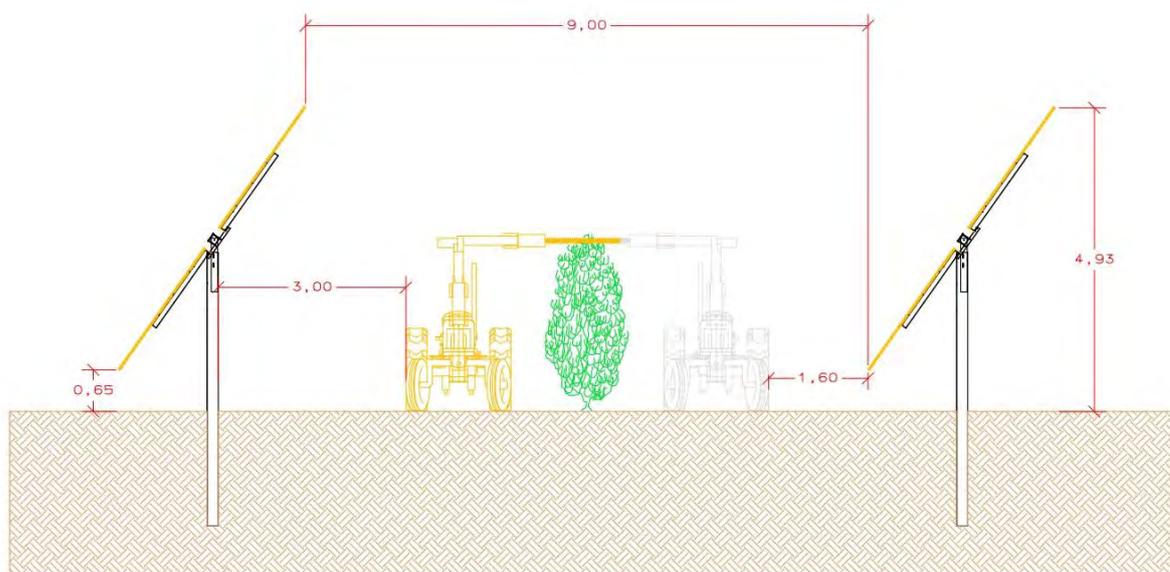


Figura 3.7: Dettaglio della modalità di potatura dell'impianto superintensivo con l'utilizzo di potatrici trainate da piccoli trattori.

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.

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 2.12: 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.

2.4.7 Opere a verde di mitigazione

L'impianto in progetto prevede la coesistenza di un impianto fotovoltaico e di colture agricole, secondo quanto precedentemente descritto e nella relazione agronomica (Rif. 2983_5174_CA_VIA_R04_Rev0_Relazione Agronomica e progetto Agrivoltaico).

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 seminate per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione (area recintata ha 76,68).

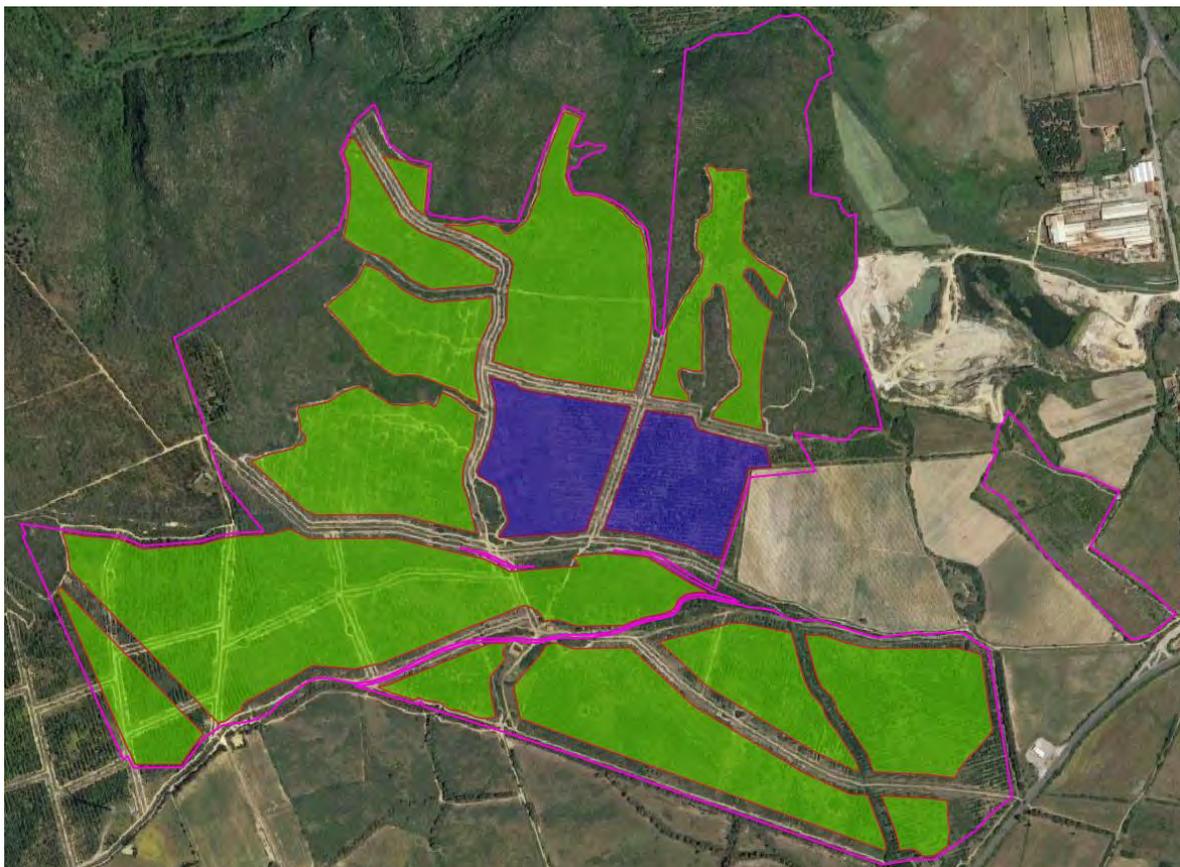


Figura 2.33: Localizzazione spaziale delle superfici destinate alla mandorlicoltura (in blu) e a colture seminative (in verde).

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 2.34):

- 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 regionali² 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.

² 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 2.34: 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 foraggere 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 2.35) 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 sfalcianti;
- 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.

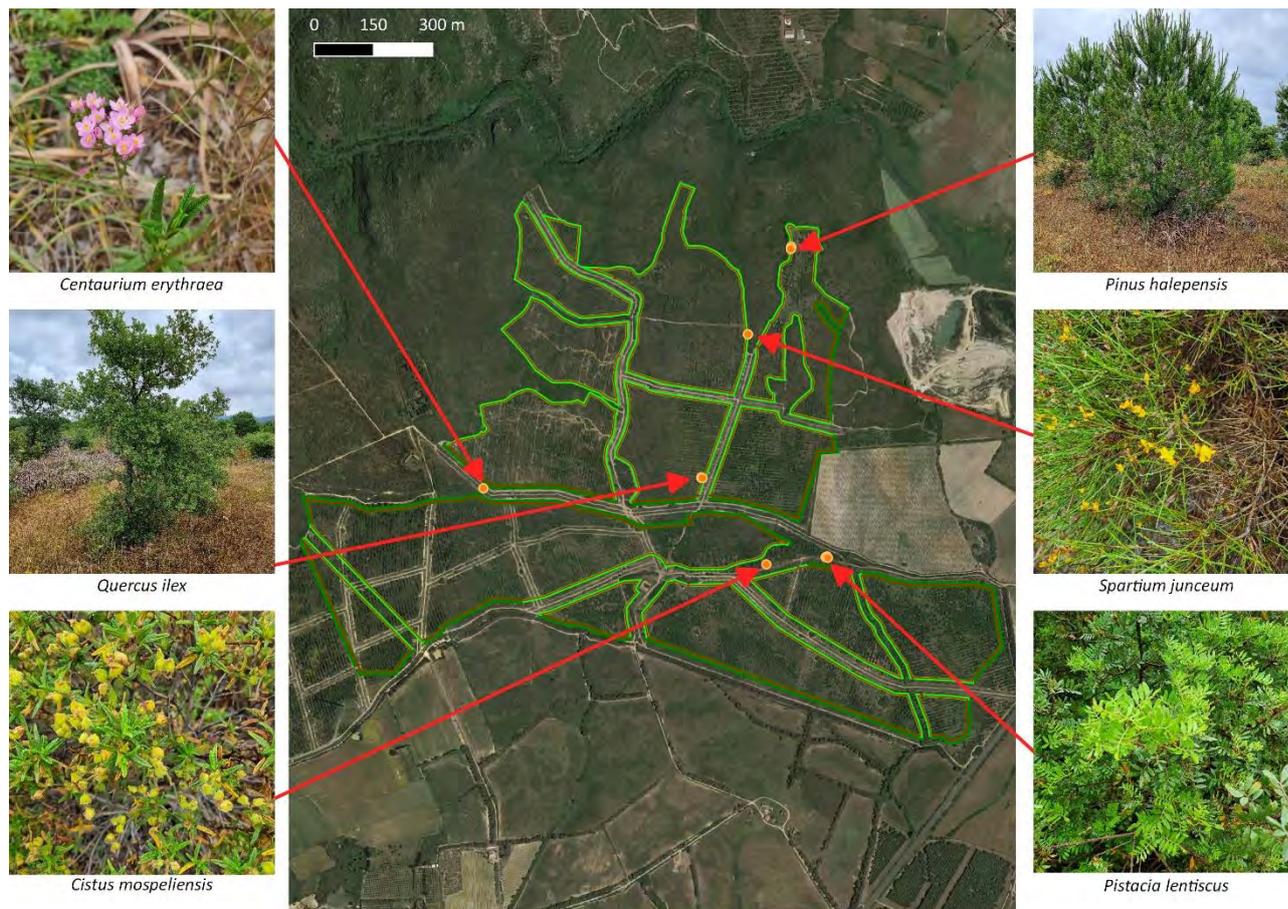


Figura 2.35: Specie vegetali individuate nel corso dei sopralluoghi.

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 2.13 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 2.13: Prospetto delle specie utilizzabili per la siepe perimetrale di mitigazione, con l'indicazione dell'habitus (arbustivo, arboreo), l'utilizzo da parte degli impollinatori³ 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 2.37 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;

³ 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

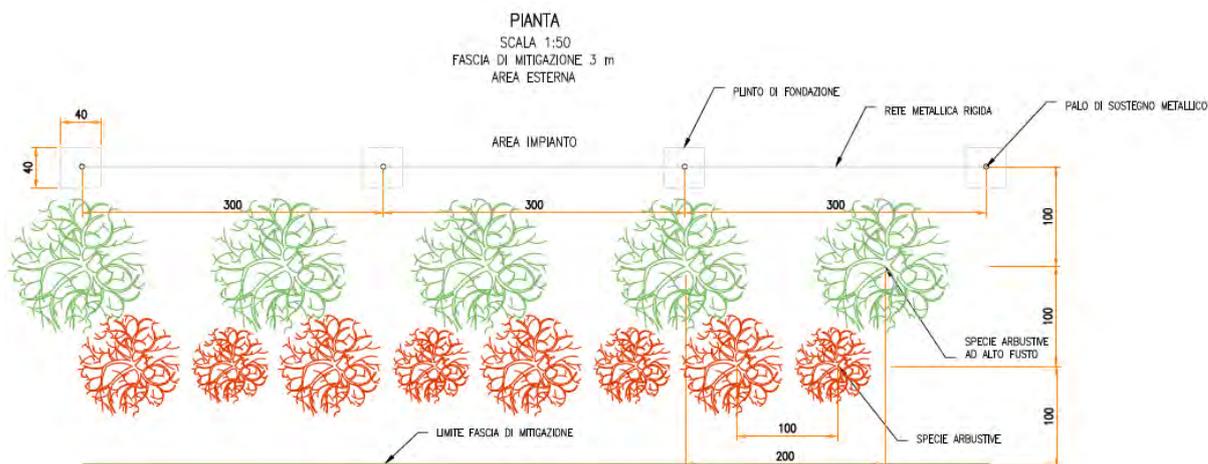
1: Biancospino *Crataegus monogyna* / Corbezzolo *Arbutus unedo* / Filirea *Phillyrea angustifolia* / Alaterno *Rhamnus alaternus* L.

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 2.36: Distribuzione indicativa delle specie all'interno della siepe perimetrale



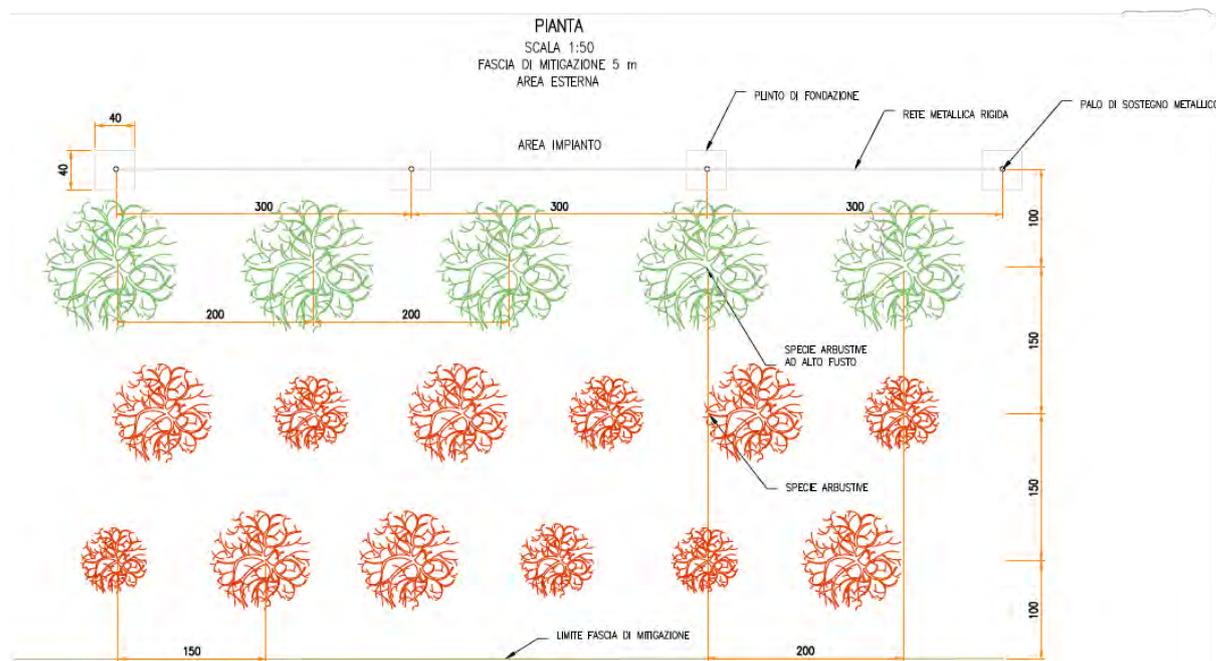


Figura 2.37: Tipologici della siepe perimetrale

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 massimo⁴) 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.

⁴ 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.

2.4.8 Connessione alla RTN

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

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi, o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente, in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi, o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente, se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

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

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulle linee elettriche, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

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

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".

2.4.9 Cronoprogramma delle fasi di costruzione e dismissione dell'impianto

Per la realizzazione e la messa in esercizio dell'impianto è stato previsto un arco temporale di 11 mesi a partire dall'ottenimento dell'Autorizzazione a costruire, suddiviso in:

- Tempi per le forniture dei materiali
- Tempi di realizzazione delle opere civili
- Tempi di realizzazione delle opere impiantistiche
- Tempi per Commissioning e Collaudi

Nella seguente figura si riporta un estratto del cronoprogramma dei lavori.



CRONOPROGRAMMA REALIZZAZIONE																		
SOLAR CAPITAL 2 S.r.l. - PARCO AGRIVOLTAICO "CARBONIA" - 56,55 MWp																		
	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Mese 4	Mese 5	Mese 6	Mese 7	Mese 8	Mese 9	Mese 10	Mese 11	Mese 12	Mese 13	Mese 14	Mese 15	Mese 16	Mese 17	Mese 18
Forniture																		
Moduli FV																		
Strutture metalliche tipo Tracker																		
Power Station																		
Cavi																		
Quadristica																		
Cabine (smistamento, uffici e magazzini)																		
Sistemi di accumulo BESS																		
Costruzione - Opere civili																		
Approntamento cantiere																		
Preparazione terreno																		
Realizzazione recinzione																		
Realizzazione viabilità																		
Scavi fondazione cabinati																		
Scavi posa cavi																		
Posa pali di fondazione																		
Posa fondazione cabinati																		
Posa strutture metalliche tipo Tracker																		
Montaggio pannelli																		
Posa Power Station e Cabinati																		
Posa locali tecnici (uffici e emagazzini)																		
Opere Idrauliche																		
Opere impiantistiche Campo Fotovoltaico																		
Posa cavi (BT, 36 kV)																		
Collegamenti moduli FV																		
Cablaggio Power Station																		
Cablaggio sistema di accumulo																		
Allestimento arredi Uffici e Magazzini																		
Allestimento apparecchiature cabine (smistamento)																		
Opere di rete lato utenza																		
Scavi posa Cavidotto																		
Posa Cavidotto (36 kV) e fibra ottica																		
Ritiro e ripristino																		
Opere a verde																		
Piantumazione mitigazione																		
Piantumazione Mandorleti																		
Piantumazione speci foraggiere																		
Commissioning e collaudi																		

Figura 2.38: Cronoprogramma costruzione

A conclusione della fase di esercizio dell'impianto, seguirà la fase di "decommissioning", dove le varie parti dell'impianto verranno smantellate e separate in base alla caratteristica del rifiuto/materia prima seconda, in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi.

I restanti rifiuti che non potranno essere né riciclati né riutilizzati, stimati in un quantitativo dell'ordine dell'1%, verranno inviati alle discariche autorizzate.

Per dismissione e ripristino si intendono tutte le azioni volte alla rimozione e demolizione delle strutture tecnologiche a fine produzione, il recupero e lo smaltimento dei materiali di risulta e le operazioni necessarie a ricostituire la superficie alle medesime condizioni esistenti prima dell'intervento di installazione dell'impianto.

In particolare, le operazioni di rimozione e demolizione delle strutture nonché recupero e smaltimento dei materiali di risulta verranno eseguite applicando le migliori e più evolute metodiche di lavoro e tecnologie a disposizione, in osservazione delle norme vigenti in materia di smaltimento rifiuti.

La descrizione e le tempistiche delle attività sono riportate nell'elaborato Rif. "2983_5376_CA_VIA_R16_Rev0_Piano di dismissione" che prevede una durata complessiva di circa 11 mesi. Di seguito si riporta il cronoprogramma dei lavori di dismissione impianto e i costi relativi.

PIANO DI DISMISSIONE												
SOLAR CAPITAL 2 S.r.l. - PARCO AGRIVOLTAICO "CARBONIA" - 56,55 MWp												
	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Mese 4	Mese 5	Mese 6	Mese 7	Mese 8	Mese 9	Mese 10	Mese 11	Mese 12
Rimozione - Impianto												
Approntamento cantiere												
Disconnessione dalla Rete Elettrica Nazionale												
Smontaggio e rimozione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche in campo												
Rimozione sistema di accumulo												
Smontaggio e smaltimento pannelli FV												
Smontaggio e smaltimento strutture metalliche												
Rimozione pali e demolizioni fondazioni in cls												
Rimozione delle cabine elettriche e dei locali tecnici												
Rimozione opere civili (platee in c.a., cavidotti e opere idrauliche)												
Recupero dei cavi elettrici												
Rimozione della recinzione e del sistema di illuminazione e controllo												
Ripristino dell'area del parco fotovoltaico (sistemazione delle mitigazioni a verde e messa a coltura del terreno)												

Figura 2.39: Piano di dismissione

2.4.10 Principali caratteristiche della fase di costruzione del progetto

Descrizione della attività

Si riportano di seguito le attività principali della fase di costruzione:

- opere civili
 - accessibilità all'area ed approntamento cantiere
 - preparazione terreno mediante rimozione vegetazione e livellamento
 - realizzazione viabilità di campo
 - realizzazione recinzioni e cancelli ove previsto
 - preparazione fondazioni cabine
 - posa pali
 - posa strutture metalliche
 - scavi per posa cavi
 - realizzazione/posa locali tecnici
- opere impiantistiche
 - messa in opera e cablaggi moduli FV e sistema di accumulo
 - installazione inverter e trasformatori
 - posa cavi e quadristica BT
 - posa cavi e quadristica 36 kV
 - allestimento cabine
- opere a verde
 - Piantumazione fasce di mitigazione
 - Realizzazione mandorleto superintensivo
 - Piantumazione specie foraggere annuali
- commissioning e collaudi.

I materiali saranno tendenzialmente trasportati sul posto nelle prime settimane di cantiere, in cui avverrà l'approntamento dei pannelli fotovoltaici, del materiale elettrico (cavi e cabine prefabbricate) e di quello necessario per le strutture di sostegno.

Consumo di energia, natura e quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate

Il consumo idrico previsto durante la fase di costruzione è relativo principalmente alla umidificazione delle aree di cantiere, per ridurre le emissioni di polveri dovute alle movimentazioni dei mezzi, e per gli usi domestici. Il consumo idrico civile stimato è di circa 50 l/giorno per addetto.

L'approvvigionamento idrico verrà effettuato mediante acquedotto, qualora la rete di approvvigionamento idrico non fosse disponibile si utilizzerà autobotte.

Inoltre, un'altra risorsa oggetto di consumi significativi sarà il carburante necessario per i mezzi utilizzati per il trasporto del materiale al cantiere e i mezzi d'opera utilizzati internamente all'area di intervento.

Nelle tabelle seguenti si riporta un riassunto dei principali elementi utilizzati per la realizzazione dell'impianto.

Tabella 2.14: Riassunto dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'impianto

ELEMENTO	QUANTITÀ
N° moduli	81.956
N° power station	15
N° Uffici	9
N° Magazzini	9
N° cabine di smistamento	1
N° cabine di Raccolta	1
N° strutture tipo 1	2.836
N° strutture tipo 2	182

Valutazione dei residui e delle emissioni prodotte

Durante la fase di cantiere per la realizzazione del nuovo impianto si genereranno rifiuti liquidi legati all'uso dei bagni chimici. Tali rifiuti saranno conferiti presso impianti esterni autorizzati.

Non vi sono altre tipologie di rifiuto generato ad eccezione di quelli tipici da cantiere, quali plastiche, legno, metalli, etc. che saranno sottoposti a deposito temporaneo in area dedicata e successivamente conferiti ad impianti regolarmente autorizzati.

La gestione dei rifiuti sarà strettamente in linea con le disposizioni legislative e terrà conto delle migliori prassi in materia.

L'obiettivo generale della strategia di gestione dei rifiuti è quello di ridurre al minimo l'impatto dei rifiuti generati durante la fase di cantiere, attraverso le seguenti misure:

- Massimizzare la quantità di rifiuti recuperati per il riciclo;
- Ridurre al minimo la quantità di rifiuti smaltiti in discarica;
- Assicurare che eventuali rifiuti pericolosi (ad es. oli esausti) siano stoccati in sicurezza e trasferiti presso le opportune strutture di smaltimento.

Durante la fase di cantiere sono previsti dei presidi di abbattimento polveri quali:

- Il lavaggio delle ruote dei mezzi in ingresso/uscita;
- La bagnatura delle piste di cantiere, con frequenza da adattare in funzione delle condizioni operative e meteorologiche, al fine di garantire un tasso ottimale di umidità del terreno;
- In caso di vento, i depositi in cumuli di materiale sciolto caratterizzati da frequente movimentazione, saranno protetti da barriere ed umidificati. I depositi con scarsa movimentazione saranno invece protetti mediante coperture (p.es. teli e stuoie);
- Nelle giornate di intensa ventosità le operazioni di escavazione/movimentazione di materiali polverulenti dovranno essere sospese;
- Divieto di combustione all'interno dei cantieri;
- Sarà imposto un limite alla velocità di transito dei mezzi all'interno dell'area di cantiere e in particolare lungo i percorsi sterrati e la viabilità di accesso al sito;
- Lo stoccaggio di cemento, calce e di altri materiali da cantiere allo stato solido polverulento sarà effettuato in sili o contenitori chiusi e la movimentazione realizzata, ove tecnicamente possibile, mediante sistemi chiusi;
- Le eventuali opere da demolire e rimuovere dovranno essere preventivamente umidificate.

Durante le attività di costruzione e di dismissione, le emissioni in atmosfera saranno costituite:

- Dagli inquinanti rilasciati dai gas di scarico dei macchinari di cantiere e dai mezzi per il trasporto del materiale e del personale. I principali inquinanti prodotti saranno NOx, SO₂, CO e polveri;
- Dalle polveri provenienti dalla movimentazione dei mezzi durante la preparazione del sito e l'installazione delle strutture, cavidotti e cabine;
- Dalle polveri provenienti dalla movimentazione delle terre durante le attività di preparazione del sito, l'installazione dei pannelli fotovoltaici e delle altre strutture.

Per il trasporto delle strutture, dei moduli e delle altre utilities è previsto un flusso pari a una media di 12 mezzi/giorno con picchi massimi di 28 mezzi/giorno in concomitanza di particolari fasi costruttive, per tutto il periodo del cantiere pari a circa 18 mesi, a cui si aggiungono i mezzi leggeri per il trasporto della manodopera di cantiere.

Il materiale in arrivo sarà depositato temporaneamente in un'area di stoccaggio all'interno della proprietà e verranno utilizzate piste interne esistenti e di progetto per agevolare il trasporto e il montaggio dell'impianto. Verrà inoltre realizzata una strada bianca per l'ispezione dell'area di centrale lungo tutto il perimetro dell'impianto e lungo gli assi principali e per l'accesso alle piazzole delle cabine.

Durante la fase di costruzione, sarà necessaria l'occupazione di suolo sia per lo stoccaggio dei materiali, quali tubazioni, moduli, cavi e materiali da costruzione, che dei rifiuti prodotti (imballaggi). Per la realizzazione dell'impianto non si prevede di incrementare le superfici impermeabilizzate infatti, l'impianto sarà installato sul materiale di fondo presente allo stato di fatto.

Si prevede che le emissioni sonore saranno generate dai mezzi pesanti durante le attività di preparazione del terreno e di montaggio delle strutture. I livelli di emissione e immissione sonora presso i recettori identificati risulteranno piuttosto trascurabili, per un approfondimento si rimanda alla "Relazione di impatto acustico" allegata al presente documento.

All'interno dell'area di cantiere si prevede che, nelle fasi di maggior attività, opereranno contemporaneamente un numero massimo di 28 mezzi, nello specifico:

- 5 macchine battipalo
- 5 escavatori
- 5 macchine multifunzione
- 2 pale cingolate
- 3 trattori apripista
- 5 camion per movimenti terra
- Occasionalmente si prevede la presenza di mezzi speciali di sollevamento, che opereranno per un tempo limitato pari a singole giornate.

Per quanto riguarda la realizzazione della nuova stazione elettrica si prevede che la durata del cantiere sarà pari a circa 18 mesi. In questo tempo si prevede un flusso massimo di 3 camion per il trasporto di materiale entro e fuori dal sito.

All'interno dell'area di cantiere si prevede che, nelle fasi di maggior attività, opereranno contemporaneamente un numero massimo di 6 mezzi, nello specifico:

- 2 miniescavatori
- 2 escavatori
- 2 macchine multifunzione
- Occasionalmente si prevede la presenza di mezzi speciali di sollevamento, che opereranno per un tempo limitato pari a singole giornate.

Occasionalmente si prevede la presenza di mezzi speciali di sollevamento, che opereranno per un tempo limitato pari a singole giornate.

Infine, per quanto riguarda la realizzazione della connessione si prevede che la durata del cantiere sarà pari a circa 7 mesi. Il cantiere della connessione sarà di tipo lineare e si prevede che, nelle fasi di maggior attività, opereranno contemporaneamente un numero massimo di 6 mezzi, nello specifico:

- 2 camion per il trasporto di materiale fuori dal sito
- 2 escavatori
- 2 macchinari TOC (se necessari per particolari tratti di posa)

Occasionalmente si prevede la presenza di mezzi speciali di sollevamento, che opereranno per un tempo limitato pari a singole giornate.

2.4.11 *Principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto*

Descrizione della attività

Durante la fase di esercizio, stimata in circa 30 anni, la gestione dell'impianto fotovoltaico verterà su attività di manutenzione, di pulizia dei pannelli e di vigilanza al fine di garantire la perfetta efficienza dei diversi componenti.

Il sistema di tracker installato richiede livelli minimi di manutenzione e lubrificazione; inoltre, grazie all'assenza di meccanismi di trasmissione meccanica tra i trackers, l'affidabilità del sistema è aumentata negli anni così da ridurre la necessità di effettuare interventi di manutenzione, che comunque vengono segnalati dal sistema di auto-diagnostica di fine giornata.

La manutenzione ordinaria del sistema consiste quindi in ispezioni periodiche sulle componenti elettriche (impianto elettrico, cablaggi, ecc) e meccaniche che lo costituiscono. Si tratta di un'operazione particolarmente importante, da eseguire secondo la normativa nazionale vigente in modo tale da garantire nel tempo le caratteristiche di sicurezza e affidabilità delle singole componenti e dell'impianto nel suo complesso.

Essendo installati all'aperto, i pannelli fotovoltaici sono esposti a molteplici agenti quali: insetti morti, foglie, muschi e resine, che ne sporcano la superficie, a cui si aggiungono gli agenti atmosferici quali vento e pioggia. L'accumulo di sporcizia influisce sulle prestazioni dei pannelli, diminuendone l'efficacia. Per tale motivo la pulizia dei pannelli è una delle prime precauzioni contro i problemi di malfunzionamento. I pannelli fotovoltaici verranno lavati semplicemente con acqua, con frequenza semestrale.

L'impianto sarà dotato di sistema antintrusione perimetrale e di sorveglianza che garantirà la salvaguardia dell'impianto da eventuali atti vandalici dovuti all'intrusione nel sito oggetto di progetto.

Le operazioni di manutenzione straordinaria saranno effettuate esclusivamente in caso di avaria dell'apparecchiatura, individuando la causa del guasto e sostituendo i componenti che risultano danneggiati o difettosi. Tutte le operazioni di manutenzione straordinaria devono essere compiute da tecnici specializzati.

Per quanto riguarda la gestione delle colture previste dal progetto agronomico si prevede il ricorso alla minima lavorazione: è previsto un solo passaggio di discatura eseguito con erpice a dischi o una fresatura. Infine, per quanto riguarda i seminativi si prevede il passaggio di un'unica macchina capace di eseguire in un unico passaggio semina e concimazione, un successivo passaggio con macchina capace di raccogliere e pressare il materiale vegetale in balle e una macchina trinciatrice in caso di produzione di trinciato.

Consumo di energia, natura e quantità del materiale e delle risorse naturali impiegate

Durante la fase di esercizio, il consumo di risorsa idrica sarà legato principalmente alla pulizia dei pannelli, per cui si stima un utilizzo di circa 800 m³ all'anno di acqua e alla gestione del mandorleto superintensivo, per il quale 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.

Per la pulizia dei pannelli sarà utilizzata acqua senza detersivi riutilizzata a scopo irriguo qualora necessario per le aree erbacee e arbustive previste nel Progetto in un'ottica di sostenibilità ambientale e risparmio di risorsa idrica. L'approvvigionamento idrico per la pulizia dei pannelli verrà effettuato mediante autobotte.

Nell'area dell'impianto sarà presente un bagno a servizio degli operai addetti alla manutenzione, il consumo di acqua per uso domestico risulta essere di bassissima entità.

Inoltre, è previsto per i primi due anni dalla messa a dimora, interventi di bagnatura delle opere di mitigazione a verde così da garantirne l'attecchimento.

Gli interventi di irrigazione 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. Per quanto riguarda il fabbisogno idrico si intende adottare un sistema di subirrigazione con sistema gocciolante interrato.

Valutazione dei residui e delle emissioni prodotte

Durante la fase di esercizio la produzione di rifiuti risulta essere non significativa, in quanto limitata esclusivamente agli scarti degli imballaggi prodotti durante le attività di manutenzione dell'impianto.

Durante la fase di esercizio gli unici scarichi idrici previsti saranno legati al drenaggio delle acque meteoriche nello specifico, nelle aree verdi questa avverrà principalmente per infiltrazione naturale nel sottosuolo, sarà comunque mantenuta la rete di canali, presenti allo stato di fatto ed integrata al fine di migliorare il deflusso ed infiltrazione delle acque.

Durante la fase di esercizio non è prevista la presenza di sorgenti significative di emissioni in atmosfera. Unica eccezione è il generatore di emergenza che entrerà in funzione solo in caso di mancata alimentazione all'impianto.

Si ritiene pertanto di poter affermare che, durante la fase di esercizio, non si avrà una significativa produzione di rifiuti e di emissioni. Al contrario, l'esercizio del Progetto determina un impatto positivo, consentendo un risparmio di emissioni in atmosfera rispetto alla produzione di energia mediante combustibili fossili tradizionali.

Tabella 2.15: Calcolo della CO₂ evitata, per il calcolo è stato utilizzato il metodo da rapporto ISPRA 2021, con fattore di emissione per la produzione termoelettrica lorda (solo fossile, anno 2017) pari a 449,1 gCO₂/kWh

PRODUCIBILITÀ (kWh/kWp/anno)	POTENZA (MW _p)	PRODUZIONE (MWh/anno)	EMISSIONI DI CO ₂ EVITATE (t/anno)
2.013	56,55	113.840	51.126

Durante la fase di esercizio, si avrà l'occupazione di suolo da parte dei moduli fotovoltaici, a cui vanno aggiunte le superfici occupate dalle strade interne che corrono all'interno dell'area impianto e lungo gli assi principali.

Va tuttavia sottolineato che il suolo su cui verrà realizzato l'impianto fotovoltaico si colloca in area agricola. L'impatto sarà inoltre temporaneo in quanto, concluso il ciclo di vita dello stesso, tutte le strutture saranno rimosse, facendo particolare attenzione a non asportare suolo, e verranno ripristinate le condizioni esistenti ante-operam.

Nel rispetto di quanto previsto nel DPCM del 1 Marzo 1991, DPCM del 14/11/97 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/95), non sono attesi impatti significativi per la fase di esercizio vista l'assenza di fonti di rumore rilevanti. Durante la fase di esercizio, le uniche fonti di rumore presenti, sebbene di lieve entità, saranno caratterizzate dalle emissioni dei sistemi di raffreddamento dei cabineti e i trasformatori.

La principale sorgente di campi elettromagnetici dell'impianto fotovoltaico in oggetto è situata in corrispondenza delle cabine elettriche e degli elettrodotti interrati. La distribuzione elettrica avviene in parte in corrente alternata (alimentazione delle cabine di trasformazione e conversione) e in corrente continua dagli inverter verso i moduli fotovoltaici, questi ultimi hanno come effetto l'emissione di campi magnetici statici, simili al campo magnetico terrestre ma decisamente più deboli, a cui si sommano. Le restanti linee elettriche in alternata sono realizzate mediante cavi interrati, queste emettono un campo elettromagnetico trascurabile che non genera conseguenti impatti verso l'ambiente esterno e la popolazione. I cabineti di trasformazione e conversione, contengono al proprio interno gli inverter ed un trasformatore che emette campi magnetici a bassa frequenza.

Occorre sottolineare che l'impianto fotovoltaico non richiede la permanenza in loco di personale addetto alla custodia o alla manutenzione, si prevedono solamente interventi manutentivi molto limitati nel tempo. Inoltre l'accesso all'impianto è limitato alle sole persone autorizzate e non si evidenzia la presenza di potenziali ricettori nell'introno dell'area. Anche le opere utili all'allaccio dell'impianto alla rete elettrica nazionale, rispettano in ogni punto i massimi standard di sicurezza e i limiti prescritti dalle vigenti norme in materia di esposizione da campi elettromagnetici.

Durante la fase di esercizio è previsto unicamente lo spostamento del personale addetto alle attività di manutenzione preventiva dell'impianto, di pulizia e di sorveglianza. Si può stimare un transito medio di circa 2 veicoli al mese.

Per quanto riguarda la gestione delle colture previste dal progetto agronomico si prevede il ricorso al precision farming: per la gestione del mandorleto è previsto l'impiego di macchine scavattrici integrali opportunamente modificate per il mandorlo, che consentiranno la raccolta contemporanea della dirupe su tutta l'area di impianto.

Infine, per quanto riguarda i seminativi si prevede il ricorso alla minima lavorazione che 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. Per la fase di gestione è invece previsto, considerando la tipologia di indirizzo produttivo proposto, verranno impiegate macchine facilmente reperibili, già in possesso a contoterzisti della zona.

2.4.12 *Principali caratteristiche della fase di dismissione del progetto*

Descrizione della attività

L'impianto sarà interamente smantellato al termine della sua vita utile, l'area sarà restituita come si presenta allo stato di fatto attuale.

A conclusione della fase di esercizio dell'impianto, seguirà quindi la fase di "decommissioning", dove le varie parti dell'impianto verranno separate in base alla caratteristica del rifiuto/materia prima seconda, in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi.

I restanti rifiuti che non potranno essere né riciclati né riutilizzati, stimati in un quantitativo dell'ordine dell'1%, verranno inviati alle discariche autorizzate.

Questa operazione sarà a carico del Proponente, che provvederà a propria cura e spese, entro i tempi tecnici necessari alla rimozione di tutte le parti dell'impianto.

Nello specifico la dismissione dell'impianto prevede:

- Lo smontaggio ed il ritiro dei pannelli fotovoltaici;
- Lo smontaggio ed il riciclaggio dei telai e delle strutture di sostegno dei pannelli, in materiali metallici;
- Lo smontaggio ed il riciclaggio dei cavi e degli altri componenti elettrici (comprese le cabine di campo);
- Il ripristino ambientale dell'area.

Le varie componenti tecnologiche costituenti l'impianto sono progettate ai fini di un completo ripristino del terreno a fine ciclo.

Consumo di risorse, rifiuti ed emissioni prodotte

Per quanto concerne la fase di dismissione dell'impianto si considera che il consumo di risorse, produzione di emissioni saranno della stessa tipologia di quelle previste per la fase di costruzione.

Il numero complessivo dei mezzi che opereranno in sito e interesseranno la viabilità pubblica si stima, in via cautelativa, paragonabile a quello della fase di costruzione.

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti si ritiene che i materiali provenienti dalla dismissione dell'impianto, che non potranno essere né riciclati né riutilizzati, potranno essere un quantitativo dell'ordine dell'1% del totale, questi verranno inviati alle discariche autorizzate.

2.5 SCELTA TECNOLOGICA

Allo scopo di massimizzare la radiazione captata, nel presente progetto sono state impiegate strutture di sostegno ad inseguimento ad un grado di libertà (tracker monoassiali) in grado di far ruotare intorno al loro asse disposto lungo la direzione Est-Ovest.

Gli inseguitori solari di questo tipo permettono di aumentare la produzione di energia di un 15% circa rispetto ad un sistema fotovoltaico con strutture ad esposizione fissa. In funzione dell'albedo dell'ambiente circostante e di alcuni parametri progettuali quali interasse tra le file, altezza da terra e inclinazione massima raggiunta nella rotazione dal tracker, i produttori arrivano a garantire fino al 30% in più di potenza prodotta dal singolo modulo.

Per minimizzare i capex di progetto, si è deciso per moduli ed inverter con tensione massima di esercizio di 1500V del tipo centralizzato, poiché questi rappresentano l'attuale stato dell'arte e comportano alcuni vantaggi, quali ad esempio:

- Aumento dell'affidabilità del sistema grazie all'impiego di un minor numero di componenti
- Riduzione dei costi del BOS (Balance Of System) e di O&M per la stessa ragione
- Aumento dell'efficienza complessiva del sistema grazie alla diminuzione delle perdite complessive.

A seguito dell'analisi della documentazione inviata e raccolta durante i sopralluoghi effettuati in sito volta ad individuare e sfruttare le aree più idonee all'installazione, e mediante l'ausilio di simulazioni condotte con il software PVsyst©, sono stati fissati:

- Disposizione dei moduli sul tracker ("landscape" vs. "portrait")
- Interasse tipico tra le file di tracker



Massima inclinazione raggiungibile dal tracker nell'inseguimento giornaliero del sole allo scopo di trovare il migliore compromesso tra la potenza installata e l'IRR di progetto.

2.6 CUMULO CON ALTRI PROGETTI

Il presente capitolo è finalizzato alla valutazione dell'effetto cumulo del progetto oggetto di studio rispetto al contesto circostante. Secondo il DM del 40 marzo 2015, *“Linee guida per la verifica di assoggettabilità e valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome, previsto dall'articolo 15 del decreto – legge 24 giugno 2014, n. 41, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 agosto 2014, n. 116”*, un singolo progetto deve essere considerato anche in riferimento ad altri progetti localizzati nel medesimo contesto territoriale.

Il D.M. specifica quanto segue:

“un singolo progetto deve essere considerato anche in riferimento ad altri progetti localizzati nel medesimo contesto ambientale e territoriale. Tale criterio consente di evitare:

- La frammentazione artificiosa di un progetto, di fatto riconducibile ad un progetto unitario, eludendo l'assoggettamento obbligatorio a procedura di verifica attraverso una riduzione “ad hoc” della soglia stabilita nell'allegato IV alla parte seconda del D.Lgs. n. 152/2006;
- Che la valutazione dei potenziali impatti ambientali sia limitata al singolo intervento senza tenere conto dei possibili impatti ambientali derivanti dall'interazione con altri progetti localizzati nel medesimo contesto ambientale e territoriale.”

Il criterio del *“cumulo con altri progetti”* deve essere considerato in relazione a progetti relativi ad opere o interventi di nuova realizzazione: appartenenti alla stessa categoria progettuale indicata nell'allegato IV alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006, sommate a quelle dei progetti nel medesimo ambito territoriale, determinano il superamento della soglia dimensionale fissata nell'allegato IV alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006 per la specifica categoria progettuale.

Al fine di valutare la compatibilità dell'impianto agri-voltaico oggetto del seguente studio di impatto ambientale con quanto sopra esposto, sono stati identificati gli impianti fotovoltaici ed eolici in un intorno di 2 km dal perimetro dell'impianto in oggetto. Per gli impianti esistenti è stata effettuata un'analisi satellitare, mentre per quelli in iter autorizzativo è stato consultato il portale del Ministero dell'Ambiente (Elenco VIA - Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali - VAS - VIA - AIA (mite.gov.it)⁵).

Grazie alle analisi condotte, dalla Figura 2.40 si individuano gli impianti eolici e fotovoltaici esistenti e in iter autorizzativo nelle vicinanze del layout di progetto.

⁵ <https://va.mite.gov.it/it-IT/Procedure/ViaElenco>

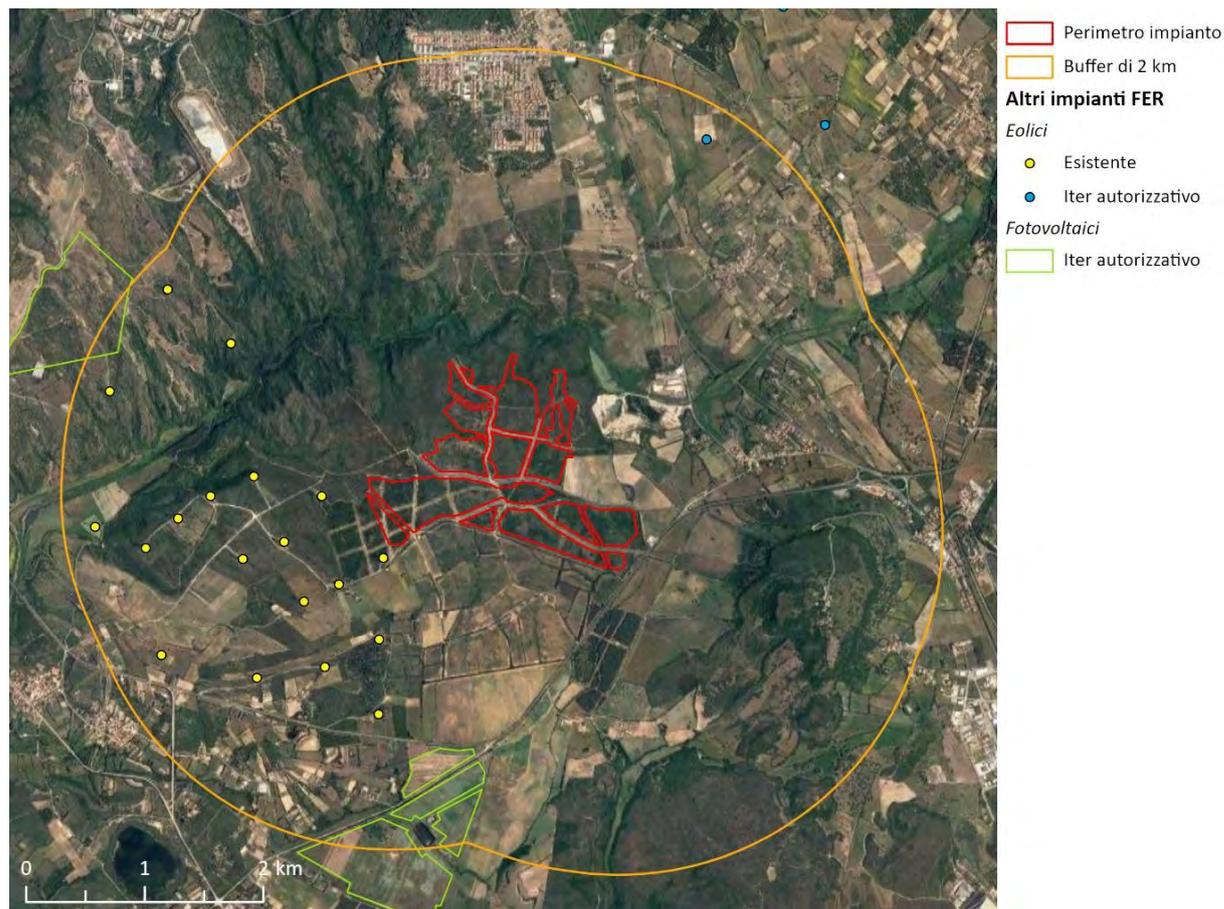


Figura 2.40: Impianti eolici e fotovoltaici individuati all'interno del buffer di 2 km dall'area di progetto

Come si evince dall'immagine, a sud-ovest dell'area di progetto è presente un parco eolico, la cui WTG più prossima dista 125 m dal progetto. Per quanto riguarda invece l'impianto fotovoltaico più prossimo all'area, esso si trova a sud e dista 1.750 m dal progetto.

Considerata la distanza degli impianti fotovoltaici in iter autorizzativo e l'estensione dei progetti realizzati presenti in prossimità dell'impianto oggetto di studio, si ritiene che gli stessi non possano generare effetti cumulativi con il progetto.

Infine, si ricorda che per questa tipologia di impianti è prevista la loro dismissione a fine vita ed il ripristino dell'area infatti, si ritiene che tutti gli impatti cumulati potenzialmente verificabili saranno limitati nel tempo.

Di seguito, si valuteranno comunque i possibili impatti sulle componenti ambientali che potrebbero essere causati dall'effetto cumulo tra l'impianto in progetto e quelli identificati.

Recepita la richiesta da parte del Servizio Urbanistico del Comune di Carbonia di esplicitare in maniera opportuna l'effetto cumulo dell'impianto in fase di progetto con altri impianti FER, è stata effettuata una valutazione puntuale sulla distribuzione dei suddetti sul territorio e un'indagine approfondita degli impianti in iter autorizzativo nei comuni di Carbonia, Gonnese e Portoscuso al fine di individuare eventuali ulteriori impianti in via di realizzazione o esistenti rispetto a quelli già segnalati nello Studio di Impatto Ambientale. Per l'individuazione di impianti eolici o fotovoltaici esistenti è stata effettuata un'analisi satellitare, mentre per quelli in iter autorizzativo è stato consultato il portale del Ministero dell'Ambiente (Elenco VIA - Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali - VAS - VIA - AIA (mite.gov.it)).

La Figura 2.41 riporta gli impianti FER realizzati o in iter autorizzativo nei comuni di Carbonia, Portoscuso e Gonnese. Come si evince dall'immagine nel comune di Portoscuso è presente un impianto eolico, la cui WTG più prossima dista 125 m dall'opera in progetto, un impianto fotovoltaico in iter autorizzativo

e impianto fotovoltaico esistente localizzato al confine con il comune di Gonnese. Nel comune di Gonnese e Carbonia sono presenti un impianto eolico e tre impianti fotovoltaici in iter autorizzativo.

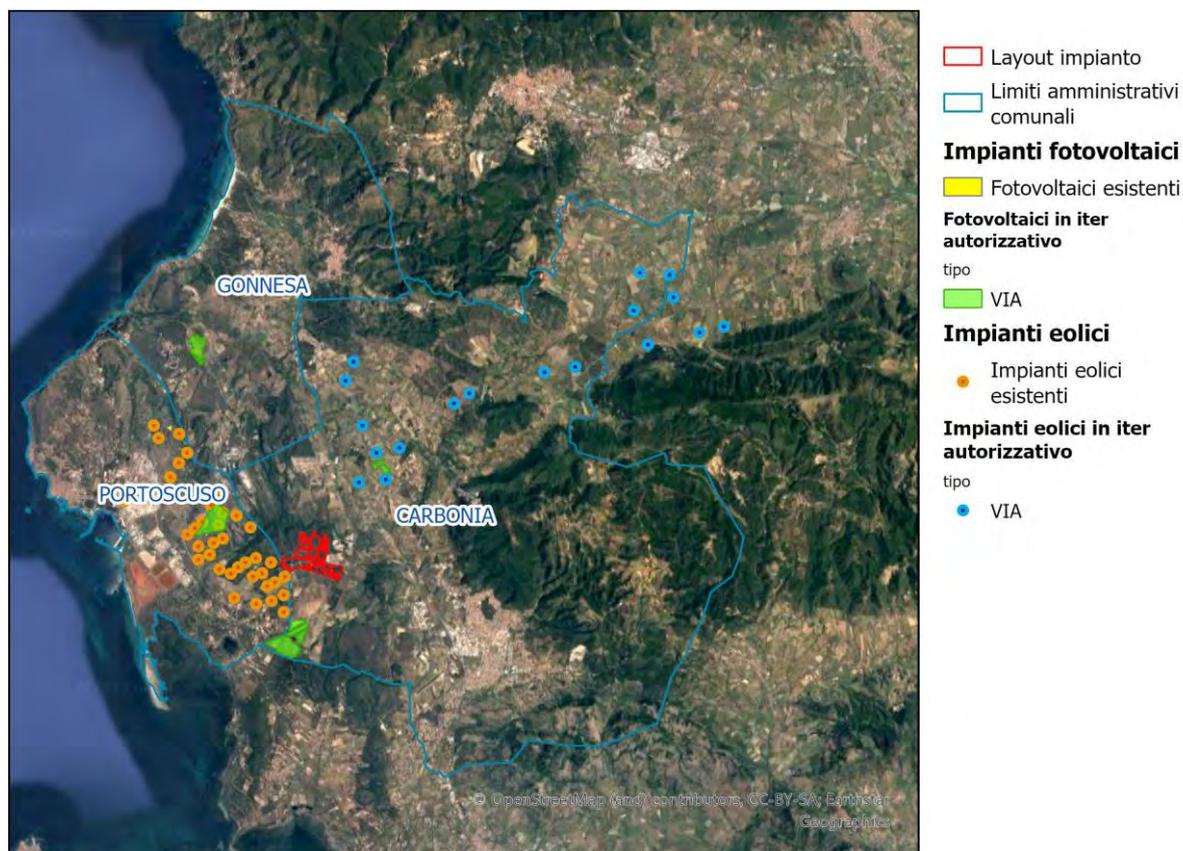


Figura 2.41: Individuazione di impianti FER realizzati o in iter autorizzativo nei comuni di Carbonia, Portoscuso, Gonnese.

Con l'allegato b della D.G.R 59/90 del 2020 la Regione Sardegna ha esplicitato che "qualora nell'area individuata dal proponente siano già presenti ulteriori impianti a FER, la valutazione del progetto in riferimento a distanze reciproche tra impianti, o densità complessiva di impianti nell'area, sarà oggetto di valutazione dello specifico procedimento autorizzativo".

I "Criteri di cumulo per la definizione del valore di potenza di un impianto da fonti energetiche rinnovabili ai fini procedurali in materia di VIA" sono riportati nell'allegato f della Delibera 59/90 del 27.11.2020 che recita quanto segue:

"L'articolo 4 comma 3 del decreto legislativo 3 marzo 2011 n. 28 prevede che "al fine di evitare l'elusione della normativa di tutela dell'ambiente, del patrimonio culturale, della salute e della pubblica incolumità, fermo restando quanto disposto dalla Parte quinta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, e, in particolare, dagli articoli 270, 273 e 282, per quanto attiene all'individuazione degli impianti e al convogliamento delle emissioni, le Regioni e le Province autonome stabiliscono i casi in cui la presentazione di più progetti per la realizzazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili e localizzati nella medesima area o in aree contigue sono da valutare in termini cumulativi nell'ambito della valutazione di impatto ambientale". In applicazione del "principio di precauzione, di prevenzione e di correzione in via prioritaria alla fonte", ai fini della valutazione circa il superamento dei limiti di soglia per l'assoggettamento alle procedure di valutazione di impatto ambientale degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili sono considerate in termini cumulativi le potenze nominali degli impianti della stessa tipologia posizionati nella medesima area o in aree contigue, così come specificato nei punti seguenti:"



- I. per le istanze di autorizzazione di impianti fotovoltaici con moduli ubicati al suolo, di potenza superiore a 200 kWp, il calcolo in termini cumulativi è effettuato sommando la potenza nominale dell'impianto presentato con quella degli impianti di potenza superiore a 200 kWp già autorizzati o per i quali è in corso il procedimento di autorizzazione, i cui moduli risultano posizionati ad una distanza inferiore a 500 metri;
- II. per le istanze di autorizzazione/PAS di impianti minieolici di potenza complessiva superiore a 20 kW e inferiore o uguale a 60 kW, il calcolo in termini cumulativi è effettuato sommando la potenza nominale dell'impianto presentato con quella degli impianti minieolici di potenza superiore a 20 kW e inferiore o uguale a 60 kW già autorizzati/abilitati o per i quali è in corso il procedimento autorizzativo/abilitativo, nei quali almeno un aerogeneratore risulta posizionato ad una distanza inferiore a 500 m;
- III. per le istanze di autorizzazione/PAS di impianti eolici di potenza complessiva superiore a 60 kW e inferiore o uguale a 1 MW, il calcolo in termini cumulativi è effettuato sommando la potenza nominale dell'impianto presentato con quella degli impianti della medesima società, appartenenti allo stesso intervallo di potenza, già autorizzati/abilitati, nei quali almeno un aerogeneratore risulta posizionato ad una distanza inferiore a 1000 m;
- IV. qualora al calcolo di cui ai punti I, II e III concorrano più impianti le cui istanze siano presentate dalla medesima società o da più società fra loro collegate, ai fini delle procedure di VIA dovrà essere presentata una istanza relativa ad un unico progetto complessivo; V. Al di fuori della casistica di cui ai precedenti punti, sono comunque fatte salve le disposizioni di cui ai punti 11.6 e 14.7 del D.M. MISE 10.9.2010.

Per la previsione e valutazione degli impatti cumulati è stata quindi individuata un'area di 500 m dall'opera in progetto al fine di individuare eventuali impianti fotovoltaici in iter autorizzativo o esistenti nel rispetto dell'allegato f della Delibera 59/90 del 2020. La Figura 2.42 riporta un dettaglio degli impianti FER situati a meno di 500 m dal layout in progetto. Non è stata riscontrata la presenza di impianti fotovoltaici a terra nel raggio dei 500 m, così come richiesto dall'allegato f della DGR 59/90 del 27/11/2020.

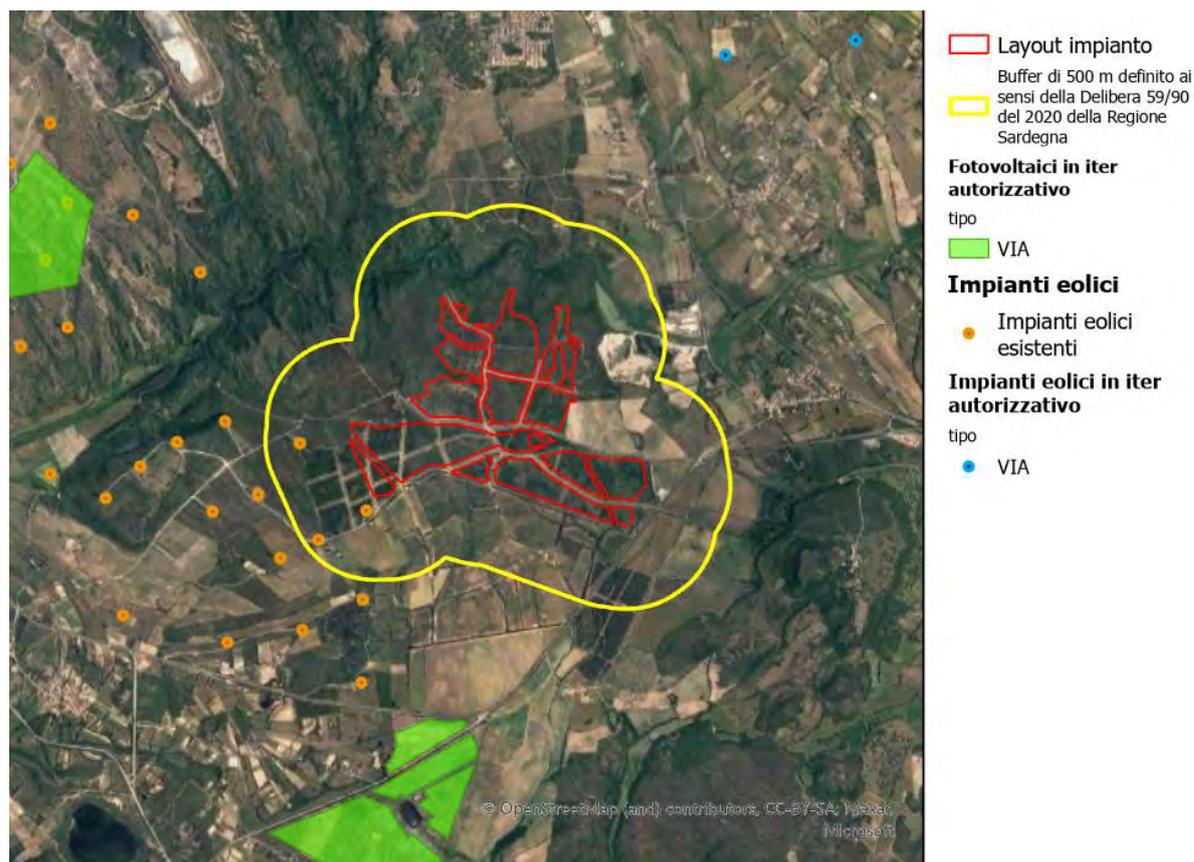


Figura 2.42: Individuazione degli impianti FER all'interno del buffer di 500 m dal layout in progetto.

2.6.1 Impatti cumulati su popolazione e salute umana

Gli impatti potenziali sulla popolazione e salute umana generati dall'impianto in oggetto sono descritti all'interno del paragrafo 4.1.2 del presente studio di impatto ambientale.

Le principali fonti di impatto cumulato negativo sulla componente "popolazione e salute umana" possono essere:

- Potenziale temporaneo aumento della rumorosità e peggioramento della qualità dell'aria derivanti dalle attività di cantiere e dal movimento mezzi per il trasporto del materiale per i cantieri;
- Potenziale aumento del numero di veicoli e del traffico nelle aree di progetto e conseguente potenziale incremento del numero di incidenti stradali;
- Impatto generato dai campi elettromagnetici prodotti dall'impianto durante la fase di esercizio degli impianti.

Si ritiene che i principali impatti negativi potenziali si verifichino esclusivamente in fase di cantiere e in fase di dismissione. L'impatto cumulato pertanto, si verificherebbe esclusivamente nel caso di presenza dei cantieri. In caso che questa ipotesi si verificasse gli impatti sarebbero comunque contenuti, limitati nel tempo e, data la localizzazione del progetto in un'area agricola, interesserebbero esclusivamente i rari recettori individuati nella prossimità del sito oggetto di studio.

Un impatto positivo sulla salute pubblica si otterrebbe invece, durante la fase di esercizio, con la sommatoria delle emissioni risparmiate rispetto alla produzione di un'eguale quota di energia mediante impianti tradizionali (fonti fossili). Tale impatto cumulato positivo avrebbe lunga durata (vita degli impianti).

2.6.2 Impatti cumulati sul territorio

Gli impatti potenziali sul territorio generati dall'impianto in oggetto sono descritti all'interno del paragrafo 4.4.2 del presente studio di impatto ambientale.

In termini di occupazione di suolo la realizzazione degli interventi comporta una riduzione di suolo agricolo e vegetazione tipica della macchia mediterranea delle aree interessate. Al fine di limitare il più possibile tale impatto per il progetto in oggetto si prevede:

- Non saranno effettuati sbancamenti e movimenti di terra tali da pregiudicare l'assetto geomorfologico e idrogeologico generale, tantomeno influenzare il ruscellamento delle acque superficiali e la permeabilità globale dell'area;
- Mantenere la vocazione agricola dei suoli grazie alla convivenza dell'impianto con aree coltivate a mandorleto e la semina di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione;
- Convivenza dell'impianto con un ambiente semi-naturale (inerbimento controllato negli spazi tra le fila);
- Realizzazione di una siepe perimetrale caratterizzata da specie arboree e arbustive autoctone tipiche della macchia mediterranea che limiteranno l'impatto.

Infine, si ricorda che gli impianti saranno interamente smantellati al termine della loro vita utile, così le aree saranno restituite come si presentano allo stato di fatto attuale.

In questo senso e per quanto riguarda la componente analizzata, vista la vocazione agricola del progetto (impianto agri-voltaico), gli impatti cumulati possono essere definiti trascurabili.

2.6.3 Impatti cumulati su biodiversità

Come già evidenziato nel paragrafo 4.3.2, gli impatti non nulli derivanti dall'intervento in progetto (emissioni atmosferiche, emissioni sonore, immissioni inquinanti, traffico veicolare) non provocano sostanziali differenze dalla situazione attuale della zona. L'unico potenziale impatto complessivo, derivante dalla presenza degli impianti esistenti e in corso di iter autorizzativo individuati, potrebbe derivare dalla sottrazione di suolo e dall'aumento di frammentazione dovuto all'insieme degli impianti esistenti sul territorio.

Per quanto riguarda invece il possibile disturbo visivo dettato dalla presenza estesa di pannelli fotovoltaici, non si ritiene che nell'intorno dell'area di progetto ci sia un numero tale di impianti fotovoltaici da poter generare un effetto cumulativo. In ogni caso, al fine di prevenire eventuali disturbi visivi, si prevede un posizionamento distanziato dei pannelli (6,8 m) che permetterà di interrompere la continuità visiva e darà la possibilità di inserire vegetazione tra le fila.

Inoltre i pannelli saranno costituiti da "inseguitori monoassiali" caratterizzati da un continuo e lento movimento di inseguimento del sole. Lungo tutto il perimetro dell'impianto è inoltre prevista una fascia di mitigazione arborea di larghezza pari a 3 m lungo tutto il perimetro e di 5 m in alcuni tratti sensibili che eviterà la continuità visiva degli impianti anche dall'alto impedendo inequivocabilmente che il cumulo possa creare impatti negativi sulla fauna.

Alla luce delle considerazioni effettuate, si ritiene che le misure previste per il presente impianto siano sufficienti a contenere gli eventuali effetti cumulativi con altri impianti presenti o previsti sul territorio.

2.6.4 Impatto cumulato visivo

L'impatto visivo-paesaggistico è uno dei maggiori fattori di impatto che riguarda l'installazione di impianti fotovoltaici e agro-fotovoltaici a terra.



Come anticipato nei paragrafi precedenti, l'area di progetto non è caratterizzata da un elevato numero di impianti fotovoltaici in progetto; infatti non si ritiene che nell'intorno dell'area di progetto ci sia un numero tale di impianti fotovoltaici da poter generare un effetto cumulativo.

Inoltre, si ritiene che non si verifichi un effetto cumulo di tipo visivo-paesaggistico con la realizzazione dell'impianto oggetto del seguente studio di impatto ambientale in quanto sono previste opere di mitigazione volte a schermare e ridurre al minimo l'impatto paesaggistico del progetto. Nello specifico si prevede di realizzare una fascia di mitigazione arborea e arbustiva lungo tutta la recinzione dell'impianto di spessore pari a 3 m in alcuni tratti e 5 m in altri, costituita da specie arbustive autoctone a diverse altezze. Questo permetterà il corretto inserimento paesaggistico dell'impianto come mostrato negli appositi fotoinserti realizzati.



Figura 2.43: Fotoinserimento Punto di Vista 1 – Stato di fatto



Figura 2.44: Fotoinserimento Punto di Vista 1 – Stato di progetto

Dal punto di presa fotografica n. 1, 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.

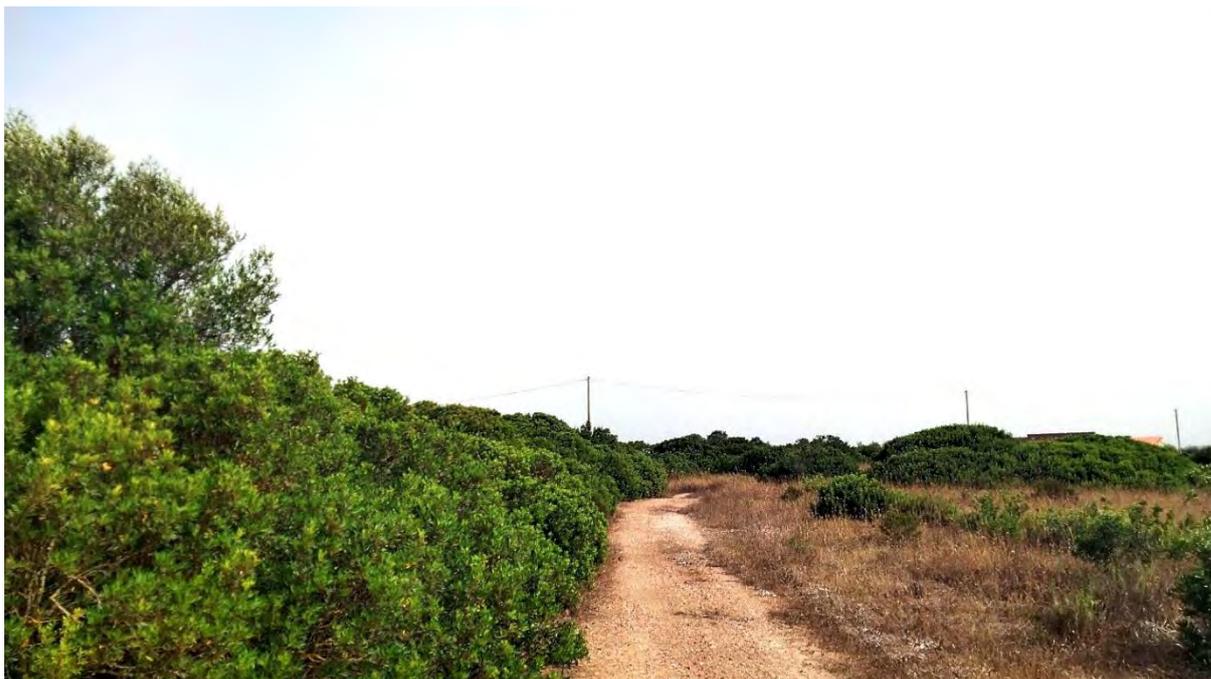


Figura 2.45: Fotoinserimento Punto di Vista 2 – Stato di fatto

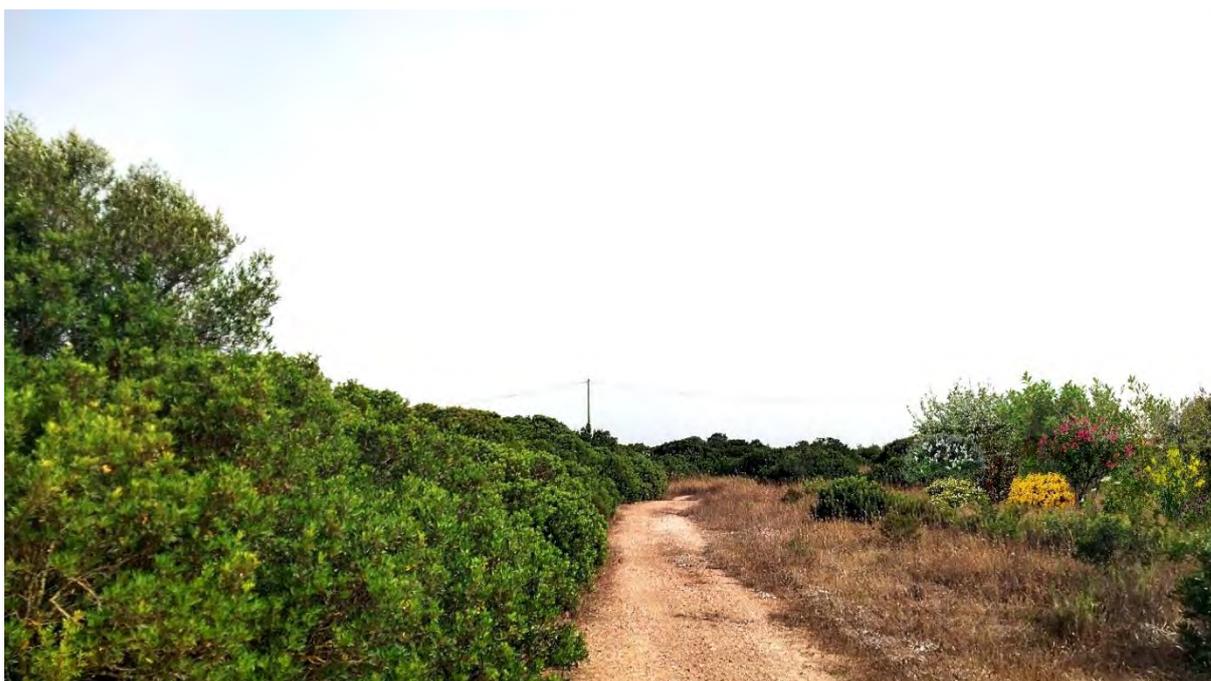


Figura 2.46: Fotoinserimento Punto di Vista 2 – Stato di progetto

Dal punto di presa fotografica n. 2, localizzato 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.



Figura 2.47: Fotoinserimento Punto di Vista 3 – Stato di fatto



Figura 2.48: Fotoinserimento Punto di Vista 3 – Stato di progetto

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



Figura 2.49: Fotoinserimento Punto di Vista 4 – Stato di fatto



Figura 2.50: Fotoinserimento Punto di Vista 4 – Stato di progetto

Dal punto di presa fotografica n. 4, localizzato 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.

Considerato quanto descritto precedentemente, risulta pertanto impossibile il verificarsi di impatti cumulati di carattere visivo con gli impianti realizzati e in corso di iter autorizzativo.

2.6.5 Effetto cumulo durante il periodo di cantiere

I possibili impatti cumulo durante il periodo di cantiere possono riguardare:

- Aumento del traffico veicolare;
- Aumento del rumore dovuto al traffico veicolare scaturito dalla compresenza di più cantieri relativi alla realizzazione degli impianti nell'intorno di quello oggetto di studio;
- Aumento delle emissioni in atmosfera dovute al traffico veicolare in aumento scaturito dalla compresenza di più cantieri relativi alla realizzazione degli impianti nell'intorno di quello oggetto di studio;
- Cumulo dell'effetto visivo e paesaggistico dovuto alla presenza dei cantieri.

Il traffico veicolare di mezzi pesanti durante la fase di cantiere, con conseguenti effetti per quanto riguarda l'incremento delle polveri in sospensione e le emissioni dei motori dei mezzi stessi, nonché le manovre di ingresso e uscita al cantiere, interesseranno solamente, e per breve durata, la SP2 e le strade comunali prossime all'area di progetto.

Di seguito si riportano le misure di mitigazione che verranno adottate durante la fase di cantiere, al fine di ridurre gli impatti potenziali.

- Al fine di minimizzare il rischio di incidenti, tutte le attività saranno segnalate alle autorità locali in anticipo rispetto alla attività che si svolgono;
- I lavoratori verranno formati sulle regole da rispettare per promuovere una guida sicura e responsabile;
- Verranno previsti percorsi stradali che limitino l'utilizzo della rete viaria pubblica da parte dei veicoli del Progetto durante gli orari di punta del traffico allo scopo di ridurre i rischi stradali per la comunità locale ed i lavoratori.

Per ridurre l'impatto temporaneo sulla qualità di vita della popolazione che risiede e lavora nelle vicinanze dell'area di cantiere, verranno adottate delle misure di mitigazione per la riduzione degli impatti sulla qualità dell'aria (per un approfondimento si veda il paragrafo 4.6.2), e sul clima acustico (per una analisi nel dettaglio si veda "2983_5376_CA_VIA_R25_Rev0_Studio previsionale impatto acustico" allegato). L'impresa esecutrice impiegherà mezzi caratterizzati da una ridotta emissione acustica e dotati di marcatura CE. Verranno inoltre eseguiti specifici corsi di formazione del personale addetto al fine di incrementare la sensibilizzazione alla riduzione del rumore mediante specifiche azioni comportamentali come, ad esempio, non tenere i mezzi in esercizio se non strettamente necessario e ridurre i giri del motore quando possibile.

Per i casi in cui si manifesta il superamento dei limiti imposti dalla zonizzazione acustica comunale si procederà a richiedere apposita autorizzazione in deroga al Sindaco concordando eventuali accorgimenti organizzativi utili al contenimento delle immissioni acustiche presso i recettori.

Tutti i mezzi dovranno rispettare il limite di velocità imposto pari a 30 km/h nelle aree d'accesso al sito che limiterà notevolmente la produzione di rumori durante il transito dei mezzi.

Per contenere quanto più possibile le emissioni di inquinanti gassosi e polveri, durante la fase di costruzione saranno adottate di norme di pratica comune e, ove richiesto, misure a carattere operativo e gestionale.

In particolare, per limitare le emissioni di gas verrà garantito il corretto utilizzo di mezzi e macchinari, una loro regolare manutenzione e buone condizioni operative. Dal punto di vista gestionale si limiterà le velocità dei veicoli e si eviterà di tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e macchinari.

Per quanto riguarda la produzione di polveri, saranno adottate, ove necessario, idonee misure a carattere operativo e gestionale, quali:

- bagnatura delle gomme degli automezzi;

- umidificazione del terreno nelle aree di cantiere per impedire il sollevamento delle polveri, specialmente durante i periodi caratterizzati da clima secco;
- riduzione della velocità di transito dei mezzi.

Per quanto sopra riportato si ritiene che gli impatti cumulati scaturiti in fase di cantiere si verificheranno esclusivamente in caso di compresenza di altri cantieri nel medesimo periodo di realizzazione dell'impianto oggetto di studio e che comunque, avranno una durata limitata e scarsa rilevanza grazie alle misure di mitigazione adottate.

2.7 RISCHIO DI GRAVI INCIDENTI E CALAMITÀ

Gli incidenti a cui può essere oggetto l'impianto in progetto è il rischio di incendio, in particolare l'incendio può essere di natura elettrica principalmente legato a guasti al trasformatore all'interno delle cabine o alle connessioni lente dei cablaggi generando un arco elettrico che potrebbe dare origine a fiamme.

Il rischio di incendio sarà mitigato applicando un'adeguata strategia antincendio composta da misure di prevenzione, di protezione e gestionali, attraverso l'identificazione dei relativi livelli di protezione in funzione degli obiettivi di sicurezza da raggiungere e della valutazione del rischio dell'attività. Per i compartimenti che comprendono al proprio interno attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, saranno valutate, in ogni caso, alcune misure di strategia antincendio al fine di uniformare la struttura ai rischi residui presenti.

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..



Il Rischio Ambiente, come indicato dal DM 3 agosto 2015, può ritenersi mitigato dall'applicazione di tutte le misure antincendio connesse ai profili di rischio vita e beni, in quanto l'attività produttiva oggetto di studio non rientra nel campo di applicazione della Direttiva "Seveso".

L'area interessata allo sviluppo dell'impianto fotovoltaico risulta particolarmente idonea allo scopo in quanto si segnala la quasi totale assenza di rischi legati a fenomeni di calamità naturali.

3. ALTERNATIVE DI PROGETTO

3.1 ALTERNATIVA ZERO

L'alternativa zero consiste nell'evitare la realizzazione del progetto proposto; una soluzione di questo tipo porterebbe ovviamente a non avere alcun tipo di impatto mantenendo la immutabilità del sistema ambientale.

La non realizzazione del progetto dell'impianto fotovoltaico andrebbe nella direzione opposta rispetto a 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 (oggi Ministero della Transizione Ecologica).

Le strutture Tracker saranno poste ad una quota media di circa 2,83 metri da terra, la cui proiezione al suolo è complessivamente pari a 25,45 Ettari.

L'impianto fotovoltaico interesserà una superficie complessiva pari a 155,03 ettari di cui circa 87,61 ha recintati. L'idea progettuale prevede di integrare la produzione di energia elettrica destinando i terreni non occupati dalle strutture all'uso agricolo. In particolare è prevista, per una porzione dell'impianto pari a 10,94 ha, la piantumazione e coltivazione di mandorleti, con una densità di 660 mandorli per ettaro (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 produzione di energia elettrica ottenuta dallo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili quali quella fotovoltaica, si inquadra perfettamente nelle linee guida per la riduzione dei gas climalteranti, permettendo una diminuzione delle emissioni di anidride carbonica. È chiaro che la non realizzazione dell'intervento, porterebbe al ricorso allo sfruttamento di fonti energetiche convenzionali, con inevitabile continuo incremento dei gas climalteranti emessi in atmosfera, anche in considerazione del probabile aumento futuro di domanda di energia elettrica prevista a livello mondiale.

I benefici ambientali derivanti dall'operazione dell'impianto, quantificabili in termini di mancate emissioni di inquinanti e di risparmio di combustibile, sono facilmente calcolabili moltiplicando la produzione di energia dall'impianto per i fattori di emissione specifici ed i fattori di consumo specifici riscontrati nell'attività di produzione di energia elettrica in Italia.

La costruzione del progetto avrebbe impatti positivi non solo ambientali ma anche socio-economici, costituendo un fattore di occupazione diretta sia in fase di cantiere sia nella fase di esercizio (attività di manutenzione).

Si evidenzia che l'intervento in progetto costituisce un'opportunità di valorizzazione del contesto agricolo di inserimento, che risulta ad oggi non adeguatamente impiegato, e caratterizzato dalla presenza di un'ampia porzione di terreni incolti/in stato di parziale abbandono.

L'intervento previsto porterà ad una riqualificazione dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie), sia perché saranno effettuate tutte le necessarie lavorazioni agricole per permettere di riacquisire le capacità produttive.

Ad integrazione di quanto sopra, si aggiunge che la rimozione, a fine vita, di un impianto fotovoltaico come quello proposto risulta essere estremamente semplice e rapida. Questa tecnica di installazione,

per sua natura, consentirà il completo ripristino della situazione preesistente all'installazione dei pannelli.

3.2 ALTERNATIVE RELATIVE ALLA CONCEZIONE DEL PROGETTO

La concezione del progetto prevede il connubio tra la realizzazione di un impianto fotovoltaico e lo sviluppo nelle porzioni non interessate dei moduli (interfila e fasce di rispetto) di un'area agro-ambientale. L'idea progettuale prevede di destinare la superficie utilizzabile dell'impianto al mantenimento di un mandorleto (secondo il modello super-intensivo con una densità di 660 piante /Ettari) e di seminativi (specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione). È inoltre prevista una fascia perimetrale di mitigazione costituita da specie autoctone che imiterà un'area di vegetazione spontanea per favorire la presenza di specie di Invertebrati, Uccelli e Micromammiferi nell'area. Nelle aree marginali non destinate al pascolo si prevede invece un inerbimento permanente costituito da fiorume locale.

È importante tenere presente che per impianti fotovoltaici di larga taglia si necessita di ampie superfici, non disponibili in zone industriali e non accessibili dal punto di vista economico.

Considerando che l'area si colloca in un contesto agricolo il progetto prevede:

- Per preservare la fertilità dei suoli, durante la preparazione del terreno di posa, si prevede di evitare lo scotico;
- Un progetto agronomico che prevede alcune aree coltivate a mandorleto e altre a superfici seminate per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione
- La realizzazione di una fascia di mitigazione arboreo – arbustiva costituita da specie vegetali autoctone.

3.3 ALTERNATIVE RELATIVE ALLA TECNOLOGIA

Per quanto riguarda le tecnologie scelte si è deciso di puntare alla massimizzazione della captazione della radiazione solare annua in relazione alla topografia dei suoli che risultano essere caratterizzati da pendenza significative. Per questo motivo si è deciso di utilizzare strutture fisse mantenendo il bilancio economico positivo sia in considerazione del costo di installazione che quello di O&M.

Inoltre, sempre nell'ottica di una massimizzazione della captazione della radiazione solare, si è deciso di utilizzare moduli fotovoltaici bi-facciali ad alta potenza (690 W) di ultima generazione.

L'utilizzo di altre tecnologie come strutture fisse, non consentirebbero, a fronte della medesima superficie occupata la medesima quantità di radiazione solare captata e conseguentemente di energia elettrica prodotta.

Per quanto riguarda gli inverter, si è minimizzato il numero di Power station, concentrando la trasformazione energetica in pochi punti dedicati. Si valuterà in sede esecutiva se possibile, grazie allo sviluppo tecnologico, di sostituirli con inverter di stringa.

3.4 ALTERNATIVE RELATIVE ALL'UBICAZIONE

Si è scelto di localizzare il progetto in un'area che non fosse di pregio e lontano da elementi sensibili quali vincoli paesaggistici. Si è deciso di evitare aree interessate da colture di pregio ed utilizzare terreni marginali e poco sfruttati.

L'impianto è stato collocato in area agricola in quanto, l'idea progettuale prevede di integrare l'impianto fotovoltaico con un mandorleto e specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione.

Si evidenzia che l'area oggetto di studio, compresa l'area interessata dalla linea di connessione, è stata scelta in quanto non caratterizzata dalla presenza di elementi di rilevanza paesaggistica elevata quali muretti a secco, siepi, terrazzamenti, architetture minori.



3.5 ALTERNATIVE RELATIVE ALLE DIMENSIONI PLANIMETRICHE

Il progetto ha puntato ad ottimizzare l'interfila tra le strutture fisse in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno coniugandolo alla produzione di energia da fonte solare. I pali di sostegno sono distanti tra loro 12 metri al fine di consentire il pascolamento e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento.

Si consideri che la Superficie minima agricola coltivata è pari al 77,7 % mentre la LAOR è pari al 36,3%.

La realizzazione un impianto di grande taglia consente di concentrare in un unico sito i potenziali impatti, al fine di poter meglio gestire gli interventi gestionali e compensatori connessi. In tal senso, anche dal punto di vista ambientale e paesaggistico risulta più efficiente gestire interventi di mitigazione e compensazione, che, per l'efficienza dei grandi impianti, consentono di disporre di maggiori risorse per implementare opere di compensazione quali quelle precedentemente descritte.

4. STUDIO DEI FATTORI SOGGETTI A IMPATTO AMBIENTALE E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

4.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

4.1.1 Descrizione dello scenario base

Per valutare quali saranno gli impatti che l'impianto fotovoltaico in progetto avrà sulla popolazione residente è risultato opportuno eseguire un'analisi dei principali indici e indicatori demografici che coinvolgono l'area in oggetto. L'analisi è stata eseguita considerando i dati più recenti elaborati dall'ISTAT (Istituto Nazionale di Statistica in Italia⁶) e considerando, in base ai dati disponibili, il quadro nazionale, regionale, provinciale e comunale.

Aspetti demografici

La Regione Sardegna ricopre una superficie pari a 24.100 km², ha una popolazione residente pari a 1.575.028 abitanti (01/01/2023) per una densità di 65,4 ab/km². L'impianto in progetto è localizzato nella provincia del Sud Sardegna che a sua volta è composta da 107 comuni, con una superficie totale di 6.531 km² ed una popolazione di 333.621 unità (01/01/2023) per una densità abitativa di 51,1 ab/km².

Il progetto interessa i Comuni di Carbonia e Gonnese. Carbonia ha una popolazione di 26.250 abitanti (01/01/2023) e una superficie totale di 145,5 km² che determinano una densità abitativa di 180,4 ab/km². Gonnese ha 4.617 abitanti (01/01/2023) e una superficie di 48,1 km² che determinano una densità abitativa 96,1 ab/km².

Il confronto a differenti scale è stato effettuato tra Comune, Provincia e Regione.

Nel presente paragrafo si analizza a scala comunale la composizione della popolazione esposta in termini di "struttura", vale a dire la composizione della cittadinanza suddivisa per genere e per classi di età e la sua evoluzione nel tempo.

La struttura di una popolazione è direttamente correlabile all'andamento di alcuni macro-fenomeni occorsi nell'arco temporale di una generazione che, a loro volta, dipendono da fattori economici, politici, ambientali:

- Natalità;
- Mortalità;
- Flussi migratori attivi e passivi.

Vengono di seguito riportati le principali statistiche demografiche per un inquadramento delle popolazioni analizzate; i dati disponibili alla scala più fine sono aggregati per territorio comunale.

Di seguito si riporta l'andamento della popolazione residente nei Comuni di Carbonia e Gonnese tra il 2001 e il 2021, a confronto con l'andamento provinciale e regionale (Figura 4.2, Fonte: dati ISTAT – elaborazioni tuttitalia.it).

La Figura 4.1 riporta l'andamento della popolazione residente nei Comuni considerati da cui si evince che il Comune di Carbonia mostra un declino della popolazione residente acuitosi a partire dal 2010 e il Comune di Gonnese un declino iniziato nel 2010 e incrementato a partire dal 2016.

⁶ <http://dati.istat.it/>

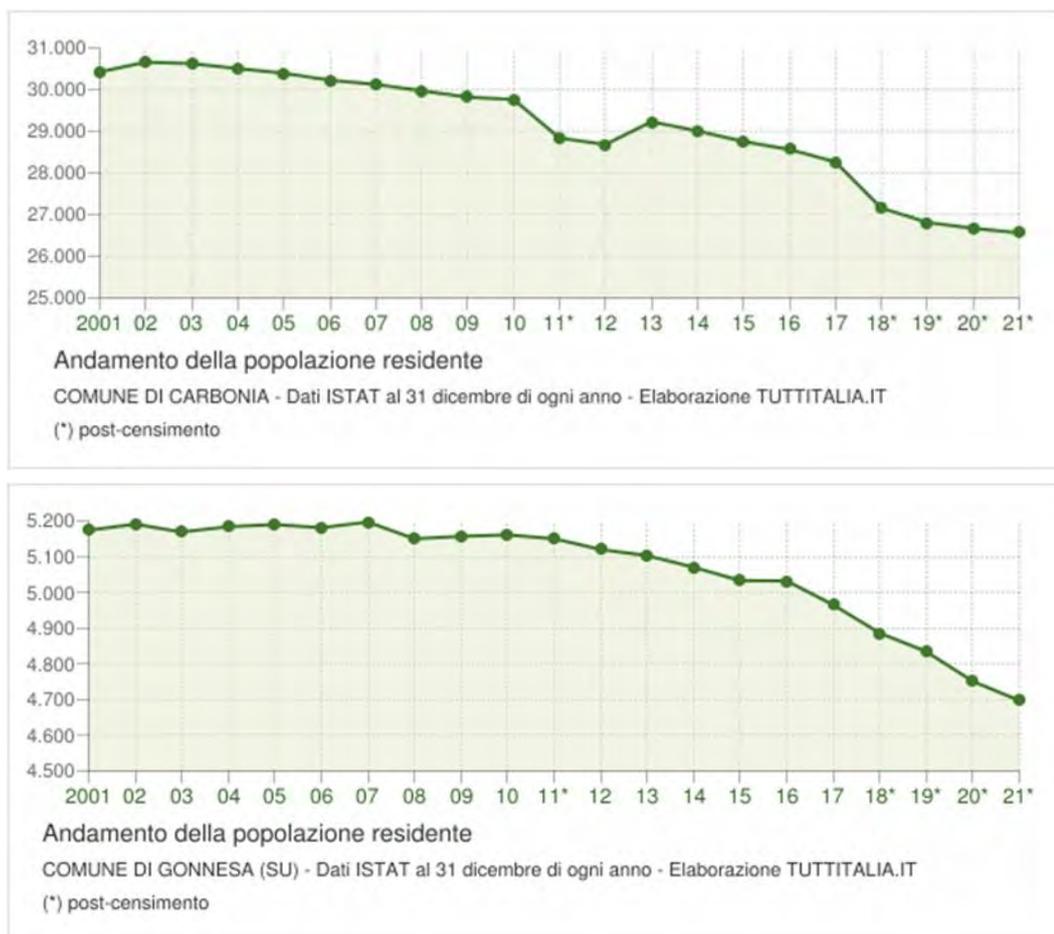


Figura 4.1: Andamento della popolazione residente nei Comuni di Carbonia e Gonnese dal 2001 al 2021. (fonte: TuttItalia.it)

In Figura 4.2 si riportano invece i dati relativi alla Provincia di Carbonia-Iglesias (2005-2016) e Sud Sardegna (2017-2021). Anche in questo caso è evidente un calo generale della popolazione. L'aumento della popolazione tra il 2016 (162.324 ab.) e il 2017 (353.830 ab.) è spiegabile attraverso l'istituzione della Provincia di Sud Sardegna che ha portato una sostanziale modifica dei confini amministrativi. La superficie è infatti passata da 1.499,71 km² a 6.530,67 km².





Figura 4.2: Andamento della popolazione residente nella Provincia di Carbonia-Iglesias dal 2005 al 2016 e nella Provincia di Sud Sardegna dal 2017 al 2021. (fonte: TuttItalia.it)

A livello regionale si osserva invece un incremento nel primo periodo (tra il 2001 e il 2010), una drastica diminuzione tra il 2010 e il 2011, una tendenza all'incremento e a partire dal 2013, una nuova diminuzione della popolazione. Le variazioni demografiche sono visibili in Figura 4.3.



Figura 4.3: Andamento della popolazione residente nella Regione Sardegna del 2001 al 2021. (fonte: TuttItalia.it)

I grafici in Figura 4.4 visualizzano, invece, le variazioni annuali della popolazione comunale espresse in percentuale a confronto con le variazioni percentuali provinciali, regionali e nazionali. L'andamento comunale risulta essere in linea con quello provinciale e regionale, sebbene presenti picchi più accentuati (soprattutto in negativo).

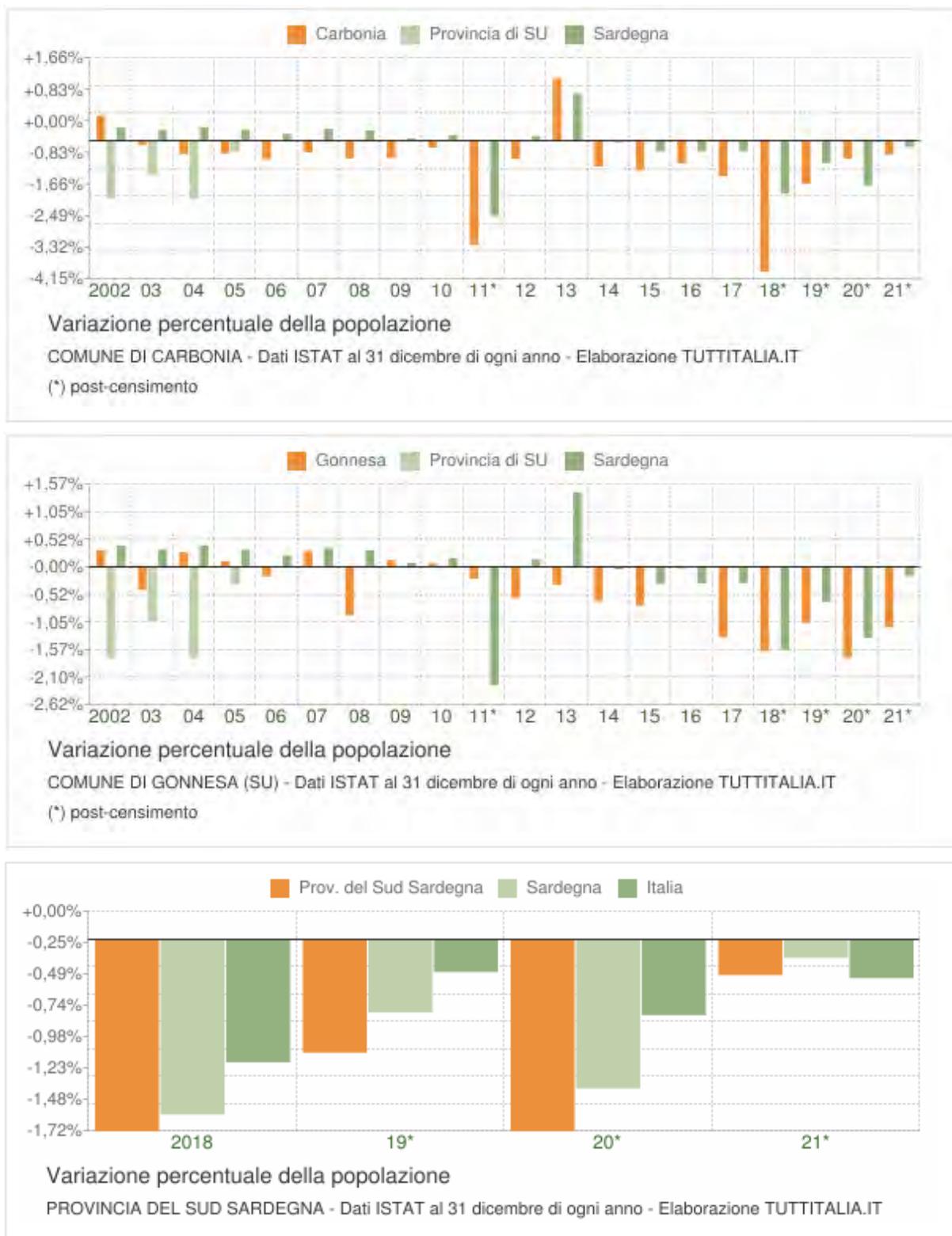


Figura 4.4: Variazione percentuale della popolazione nel Comune di San Severo (2001 - 2021) a confronto con le variazioni a livello provinciale, regionale e nazionale (2002 - 2021). Fonte: Dati ISTAT - Elaborazione tuttitalia.it

Come già anticipato le principali cause che portano a variazioni demografiche in un Paese sono principalmente legate al movimento naturale della popolazione e al flusso migratorio.

Il movimento naturale della popolazione in un anno è determinato dalla differenza fra le nascite ed i decessi ed è anche detto saldo naturale. Il movimento naturale della popolazione nel Comune di Carbonia è mostrato in Figura 4.5.

Le due linee del grafico riportano l'andamento delle nascite e dei decessi tra il 2002 e il 2021 mostrando un sensibile andamento negativo del saldo naturale ovvero un numero di nascite inferiore al numero di morti. In particolare, si evince una progressiva diminuzione delle nascite a partire dal 2013. Il 2021 è risultato l'anno con meno nascite per un totale di 83 individui. Per quanto concerne la mortalità gli andamenti sono meno lineari e sono evidenti maggiori oscillazioni che variano, a seconda dell'anno di riferimento, tra i 250 e i 300 individui. I tassi di mortalità maggiori si individuano tra il 2020 e il 2021, in corrispondenza della Pandemia di Covid 19. Nel Comune di Carbonia si sono verificati in questi due anni rispettivamente 343 e 328 decessi. Il Comune di Gonnese ha invece visto la forbice aprirsi progressivamente a partire dal 2013.

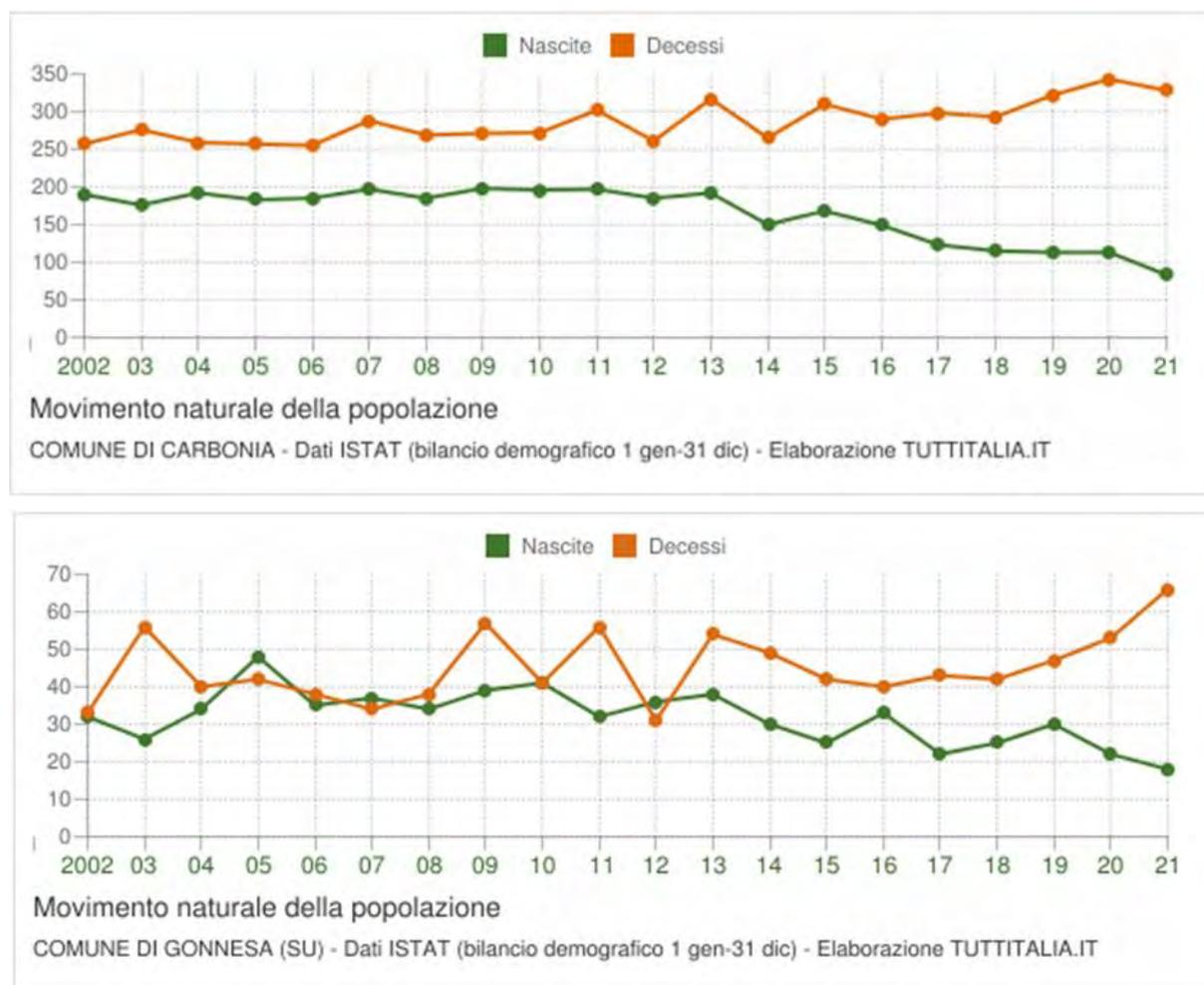


Figura 4.5: Movimento Naturale della popolazione nei Comuni di Carbonia e Gonnese, fonte: ISTAT, elaborazione: tuttitali.it

La Figura 4.6 mostra il saldo naturale a livello provinciale e regionale. L'andamento provinciale risulta poco interessante avendo i dati a disposizione solo dal 2017 (la Provincia del Sud Sardegna è stata istituita l'anno precedente) mentre quello regionale risulta sovrapponibile a quelli comunali

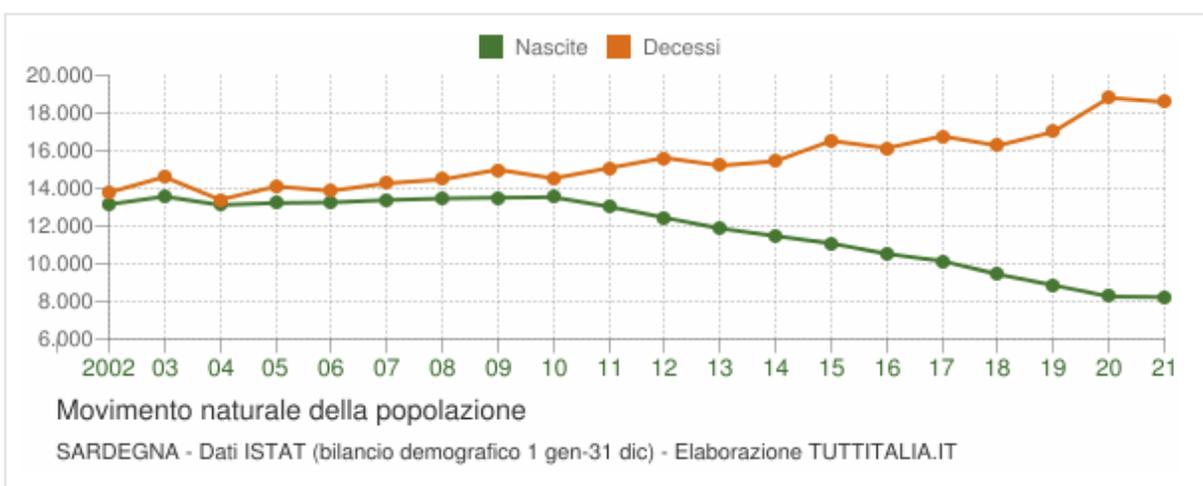
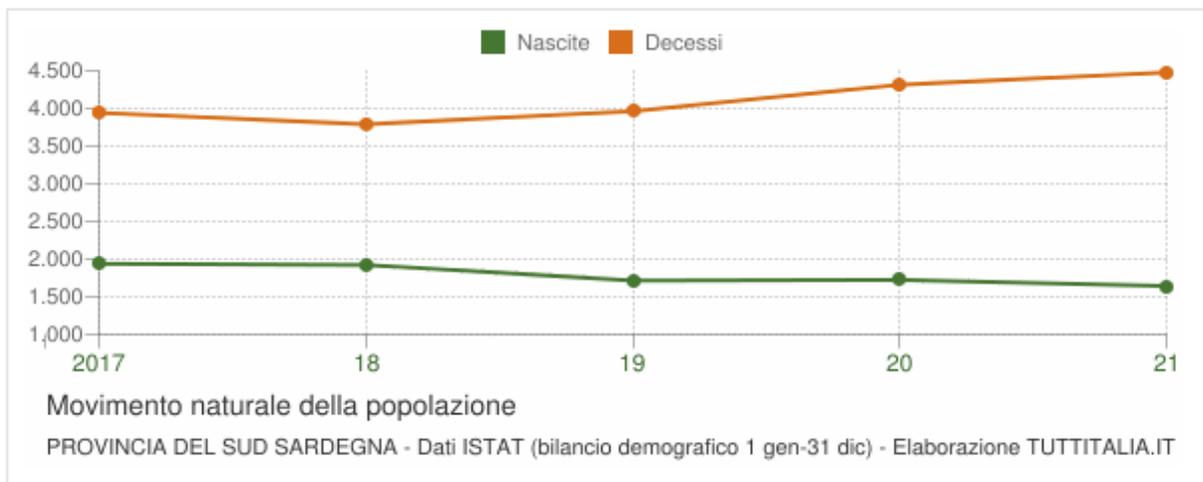
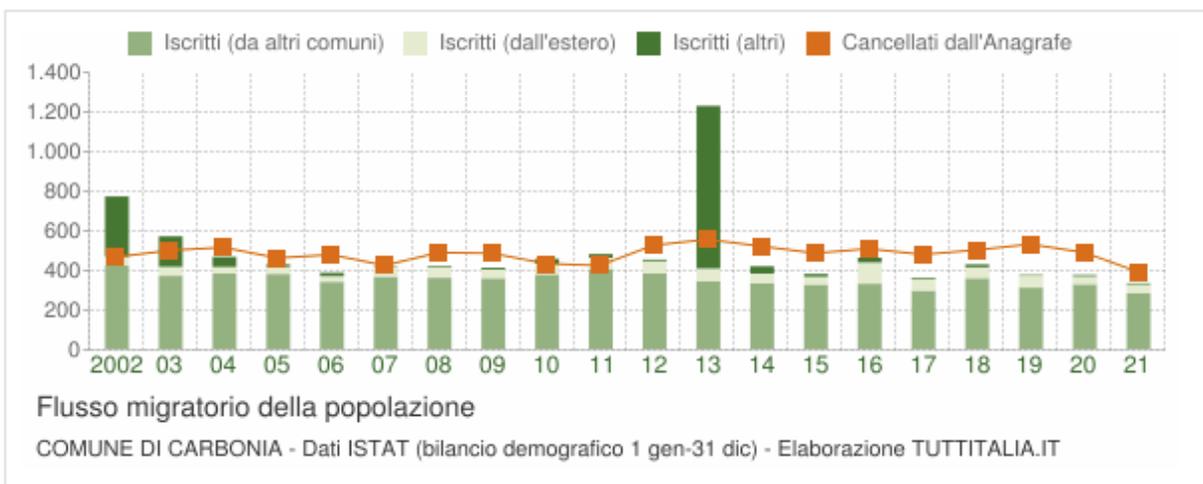


Figura 4.6: Saldo naturale a livello provinciale e regionale. Fonte: Dati ISTAT – Elaborazione tuttitalia.it

Per valutare le cause dell'andamento di popolazione si riportano anche i dati relativi ai movimenti anagrafici e al flusso migratorio. I grafici in Figura 4.5 visualizzano il numero dei trasferimenti di residenza da e verso il Comune, Provincia e Regione negli ultimi anni. I trasferimenti di residenza sono riportati come iscritti e cancellati dall'Anagrafe del Comune. Fra gli iscritti, sono evidenziati con colore diverso i trasferimenti di residenza da altri comuni, quelli dall'estero e quelli dovuti per altri motivi (ad esempio per rettifiche amministrative). Come si può osservare, gli andamenti provinciali e regionali sono simili, e spiegano l'andamento della popolazione.



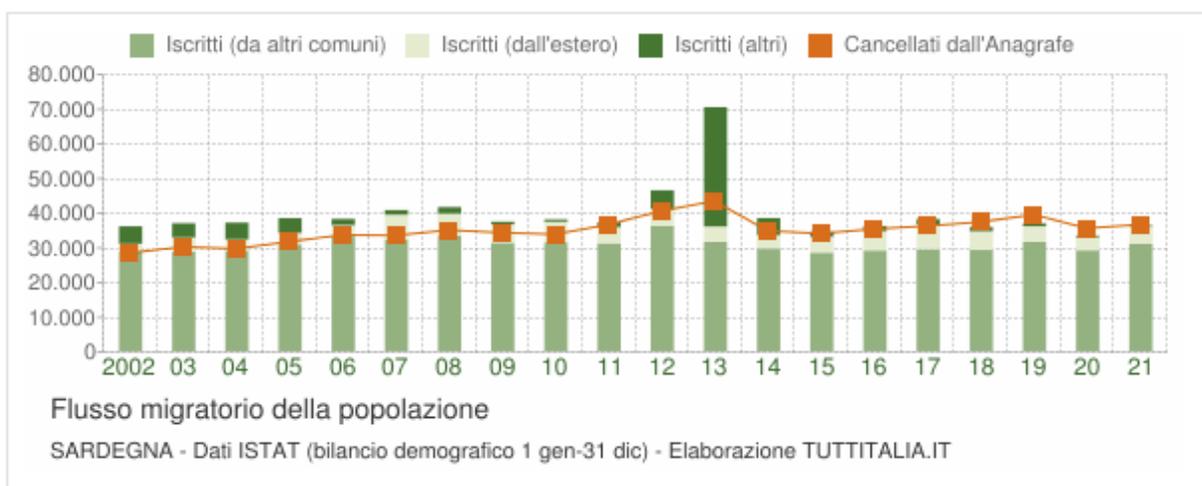
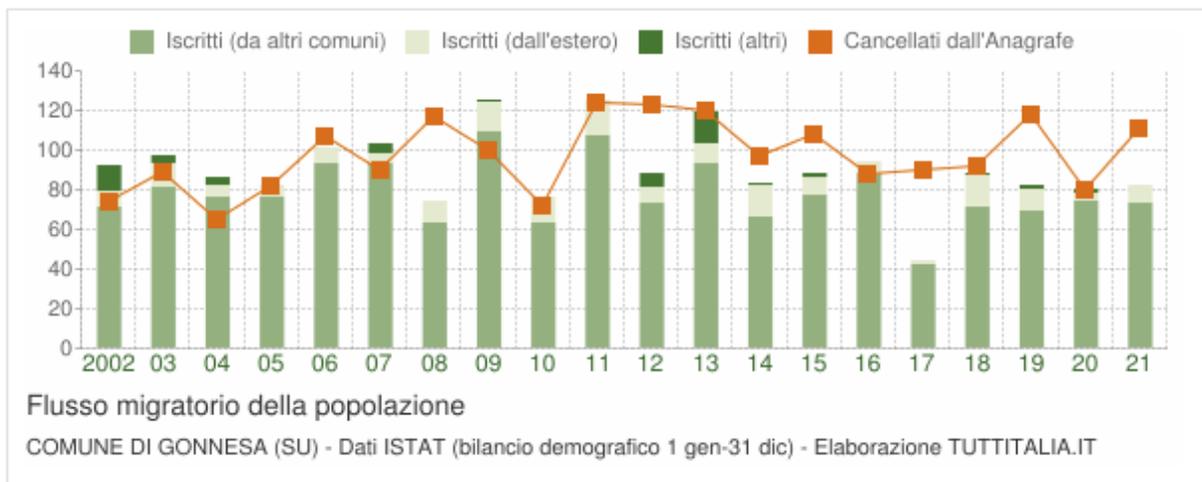


Figura 4.7: Flusso migratorio della popolazione a livello comunale, provinciale e regionale (2002 - 2021). Fonte: Dati ISTAT – Elaborazione tuttitalia.it

L'andamento negativo del saldo naturale è dovuto a differenti variabili che insistono sul fattore demografico del territorio; primo fra tutti le famiglie tendono ad essere molto meno numerose rispetto alla seconda metà del Novecento, il numero medio di componenti per famiglia è passato, a Carbonia, da 2,72 nel 2003 a 2,17 nel 2019. Contemporaneamente è aumentata l'età media che è passata da 41,2 anni nel 2002 a 50,6 anni nel 2022.

L'analisi della struttura per età di una popolazione considera tre fasce di età: giovani (0-14 anni), adulti (15-64 anni) e anziani (65 anni ed oltre). In base alle diverse proporzioni fra tali fasce di età, la struttura di una popolazione viene definita di tipo progressiva, stazionaria o regressiva a seconda che la popolazione giovane sia maggiore, equivalente o minore di quella anziana.

Lo studio di tali rapporti è importante per valutare alcuni impatti sul sistema sociale, ad esempio sul sistema lavorativo o su quello sanitario.

La popolazione residente nel comune di Carbonia (1° Gennaio 2022) è di 26.250 unità, così ripartite: il 31,1% di 65 anni ed oltre, l'8,9% di minori di 15 anni e il 60% di persone in età attiva (15-64 anni). La struttura per età della popolazione è mostrata in Figura 4.8.

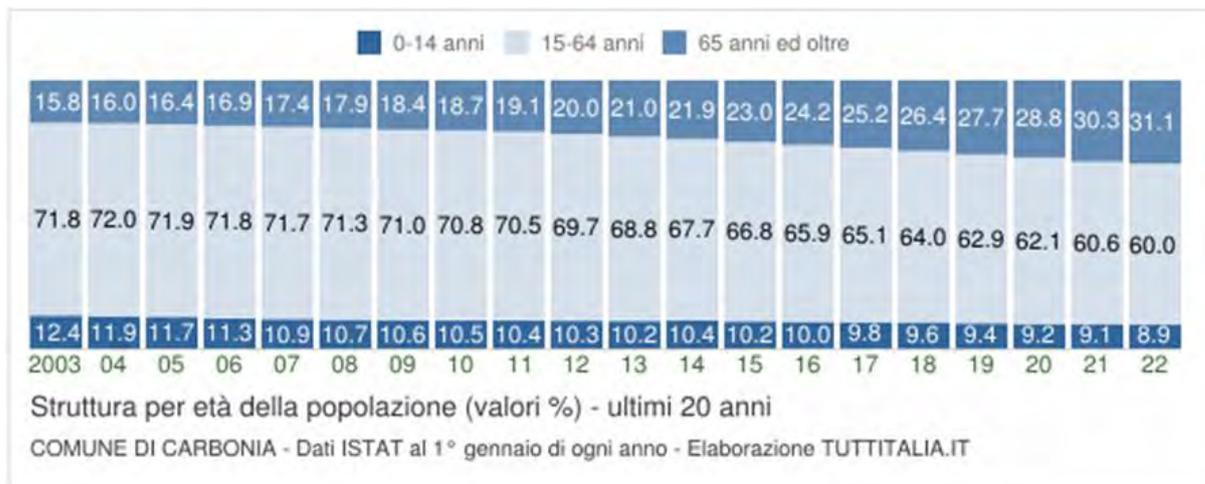


Figura 4.8: Struttura per età della popolazione (valori %), Comune di Carbonia

La struttura d'età mostra quindi un'asimmetria tra il numero di giovani (individui con meno di 14 anni) e di anziani (individui con più di 65 anni). In particolare, nel Comune di Carbonia l'indice di vecchiaia inteso come il rapporto percentuale tra il numero degli ultrasessantacinquenni ed il numero dei giovani fino ai 14 anni è stato di 350 nel 2022. In altre parole, ogni 100 giovani ci sono 350 anziani.

La popolazione residente nel comune di Carbonia (1° Gennaio 2022) è di 4.617 unità, così ripartite: il 28% di 65 anni ed oltre, il 9,7% di minori di 15 anni e il 62,3% di persone in età attiva (15-64 anni).

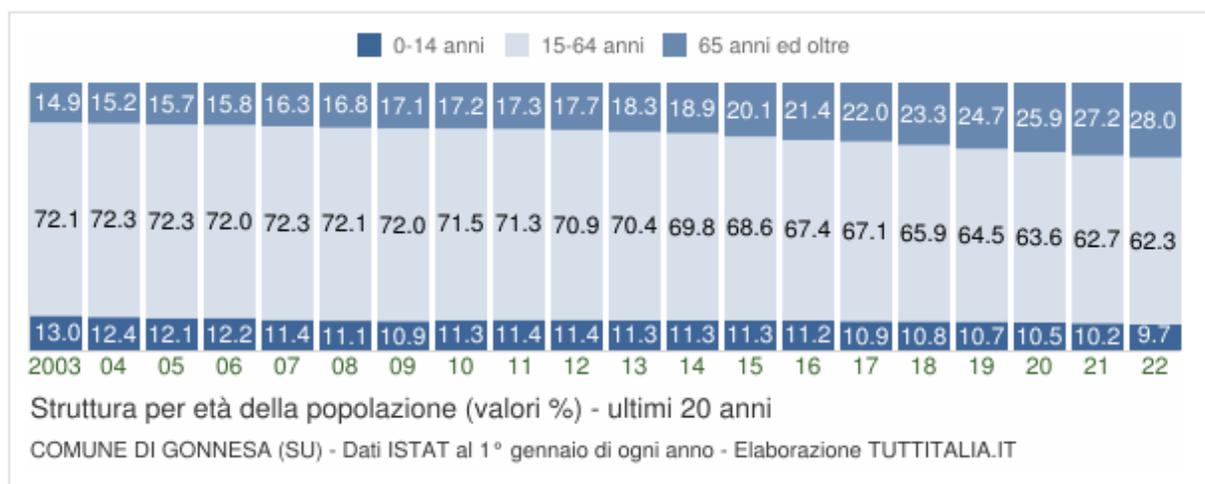


Figura 4.9: Struttura per età della popolazione (valori %), Comune di Gonnese

L'indice di vecchiaia è pari a 287,3, quello di dipendenza strutturale pari a 60,5.

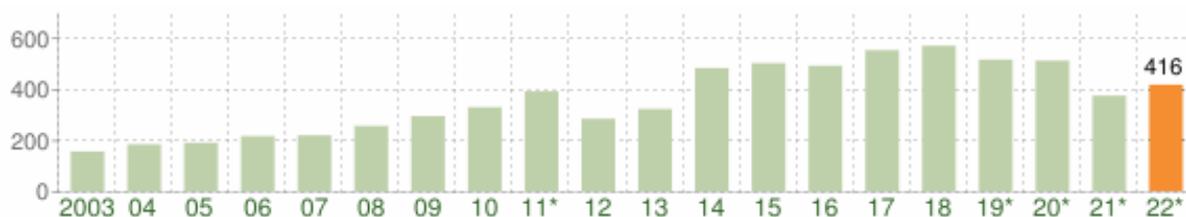
Tali dati confermano quindi il fenomeno di invecchiamento demografico, che rispecchia da una parte i valori nazionali legati alla riduzione della natalità e dall'altro l'allungamento della durata della vita media resa possibile dall'avanzamento delle conoscenze nel campo della medicina e dal miglioramento degli stili di vita. L'invecchiamento della popolazione influenza inevitabilmente il tessuto produttivo che vede così diminuire la popolazione in età da lavoro e fa aumentare la domanda di prestazioni sanitarie ed assistenziali.

Popolazione straniera

Per quanto riguarda la popolazione straniera della Sardegna è, al 1° gennaio 2022, di 48.400 unità, circa 1.000 in meno rispetto all'anno precedente. Gli stranieri costituiscono il 3,0% della popolazione residente totale, percentuale inferiore rispetto alla media nazionale (8,7%). Sono considerati cittadini stranieri le persone di cittadinanza non italiana aventi dimora abituale in Italia.

Gli stranieri residenti a Carbonia al 1° gennaio 2021 sono 416 (43 unità in più rispetto all'anno precedente) e rappresentano l'1,4% della popolazione residente. A Carbonia la comunità straniera più numerosa è quella proveniente dalla Romania con il 33,5% seguita dal Senegal (11,5%) e dalla Repubblica di Serbia (8,6%).

L'andamento della popolazione straniera a scala comunale tra il 2003 e il 2022 è riportato in Figura 4.10. Fino al 2016 l'andamento risulta positivo per poi diminuire gradualmente con un leggero aumento tra il 2021 e il 2022.



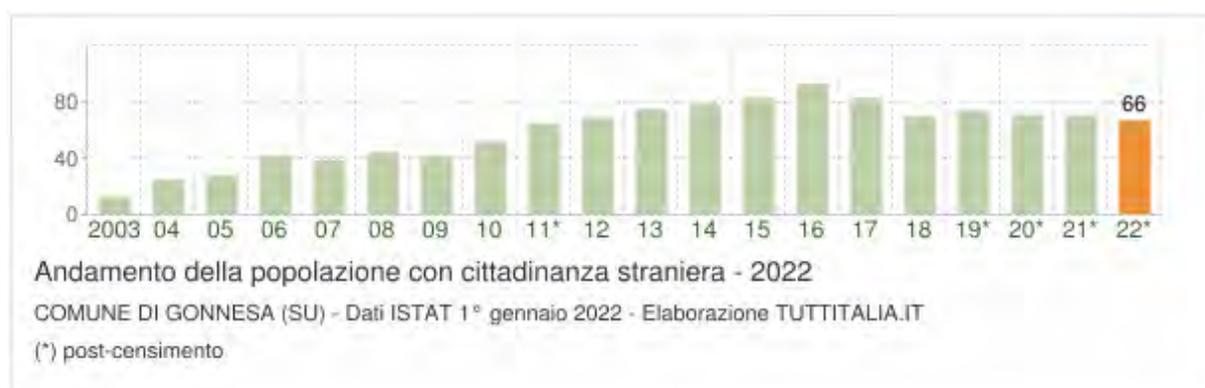
Andamento della popolazione con cittadinanza straniera - 2022

COMUNE DI CARBONIA - Dati ISTAT 1° gennaio 2022 - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

Figura 4.10: Andamento della popolazione straniera residente nel Comune di Carbonia tra il 2003 e il 2022

Nel Comune di Gonnese, gli stranieri, al 2022 sono 66 di cui il 30% provenienti dalla Romania.



Andamento della popolazione con cittadinanza straniera - 2022

COMUNE DI GONNESA (SU) - Dati ISTAT 1° gennaio 2022 - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

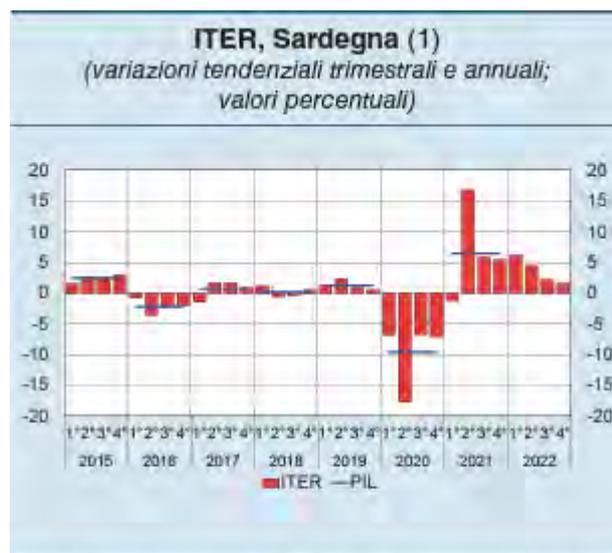
Figura 4.11: Andamento della popolazione straniera residente nel Comune di Carbonia tra il 2003 e il 2022

Struttura produttiva e occupazionale

Le informazioni relative alla situazione economica della regione Puglia riportate nei seguenti paragrafi sono state prese dal Report N. 20 2023 "Economie Regionali - L'economia della Sardegna, Aggiornamento congiunturale" redatto dalla Banca d'Italia.

Il quadro d'insieme

Nel 2022 l'economia della Sardegna ha continuato a crescere: l'espansione è stata però più contenuta rispetto a quella osservata l'anno precedente. Le stime basate sull'indicatore trimestrale dell'economia regionale della Banca d'Italia (ITER) evidenziano un incremento marcato del PIL fino a giugno (5,3 per cento), poi proseguito in misura minore dai mesi estivi sino alla fine dell'anno (3,5 per cento nella media annua). Il prodotto perso in regione durante la crisi pandemica non sarebbe stato ancora del tutto recuperato, mentre nel complesso del Paese l'attività economica avrebbe superato di poco i livelli del 2019.



Fonte: elaborazioni su dati Istat, Terna e Conti economici territoriali.
(1) Le stime dell'indicatore regionale sono coerenti, nell'aggregato dei quattro trimestri dell'anno, con il dato del PIL regionale annuale rilasciato dall'Istat per gli anni fino al 2021 (edizione di dicembre 2022). Per la metodologia adottata si rinvia a V. Di Giacinto, L. Monteforte, A. Filippone, F. Montaruli e T. Ropele, *ITER: un indicatore trimestrale dell'economia regionale*, Banca d'Italia, Questioni di economia e finanza, 489, 2019.

Figura 4.12: Andamento dell'economia in Puglia nel primo semestre del 2022. Fonte: Banca d'Italia

Nel 2022 il quadro congiunturale del settore produttivo è lievemente migliorato, con intensità diverse, in tutti i comparti.

Nei servizi è proseguita la ripresa registrata nell'anno precedente, recuperando i livelli antecedenti l'emergenza sanitaria; il valore aggiunto è cresciuto del 3,7 per cento a prezzi costanti. L'indagine condotta dalla Banca d'Italia presso le imprese del settore privato non finanziario conferma un quadro positivo, con la maggior parte delle imprese che ha indicato fatturati e investimenti in aumento a prezzi costanti.

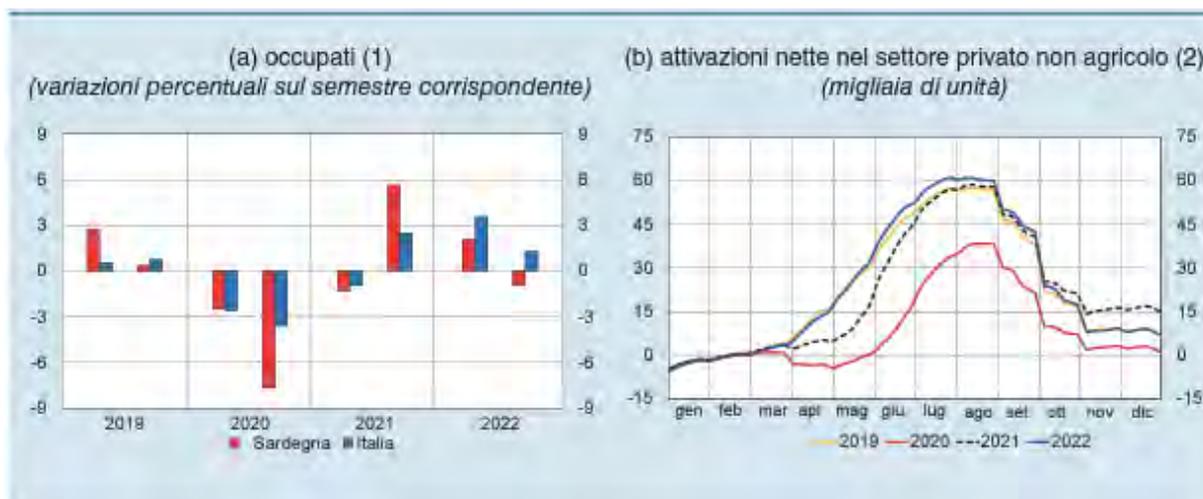
Ha continuato a espandersi l'attività nel comparto turistico: secondo i dati preliminari della Regione Sardegna, nel 2022 le presenze sono cresciute di oltre un terzo rispetto all'anno precedente. La dinamica ha riflesso un incremento marcato sia per la componente nazionale sia, più intensamente, per quella estera su cui aveva inciso maggiormente la crisi pandemica. Il recupero del turismo internazionale risulta ancora parziale, mentre le presenze di italiani hanno superato i livelli pre-Covid dell'8 per cento circa. Si è espansa anche l'attività dei trasporti, i flussi di passeggeri sono tornati sui livelli antecedenti la pandemia.

L'attività nell'edilizia si è confermata ancora in crescita. Anche nel settore industriale si è registrato nel complesso un incremento dell'attività produttiva, sebbene con eterogeneità tra i comparti.

Il mercato del lavoro

Nel 2022 l'occupazione in regione ha continuato a crescere, sebbene in misura meno intensa rispetto all'anno prima, che era stato caratterizzato da un forte recupero a seguito della crisi pandemica. Nella media dell'anno il numero degli occupati è aumentato dello 0,5 per cento rispetto al 2021, un valore sensibilmente più contenuto rispetto a quello osservato per l'Italia (2,5 per cento) e non sufficiente a riportare l'occupazione ai livelli del 2019, che invece sono stati superati nella media delle regioni italiane.

La crescita della domanda di lavoro è stata guidata esclusivamente dalle posizioni a tempo indeterminato, sostenute sia dalle nuove attivazioni sia dalle trasformazioni di contratti a termine, mentre le attivazioni nette riferite a questi ultimi sono diminuite dopo la forte crescita registrata nel 2021.



Fonte: per il pannello (a), elaborazioni sui dati della Rilevazione sulle forze di lavoro dell'Istat. Per il pannello (b), Comunicazioni obbligatorie del Ministero del Lavoro e delle politiche sociali; cfr. Nelle Note Metodologiche. Rapporti annuali regionali sul 2022 la voce Comunicazioni obbligatorie.

(1) Dati semestrali. Variazioni percentuali sul semestre corrispondente dell'anno precedente. – (2) Saldo giornaliero cumulato delle attivazioni al netto delle cessazioni per i contratti di lavoro subordinato a tempo indeterminato, determinato e in apprendistato nel settore privato non agricolo.

Figura 4.13: Analisi dello stato dell'occupazione

Occupati e forza lavoro (1)
(variazioni percentuali sul periodo corrispondente; valori percentuali)

PERIODI	Occupati					Totale	In cerca di occupazione (2)	Forze di lavoro	Tasso di occupazione (3) (4)	Tasso di disoccupazione (2) (3)	Tasso di attività (3) (4)
	Agricoltura	Industria in senso stretto	Costruzioni	Servizi di cui: commercio, alberghi e ristoranti							
2020	3,0	1,3	15,7	-7,9	-10,2	-5,2	-17,8	-7,1	51,7	13,2	59,8
2021	0,2	-4,5	8,8	2,4	2,8	2,1	5,0	2,5	53,6	13,5	62,1
2022	-8,9	22,3	9,0	-1,8	-2,6	0,5	-16,1	-1,7	54,9	11,5	62,2
2021 – 1° trim.	12,0	-10,7	0,4	-7,9	-8,2	-6,5	28,2	-1,9	49,9	17,3	60,8
2° trim.	7,2	0,9	-4,2	-3,9	16,7	3,9	53,0	8,8	53,4	14,3	62,6
3° trim.	3,8	-11,5	20,8	7,1	1,8	6,1	-20,6	2,5	56,9	10,5	63,7
4° trim.	-18,4	4,6	10,5	7,0	1,1	5,3	-23,1	0,8	54,0	12,0	61,4
2022 – 1° trim.	-19,0	24,2	17,7	0,8	4,1	2,7	-26,5	-2,3	52,9	13,0	61,0
2° trim.	-8,3	23,3	11,3	-1,1	-4,3	1,5	-19,4	-1,5	55,8	11,7	63,4
3° trim.	-16,2	29,8	11,3	-4,0	-4,9	-1,1	-9,4	-2,0	57,2	9,7	63,5
4° trim.	9,8	12,0	-1,4	-2,8	-4,3	-0,8	-2,8	-1,0	53,6	11,7	60,9

Fonte: Istat, Rilevazione sulle forze di lavoro.

(1) Dal 1° gennaio 2021 è stata avviata la nuova Rilevazione sulle forze di lavoro dell'Istat che recepisce le indicazioni del regolamento UE/2019/1700 introducendo cambiamenti nella definizione di occupato e nei principali aggregati di mercato del lavoro. I dati riferiti ad anni precedenti il 2021 sono ricostruiti da Istat per tenere conto dei cambiamenti introdotti e potrebbero discostarsi da precedenti pubblicazioni. – (2) Dati riferiti alla popolazione di età compresa tra 15 e 74 anni. – (3) Valori percentuali. – (4) Dati riferiti alla popolazione di età compresa tra 15 e 64 anni.

Figura 4.14: Occupati e forza lavoro

In base alle rilevazioni effettuate dall' ISTAT sulle attività economiche e lo stato occupazionale della Sardegna è emerso che il tasso di attività è diminuito tra il 2019 e il 2020 per poi tornare ai livelli percentuali precedenti (circa il 66%). Nello stesso intervallo temporale, a livello Provinciale, si è registrato un calo significativo tra il 2018 e il 2020 passando dal 62% al 56%. Nei due anni successivi i valori si sono pressoché stabilizzati intorno al 60%.

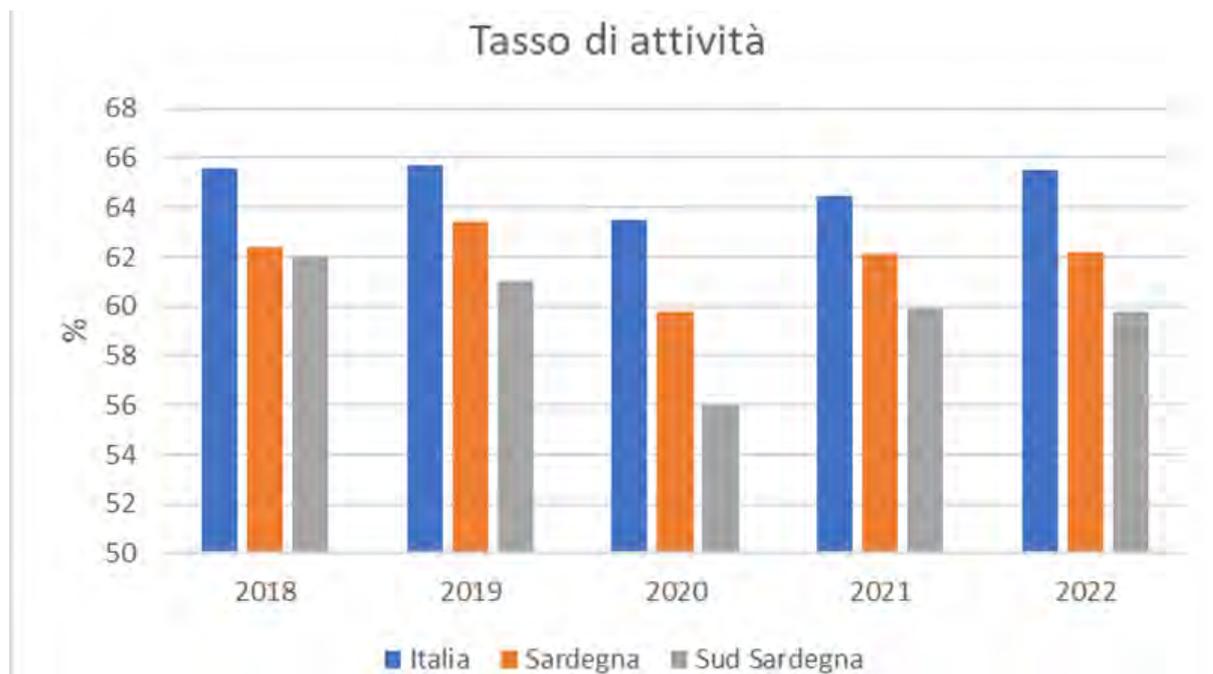
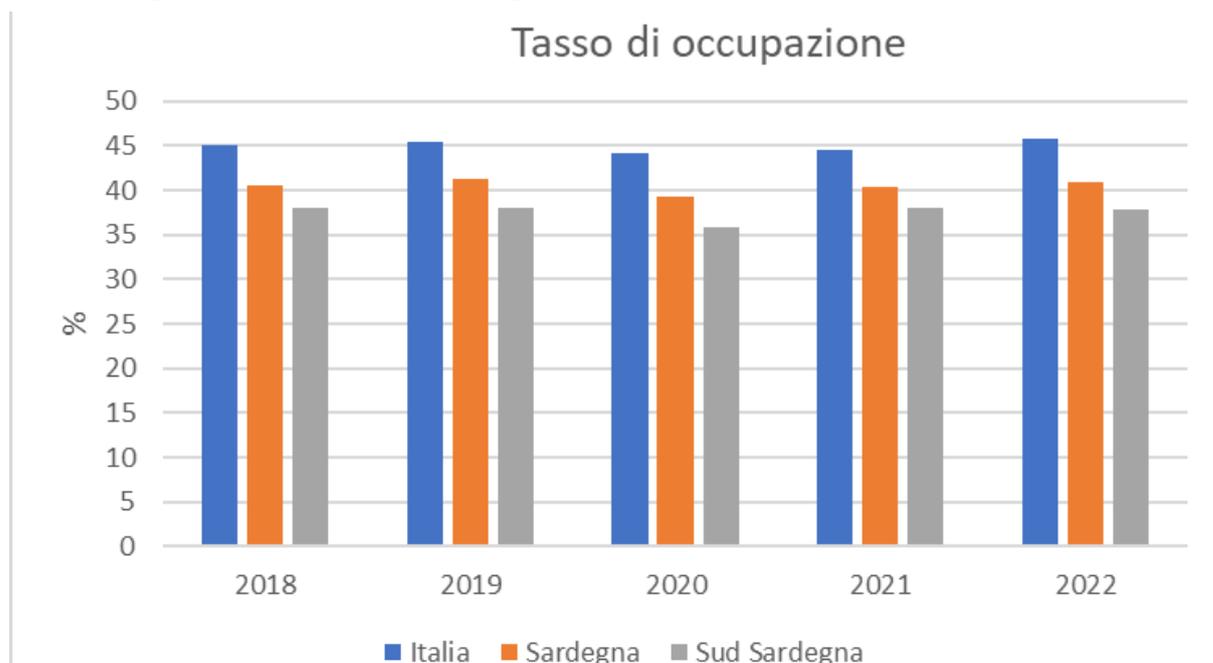


Figura 4.15: Tasso di attività dal 2018 al 2022 in Italia, Sardegna e in Provincia di Sud Sardegna

Per quanto riguarda il tasso di occupazione si è rilevato, a livello regionale, un leggero calo percentuale nel 2020 (44,1%), gli anni precedenti e successivi hanno tassi di occupazione mediamente del 45,5%. Tra i cinque anni analizzati il 2022 è l'anno con il tasso di occupazione più alto (40,9%). Nello stesso periodo a livello provinciale il tasso di occupazione si è mantenuto pressoché costante con valori intorno al 38%. Il 2020 è stato l'anno con il più basso tasso di occupazione dell'ultimo quinquennio (35,9%).

Per quanto riguarda il tasso di disoccupazione in Sardegna nel 2022, è pari all'11,8%, il 3,6% in più rispetto al valore medio nazionale (8,2%). Il tasso di disoccupazione a livello provinciale risulta invece del 12,3% al 2022. La Figura 4.16 mostra il Tasso di occupazione e disoccupazione dal 2018 al 2022 in Italia, Sardegna e in Provincia di Sud Sardegna.



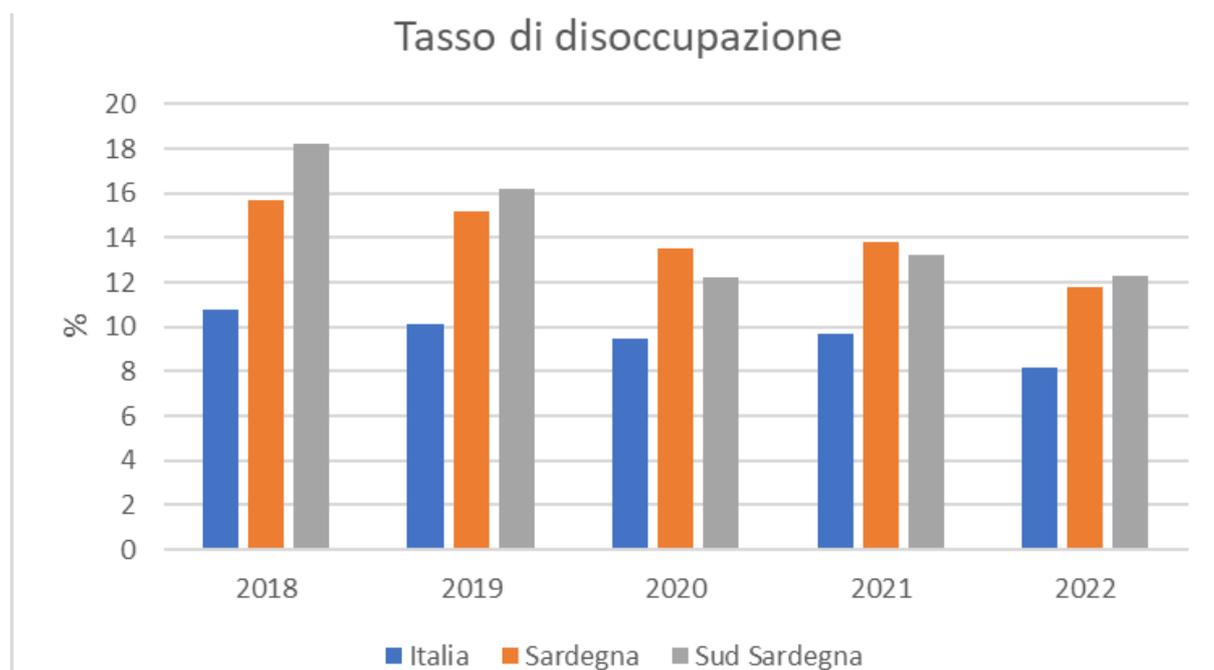


Figura 4.16: Tasso di occupazione e disoccupazione dal 2018 al 2022 in Italia, Sardegna e in Provincia di Sud Sardegna

Dai dati ISTAT emerge una crescita complessiva del numero delle imprese attive nell'ultimo anno, con andamenti molto diversi a seconda del settore. Rilevante la crescita delle imprese operanti nel settore. La Tabella 4.1 individua le Imprese nella Provincia di Sud Sardegna e variazione rispetto al 2020.

Tabella 4.1: Imprese nella Provincia di Sud Sardegna - ISTAT

CODICE ATECO 201	2021	VARIAZIONE RISPETTO AL 2020 (%)
B: estrazione di minerali da cave e miniere	10	2,7
C: attività manifatturiere	1.291	3,05
D: fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	18	50,1
E: fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	65	-7,9
F: costruzioni	2.303	7,9
G: commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	5.336	1,8
H: trasporto e magazzinaggio	508	6,1
I: attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	1.858	7,9
J: servizi di informazione e comunicazione	256	8,6
K: attività finanziarie e assicurative	280	0,1
L: attività immobiliari	223	-7,4

M: attività professionali, scientifiche e tecniche	2.256	7,2
N: noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	475	-1,75
P: istruzione	103	15,6
Q: sanità e assistenza sociale	1.216	7,5
R: attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	193	2,6
S: altre attività di servizi	954	1,5
Totale	17.345	4,4

Aspetti sanitari

Le considerazioni in merito allo stato di salute e benessere della popolazione oggetto di studio sono state ottenute considerando alcuni dati presenti negli archivi online dell'ISTAT. Si riepilogano di seguito le principali osservazioni emerse che si ritiene possano essere importanti per una corretta valutazione degli impatti che l'impianto in progetto può scaturire sulla popolazione residente. Un primo indicatore da considerare è la "speranza di vita", inversamente correlata con il livello di mortalità di una popolazione, che fornisce una misura dello stato sociale, ambientale e sanitario in cui si trova la popolazione residente in una determinata area. Secondo le stime del 2022, la speranza di vita attesa alla nascita nel Sud Sardegna è di 79,7 anni, 0,3 anni in più rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda il tasso di mortalità nel corso del 2021 in Sardegna vi sono stati 18.593 decessi, di cui 4.478 in Sud Sardegna.

Relativamente al Sud Sardegna nel 2021 è stato registrato un indice di mortalità (numero medio di decessi in un anno ogni mille abitanti) pari a 13,3, in aumento rispetto al 2020 (quando era 12,6) e leggermente inferiore alla media nazionale, pari a 11,9 nel 2021. Al 2020 le cause principali di decesso sono causate da malattie del sistema circolatorio tra cui infarti e altre malattie ischemiche del cuore.

Tabella 4.2: Principali cause di mortalità nel Provincia del Sud Sardegna. Dati ISTAT – Elaborazione Montana S.p.A.

MALATTIA	2017	2018	2019	2020
Malattie infettive e parassitarie	61	46	61	56
Tumori	901	845	847	914
Malattie del sangue e degli organi ematopoietici ed alcuni disturbi del sistema immunitario	17	21	14	20
Malattie endocrine, nutrizionali e metaboliche	145	174	163	189
Disturbi psichici e comportamentali	249	218	254	299
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	137	150	168	186
Malattie del sistema circolatorio	1018	919	1025	1.035
Malattie del sistema respiratorio	305	271	300	287
Malattie dell'apparato digerente	113	134	136	120
Malattie della cute e del tessuto sottocutaneo	6	4	4	8

Malattie del sistema osteomuscolare e del tessuto connettivo	19	30	15	24
Malattie dell'apparato genitourinario	51	47	62	83
Alcune condizioni morbose che hanno origine nel periodo perinatale	1	-	2	4
Malformazioni congenite ed anomalie cromosomiche	12	10	7	9
Sintomi, segni, risultati anomali e cause mal definite	85	85	94	148
Covid 19	-	-	-	33
Cause esterne di traumatismo e avvelenamento	142	141	137	158
Totale	3.262	3.095	3.289	3.573

4.1.2 Stima degli impatti potenziali

Identificazione delle azioni di impatto e dei potenziali recettori

Il presente paragrafo analizza i potenziali impatti del Progetto sulla salute pubblica. L'analisi valuta gli impatti che incidono sulla fase di costruzione, esercizio e dismissione. Nella valutazione dei potenziali impatti sulla salute pubblica è importante sottolineare che:

- I potenziali impatti negativi si avranno maggiormente durante le attività di costruzione e di dismissione come conseguenza delle possibili interferenze delle attività di cantiere e del movimento mezzi per il trasporto merci con le comunità locali;
- Impatti positivi (benefici) sulla salute pubblica potranno derivare, durante la fase di esercizio, dalle emissioni risparmiate rispetto alla produzione di un'uguale quota di energia mediante impianti tradizionali (fonti fossili);
- Il Progetto è localizzato all'interno di una zona agricola e con conseguente limitata presenza di recettori interessati.

Da una analisi dell'area di intervento e del suo intorno si può rilevare che i potenziali recettori, risultano essere:

- La popolazione che risiede in prossimità delle Aree di Progetto o lungo le reti viarie interessate dal movimento dei mezzi di cantiere. In prossimità dell'area di intervento sono stati rilevati n.14 ricettori comprendenti edifici rurali/abitazioni ma anche aree industriali e stazioni di rifornimento.
- I potenziali impatti sui lavoratori del cantiere, saranno trattati nell'ambito delle procedure e della legislazione che regola la tutela e la salute dei lavoratori esposti. Infatti, la valutazione e la gestione degli impatti sugli addetti dell'impianto rientrano tra gli adempimenti richiesti in materia di sicurezza (D.Lgs. 81/08 e s.m.i.), che verranno espletati in fase di progettazione esecutiva, costruzione e esercizio. Pertanto, in tale ambito si effettuerà la valutazione dei rischi e l'individuazione delle relative misure di prevenzione e protezione finalizzata a garantire le condizioni di sicurezza per il personale che opererà presso il sito.

Si ritiene che le principali fonti di impatto derivanti dalla fase di costruzione, esercizio e dismissione dell'impianto possano essere:

- Potenziali impatti positivi (benefici) sulla salute, a causa delle emissioni risparmiate rispetto alla produzione di un'uguale quota mediante impianti tradizionali.
- Potenziale temporaneo aumento della rumorosità e peggioramento della qualità dell'aria derivanti dalle attività di cantiere e dal movimento mezzi per il trasporto del materiale.

- Potenziale aumento del numero di veicoli e del traffico nell'area di progetto e conseguente potenziale incremento del numero di incidenti stradali.
- Impatto generato dai campi elettromagnetici prodotti dall'impianto durante la fase di esercizio.

I potenziali impatti sul contesto socio-economico derivanti dall'assunzione di personale locale nella costruzione dell'impianto e nell'esercizio delle attività agricole connesse al progetto e/o dal coinvolgimento di aziende locali per la fornitura di beni e servizi, soprattutto nelle fasi di costruzione, esercizio e dismissione. In fase di esercizio, gli impatti deriveranno principalmente dalle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e gestione del prato-pascolo permanente interno dell'area.

Impatto sulla componente – Fase di costruzione

Le considerazioni riportate di seguito si riferiscono ai potenziali impatti esclusivamente sulla popolazione residente. Si prevede che gli impatti potenziali sulla salute pubblica derivanti dalle attività di realizzazione dell'impianto fotovoltaico, di seguito descritti nel dettaglio, siano collegati principalmente a:

- Potenziali rischi per la sicurezza stradale dovuti al potenziamento del traffico veicolare;
- Salute ambientale e qualità della vita, dovuta alle emissioni sonore, aeriformi prodotte durante la fase di cantiere;
- Possibili incidenti connessi all'accesso di persone non autorizzate al sito di cantiere.
- I potenziali impatti sulla viabilità e sul traffico derivanti dalle attività di costruzione dell'impianto fotovoltaico e della linea di connessione In particolare:
 - Realizzazione dell'impianto Fotovoltaico: 12 mezzi/giorno con un picco massimo di 28 mezzi/giorno in concomitanza a particolari fasi costruttive lungo tutto il periodo di attività del cantiere (circa 18 mesi).
 - Realizzazione della Stazione Elettrica Terna: 4 mezzi/giorno con un picco massimo di 6 mezzi/giorno in concomitanza a particolari fasi costruttive lungo tutto il periodo di attività di cantiere (circa 18 mesi)
 - Realizzazione della linea di connessione a 36kV: il cantiere sarà di tipo lineare e avrà una durata di circa 7 mesi. Nelle fasi di maggiore attività si prevede che opereranno contemporaneamente un numero massimo di 6 mezzi. La linea di connessione attraverserà principalmente viabilità d'interesse primaria, verrà interessata anche la strada "Località Sirai" nella frazione di Santa Maria di Fiumetiepidio e la viabilità della frazione di Cortoghiana (Viale Amadeo di Savoia, Via Rinaldo Loi).
- Spostamenti dei lavoratori: si prevede anche il traffico di veicoli leggeri (minivan ed autovetture) durante la fase di costruzione, per il trasporto di lavoratori e di materiali leggeri da e verso le aree di cantiere. Tali spostamenti avverranno prevalentemente durante le prime ore del mattino e di sera, in corrispondenza dell'apertura e della chiusura del cantiere.

Di seguito si valuteranno gli eventuali impatti causati dal progetto in riferimento ai seguenti aspetti:

1. Emissioni di polveri e di inquinanti in atmosfera;
2. Aumento delle emissioni sonore;
3. Modifiche del paesaggio.

Con riferimento alle emissioni in atmosfera, durante le attività di costruzione del Progetto potranno verificarsi emissioni di polveri ed inquinanti derivanti da:

- Gas di scarico di veicoli e macchinari a motore (PM, CO, SO₂ e NO_x) compresi quelli derivanti dai veicoli che trasportano il materiale da e verso l'area di cantiere;

- Lavori civili e movimentazione terra per la preparazione dell'area di cantiere e la costruzione del progetto (PM10, PM2.5);
- Transito di veicoli su strade non asfaltate, con conseguente sospensione di polveri in atmosfera;
- Movimento dei mezzi d'opera nelle aree di cantiere.

Con riferimento al censimento effettuato per individuare i recettori maggiormente esposti alle emissioni acustiche, è emerso che il progetto si colloca all'interno di un contesto agricolo forestale. La zona è nel complesso poco antropizzata con presenza di una bassa densità abitativa. Gli insediamenti abitativi più vicini sono localizzati principalmente nella frazione di Santa Maria di Fiumetiepido a oltre 700 m dall'impianto fotovoltaico in progetto.

Gli edifici più vicini all'impianto sono mostrati Figura 4.17 e sono stati individuati tramite le immagini satellitari.

La Tabella 4.3 riporta invece i dati catastali dei ricettori esposti.

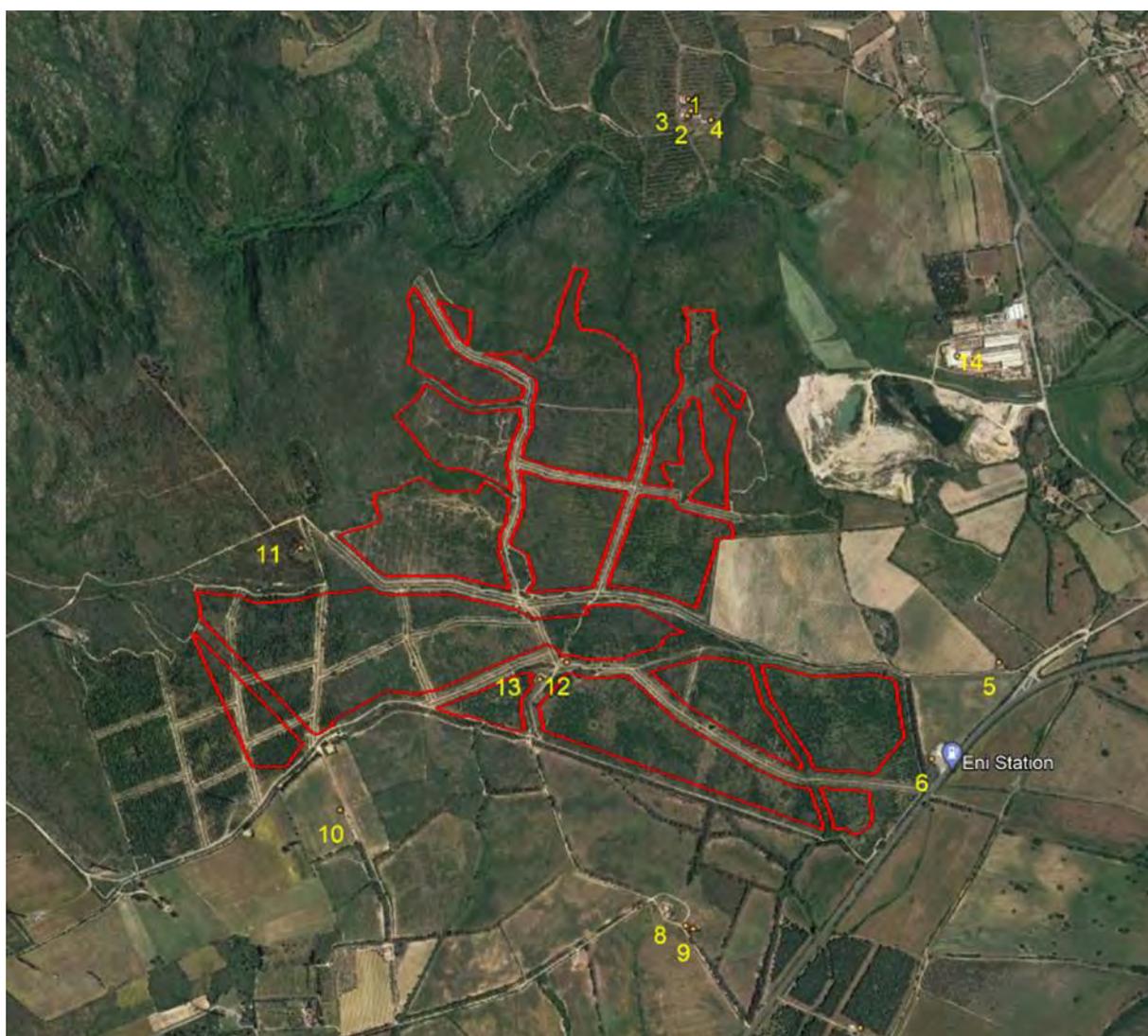


Figura 4.17: Ricettori individuati nelle vicinanze del layout in progetto

Tabella 4.3: Dati catastali dei ricettori esposti

RICETTORI	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	CAT. CATASTALE	PRESENZA	NOTE	TIPOLOGIA
1	Carbonia	5	2656	A04	accatastato	esistente	Abitazioni di tipo popolare
2	Carbonia	5	2657	C02	accatastato	esistente	Magazzini e locali di deposito
3	Carbonia	5	2658	C02	accatastato	esistente	Magazzini e locali di deposito
4	Carbonia	5	2659	C02	accatastato	esistente	Magazzini e locali di deposito
5	Carbonia	12	248	D10	accatastato	esistente	Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole.
6	Carbonia	21	167	C01	accatastato	esistente	Negozi e botteghe
6	Carbonia	21	167	E03	accatastato	esistente	Costruzioni e fabbricati per speciali esigenze pubbliche
7	Carbonia	22	1180	D10	accatastato	esistente	Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole
8	Carbonia	21	49	A03	accatastato	esistente	Abitazioni di tipo economico
9	Carbonia	21	199	A03	accatastato	esistente	Abitazioni di tipo economico
10	Carbonia	21	214	C02	accatastato	esistente	Magazzini e locali di deposito
11	Carbonia	12	210	-	Non accatastato	esistente	-
12	Carbonia	21	140	-	Non accatastato	esistente	-
13	Carbonia	21	143	-	Non accatastato	esistente	-
14	Carbonia	5	722	A10	accatastato	esistente	Uffici e studi privati
14	Carbonia	5	722	F02	accatastato	esistente	Unità collabenti

I potenziali impatti sulla qualità dell'aria durante la fase di cantiere saranno di breve durata, estremamente localizzati (potrebbero impattare in maniera lieve esclusivamente i recettori più prossimi al sito) e di entità trascurabile.

Le attività di costruzione provocheranno inoltre un temporaneo aumento del rumore, principalmente generato dai macchinari utilizzati per l'installazione dei pali delle strutture e la preparazione del sito. Tali impatti avranno durata a breve termine, estensione locale e, sulla base della simulazione effettuata,

entità limitata. I risultati della simulazione mostrano che l'incremento del rumore attribuibile alle attività di progetto sarà limitato, (per un approfondimento si rimanda al Documento "2983_5376_CA_VIA_R25_Rev0_Studio previsionale impatto acustico" allegato al presente studio).

Infine, le modifiche al paesaggio potrebbero potenzialmente impattare sul benessere psicologico della comunità. Gli impatti sul paesaggio, imputabili essenzialmente alla presenza delle strutture del cantiere, delle macchine e dei mezzi di lavoro, saranno minimi durante la fase di costruzione. Tali impatti avranno durata a breve termine e si annulleranno al termine delle attività e a valle degli interventi di ripristino morfologico e vegetazionale. L'estensione dell'impatto sarà quindi locale, a breve termine ed entità trascurabile.

Nella fase di costruzione dell'impianto esiste un rischio potenziale di accesso non autorizzato al cantiere, da parte della popolazione, che potrebbe dare origine a incidenti. Il rischio di accesso non autorizzato, tuttavia, risulta limitato data la distanza di centri abitati, aziende e recettori nelle immediate vicinanze dell'impianto. Pertanto, considerando l'ubicazione del cantiere di progetto, tali impatti avranno durata a breve termine, estensione locale ed entità trascurabile.

Infine, si prevede che l'economia ed il mercato del lavoro esistenti potrebbero essere positivamente influenzati dalle attività di cantiere del Progetto grazie:

- Agli impatti economici derivanti dalle spese dei lavoratori e dall'approvvigionamento di beni e servizi nell'area locale;
- Alle opportunità di lavoro temporaneo diretto e indiretto per le maestranze locali ed eventuale loro miglioramento delle competenze.

Di seguito si riportano le misure di mitigazione che verranno adottate durante la fase di cantiere, al fine di ridurre gli impatti potenziali.

- Al fine di minimizzare il rischio di incidenti, tutte le attività saranno segnalate alle autorità locali in anticipo rispetto alla attività che si svolgono.
- I lavoratori verranno formati sulle regole da rispettare per promuovere una guida sicura e responsabile.
- Verranno previsti percorsi stradali che limitino l'utilizzo della rete viaria pubblica da parte dei veicoli del Progetto durante gli orari di punta del traffico allo scopo di ridurre i rischi stradali per la comunità locale ed i lavoratori.

Per ridurre l'impatto temporaneo sulla qualità di vita della popolazione che risiede e lavora nelle vicinanze dell'area di cantiere, verranno adottate delle misure di mitigazione per la riduzione degli impatti sulla qualità dell'aria (per un approfondimento si veda il paragrafo 4.6.2), e sul clima acustico. (per una analisi nel dettaglio si veda la "Relazione di impatto acustico").

L'impresa esecutrice impiegherà mezzi caratterizzati da una ridotta emissione acustica e dotati di marcatura CE. Verranno inoltre eseguiti specifici corsi di formazione del personale addetto al fine di incrementare la sensibilizzazione alla riduzione del rumore mediante specifiche azioni comportamentali come, ad esempio, non tenere i mezzi in esercizio se non strettamente necessario e ridurre i giri del motore quando possibile.

Per i casi in cui si manifesta il superamento dei limiti imposti dalla zonizzazione acustica comunale si procederà a richiedere apposita autorizzazione in deroga al Sindaco concordando eventuali accorgimenti organizzativi utili al contenimento delle immissioni acustiche presso i recettori.

Ove necessario verranno adottati specifici accorgimenti di mitigazione finalizzati al contenimento degli impatti acustici anche mediante la esecuzione monitoraggi strumentali durante la costruzione della linea di connessione.

Tutti i mezzi dovranno rispettare, all'interno delle strade vicinali, il limite di velocità imposto pari a 30km/h che limiterà notevolmente la produzione di rumori durante il transito dei mezzi.

Per contenere quanto più possibile le emissioni di inquinanti gassosi e polveri, durante la fase di costruzione saranno adottate di norme di pratica comune e, ove richiesto, misure a carattere operativo e gestionale.

In particolare, per limitare le emissioni di gas verrà garantito il corretto utilizzo di mezzi e macchinari, una loro regolare manutenzione e buone condizioni operative. Dal punto di vista gestionale si limiterà le velocità dei veicoli e si eviterà di tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e macchinari.

Per quanto riguarda la produzione di polveri, saranno adottate, ove necessario, idonee misure a carattere operativo e gestionale, quali:

- Bagnatura delle gomme degli automezzi;
- Umidificazione del terreno nelle aree di cantiere per impedire il sollevamento delle polveri, specialmente durante i periodi caratterizzati da clima secco;
- Riduzione della velocità di transito dei mezzi.

Impatto sulla componente – Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio i potenziali impatti sulla salute pubblica, di seguito descritti nel dettaglio, sono riconducibili a:

- Presenza di campi elettrici e magnetici generati dall'impianto fotovoltaico e dalle strutture connesse;
- Potenziali emissioni di inquinanti e rumore in atmosfera derivanti dalle operazioni di manutenzione;
- Potenziale "malessere psicologico" associato alle modifiche apportate al paesaggio.

Gli impatti generati dai campi elettrici e magnetici associati all'esercizio dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse sono descritti in dettaglio all'interno delle relazioni relative ai campi elettromagnetici allegate al progetto (Rif. 2983_5376_CA_VIA_R20_Rev0_Relazione campi elettromagnetici impianto).

Inoltre, si precisa che l'impianto fotovoltaico durante l'esercizio ordinario non prevede la presenza continuativa di personale di sorveglianza o addetto alla manutenzione ordinaria, le eventuali presenze saranno limitate esclusivamente al tempo utile per le lavorazioni previste e per un tempo comunque inferiore alle 4 ore/giorno. È esclusa pertanto l'eventuale esposizione ai campi elettromagnetici. Durante l'esercizio dell'impianto, sulla componente salute pubblica non sono attesi potenziali impatti negativi generati dalle emissioni in atmosfera, dal momento che:

- Non si avranno significative emissioni di inquinanti in atmosfera. Le uniche emissioni attese, discontinue e trascurabili, sono ascrivibili ai veicoli che saranno impiegati durante le attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico, e dato il numero limitato dei mezzi coinvolti, l'impatto è da ritenersi non significativo;
- Non sono attesi impatti significativi per quanto riguarda le emissioni di rumore vista l'assenza di fonti di rumore rilevanti. Le uniche fonti di rumore presenti, sebbene di lieve entità, saranno caratterizzate dalle emissioni dei sistemi di raffreddamento dei cabinet e i trasformatori.

Pertanto, gli impatti dovuti alle emissioni di inquinanti e rumore in atmosfera possono ritenersi non significativi e trascurabili. La presenza della struttura tecnologica potrebbe creare alterazioni visive che potrebbero influenzare il benessere psicologico della comunità. Tuttavia tale possibilità è remota, dal momento che le strutture avranno altezze che potranno variare tra i 0,65 m e i 4,93 m a seconda dell'inclinazione del pannello e saranno difficilmente percepibili dai centri abitati, distanti dall'area di progetto. Sarà inoltre piantumata una siepe perimetrale lungo tutta la recinzione; pertanto si assume che i potenziali impatti sul benessere psicologico della popolazione derivanti dalle modifiche apportate al paesaggio abbiano estensione locale ed entità limitata, sebbene siano di lungo termine. Durante la

fase di esercizio, gli impatti positivi sull'economia deriveranno dalle attività di manutenzione preventiva dell'impianto, di vigilanza del sito ma soprattutto dalla manodopera agricola necessaria per la gestione dell'impianto a mandorleto super-intensivo.

Va inoltre ricordato che, l'esercizio dell'impianto consentirà un notevole risparmio di emissioni di gas ad effetto serra e macroinquinanti, rispetto alla produzione di energia mediante combustibili fossili tradizionali. Esso, pertanto, determinerà un impatto positivo sulla componente aria e conseguentemente sulla salute pubblica.

Impatto sulla componente – Fase di dismissione

Per la fase di dismissione si prevedono potenziali impatti sul comparto socio-sanitario simili a quelli attesi durante la fase di costruzione, principalmente collegati alle emissioni di rumore, polveri e macro inquinanti da mezzi/macchinari a motore e da attività di movimentazione terra/opere civili.

Si avranno, inoltre, i medesimi rischi collegati all'aumento del traffico, sia mezzi pesanti per le attività di dismissione, sia mezzi leggeri per il trasporto di personale, ed all'accesso non autorizzato in sito.

Rispetto alla fase di cantiere, tuttavia, il numero di mezzi di cantiere sarà inferiore e la movimentazione di terreno coinvolgerà quantitativi limitati. Analogamente alla fase di cantiere, gli impatti sulla salute pubblica avranno estensione locale ed entità trascurabile, mentre la durata sarà temporanea.

Durante la fase di dismissione, le varie componenti dell'impianto verranno smontate e separate in modo da poter inviare a riciclo, presso ditte specializzate, la maggior parte dei rifiuti (circa il 99% del totale), e smaltire il resto in discarica. L'area verrà inoltre ripristinata per essere restituita allo stato pre-intervento.

Si avranno, pertanto, impatti economici ed occupazionali simili a quelli della fase di cantiere.

4.1.3 Azione di mitigazione

Come sottolineato dai paragrafi precedenti, gli impatti negativi maggiori sulla componente si avranno in fase di cantiere e di dismissione a causa del passaggio dei mezzi di cantiere. Al fine di mitigare gli stessi sono previste alcune misure di mitigazione, prettamente gestionali, che si riportano in seguito:

- Al fine di minimizzare il rischio di incidenti, tutte le attività saranno segnalate alle autorità locali in anticipo rispetto alla attività che si svolgono;
- I lavoratori verranno formati sulle regole da rispettare per promuovere una guida sicura e responsabile;
- Verranno previsti percorsi stradali che limitino l'utilizzo della rete viaria pubblica da parte dei veicoli del Progetto durante gli orari di punta del traffico allo scopo di ridurre i rischi stradali per la comunità locale ed i lavoratori;
- L'impresa esecutrice impiegherà mezzi caratterizzati da una ridotta emissione acustica e dotati di marcatura CE;
- Saranno eseguiti specifici corsi di formazione del personale addetto al fine di incrementare la sensibilizzazione alla riduzione del rumore e dell'inquinamento atmosferico mediante specifiche azioni comportamentali come, ad esempio, non tenere i mezzi in esercizio se non strettamente necessario e ridurre i giri del motore quando possibile;
- Tutti i mezzi dovranno rispettare il limite di velocità imposto pari a 30km/h nelle aree d'accesso all'impianto per limitare notevolmente la produzione di rumori durante il transito dei mezzi;
- Sarà garantito il corretto utilizzo di mezzi e macchinari, una loro regolare manutenzione e buone condizioni operative;

- Al fine di contenere il sollevamento di polveri nei periodi di siccità di provvederà alla bagnatura delle gomme degli automezzi e all'umidificazione del terreno.

Il progetto prevede inoltre delle compensazioni apposite al fine di rendere l'impianto coerente con la vocazione ante-operam dell'area. Tra le principali opere previste si prevede la realizzazione di un triplo filare alberato lungo tutto il perimetro dell'impianto e la convivenza tra l'impianto stesso e aree coltivate a mandorleto. I moduli non saranno inoltre installati ove presenti aree boscate.

Per ogni altro ulteriore approfondimento si rimanda al paragrafo 2.4.6 e alla relazione agronomica (Rif. 2983_5376_CA_VIA_R04_Rev0_Relazione Agronomica).

Per un approfondimento in merito alle opere di mitigazione previste si rimanda al capitolo del presente documento dedicato alle opere di mitigazione (paragrafo 2.4.6)

4.2 TERRITORIO

4.2.1 Descrizione dello scenario base

L'analisi delle principali dinamiche di cambiamento di copertura e di uso del suolo mostra come il processo più significativo in atto, in Europa e nel nostro Paese, sia la progressiva diminuzione della superficie destinata all'uso agricolo, spesso in maniera indipendente dalla fertilità e dalla produttività dei terreni. L'aggressione al suolo agricolo, che oggi copre ancora circa la metà del territorio nazionale, avviene contemporaneamente su due fronti. Da una parte si assiste all'aumento delle aree artificiali, in particolare nelle pianure e lungo le coste e i fondivalle, dall'altra si rileva l'espansione dei territori boscati e degli ambienti semi-naturali, in particolare nelle aree interne e montane/collinari, determinata da fenomeni di abbandono colturale con successiva ricolonizzazione del territorio da parte delle superfici forestali. Circa i tre quarti dei cambiamenti di uso del suolo avvenuti in Italia tra il 1960 sono dovuti alla perdita di aree agricole per l'urbanizzazione o per l'abbandono colturale. Nelle aree agricole marginali o meno redditizie, infatti, come nelle zone montane o alto-collinari, o in quelle poco accessibili e di scarso interesse ai fini produttivi, si assiste a un processo di successione, che trasforma l'area agricola prima in una matrice agricola frammentata con presenza di spazi naturali, poi in macchia bassa e cespuglieti e, infine, in boschi con densità delle chiome via via più fitte. Parallelamente all'abbandono delle aree marginali, anche la trasformazione delle pratiche agricole verso forme di sfruttamento intensivo per aumentare la resa delle aree coltivate, attraverso la meccanizzazione e l'utilizzo di tecniche di coltivazione, di irrigazione, di fertilizzazione e di difesa fitosanitaria, ha prodotto negli ultimi sessant'anni, profondi mutamenti nell'assetto di tali aree.

La dinamica delle trasformazioni degli ultimi decenni è comunque dominata dalla crescita delle aree artificiali per far fronte a nuove infrastrutture di trasporto, a nuove costruzioni o ad altre coperture non naturali, che rappresenta l'evoluzione di maggiore entità con una crescita di oltre il 180% rispetto agli anni '50 (ISPRA-SNPA, 2018). Dagli anni '50 ad oggi il consumo di suolo in Italia non si è mai fermato e continua a trasformare il territorio nazionale con velocità elevate. Tra il 2020 e il 2021, le nuove coperture artificiali hanno riguardato 69,1 km² (Figura 4.18), ovvero, in media, oltre 19 ettari al giorno. Un incremento che, nonostante gli ancora troppo modesti segnali di rallentamento, rimane in linea con quelli rilevati nel recente passato, facendo perdere all'Italia 2,2 metri quadrati di suolo ogni secondo. Una crescita delle superfici artificiali solo in parte compensata dal ripristino di aree naturali, pari nel 2021 a 5,8 km², dovuti al passaggio da suolo consumato a suolo non consumato (in genere grazie al recupero di aree di cantiere o di superfici che erano state già classificate come consumo di suolo reversibile). Un segnale positivo, ma ancora del tutto insufficiente, tuttavia, per raggiungere l'obiettivo di azzeramento del consumo di suolo netto, che, negli ultimi dodici mesi, è invece risultato pari a 63,3 km², di cui 13,6 di consumo permanente. In aggiunta, si deve tuttavia considerare che altri 11,9 km² sono passati, nell'ultimo anno, da suolo consumato reversibile (tra quello rilevato nel 2020) a permanente, sigillando ulteriormente il territorio.

L'impermeabilizzazione è quindi cresciuta, complessivamente, di 25,5 km², considerando anche il nuovo consumo di suolo permanente. Inoltre, altri 8,9 km² sono stati coperti da serre permanenti e da altre forme di copertura del suolo che non sono, con l'attuale sistema di classificazione, considerate come consumo di suolo permanente o reversibile. Si possono, infine, aggiungere ulteriori 8,2 km² dovuti alle nuove aree rilevate nel 2021 di dimensione inferiore ai 1.000 m² (SNPA 32/2022).

Consumo di suolo (km²)	69,1
Ripristino (km²)	5,8
Consumo di suolo netto (km²)	63,3
Consumo di suolo permanente (km²)	13,6
Impermeabilizzazione di aree già consumate reversibilmente (km²)	11,9
Impermeabilizzazione complessiva (km²)	25,5
Incremento di altre coperture non considerate (km²)	8,9
Nuove aree con superficie inferiore ai 1.000 m² (km²)	8,2

Figura 4.18: Stima del consumo di suolo annuale tra il 2020 e il 2021. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

La crescita netta delle superfici artificiali dell'ultimo anno equivale a una densità di consumo di suolo pari a 2,1 m² per ogni ettaro di territorio italiano e a un incremento dello 0,3%.

Densità del consumo di suolo netto (m²/ha)	2,10
Consumo di suolo netto (incremento %)	0,30

Figura 4.19: Incremento del consumo di suolo annuale tra il 2020 e il 2021. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

La velocità del consumo di suolo netto tocca i valori massimi tra quelli rilevati dal 2012 a oggi, con un valore di 17,3 ettari al giorno (Figura 4.20), e ci allontana ancora di più dagli obiettivi di azzeramento del consumo netto di suolo, mostrando una preoccupante inversione di tendenza. I dati confermano che, quindi, si continua a incrementare il livello di artificializzazione e di impermeabilizzazione del territorio, causando la perdita, spesso irreversibile, di aree naturali e agricole. Tali superfici sono state sostituite da nuovi edifici, infrastrutture, insediamenti commerciali, logistici, produttivi e di servizio e da altre aree a copertura artificiale all'interno e all'esterno delle aree urbane esistenti.



Figura 4.20: Velocità del consumo di suolo giornaliero netto negli ultimi 15 anni. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

A livello percentuale, il suolo consumato riguarda il 7,13% (7,23% al netto della superficie dei corpi idrici permanenti - Figura 4.21) e i valori sono in crescita continua negli ultimi anni (Figura 4.22). La percentuale all'interno del territorio considerato come suolo utile supera il 10%.

Suolo consumato - superficie a copertura artificiale (% sul territorio nazionale)	7,13
Altre coperture non considerate (% sul territorio nazionale)	0,21
Aree con superficie inferiore ai 1.000 m² (% sul territorio nazionale)	0,25
Suolo consumato - superficie a copertura artificiale (% sul territorio nazionale, esclusi i corpi idrici)	7,23
Suolo consumato (% all'interno del suolo utile)	10,29

Figura 4.21: Stima del suolo consumato (2021) in percentuale a livello nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

2006	2012	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
6,75	6,95	7,01	7,03	7,05	7,07	7,09	7,11	7,13

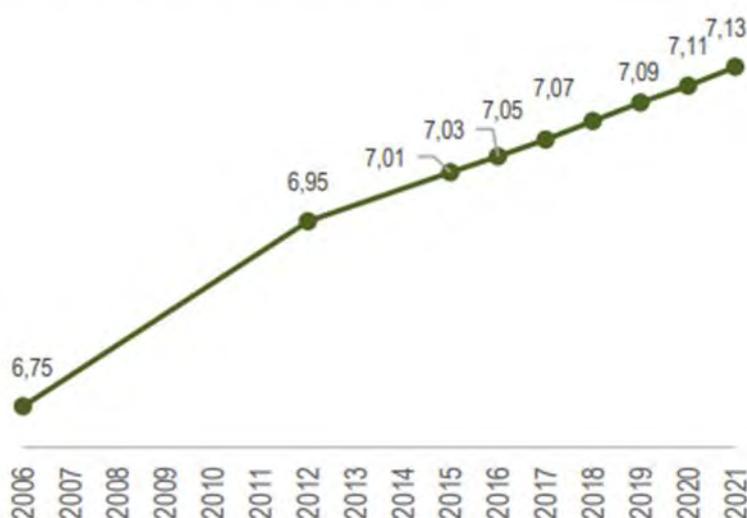


Figura 4.22: Stima del suolo consumato (2006-2021) in percentuale a livello nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

I dati confermano che, quindi, si continua a incrementare il livello di artificializzazione e di impermeabilizzazione del territorio, causando la perdita, spesso irreversibile, di aree naturali e agricole. Tali superfici sono state sostituite da nuovi edifici, infrastrutture, insediamenti commerciali, logistici, produttivi e di servizio e da altre aree a copertura artificiale all'interno e all'esterno delle aree urbane esistenti. È inoltre da sottolineare che i cambiamenti rilevati nell'ultimo anno (2022) si concentrano in alcune aree del Paese, rimanendo particolarmente elevati nella pianura Padana, con maggiore intensità nella parte lombarda e veneta. Il fenomeno rimane molto intenso lungo tutta la costa adriatica, dal Veneto alla Puglia e con elevate densità di trasformazione in tratti del litorale marchigiano e in Abruzzo. Il Salento conferma la tendenza degli ultimi anni con una fortissima presenza di cambiamenti.

Per quanto riguarda la Sardegna il consumo di suolo consumato in percentuale nel 2021 è pari a 3,32% ben al di sotto della media nazionale (7,13%). Anche la densità di consumo di suolo netto tra il 2006 e il

2021 è al di sotto della media nazionale con 14,89 m² rispetto ai 38,24 m² dell'intero territorio. Il suolo consumato a livello regionale e nazionale al 2021 è riportato in Figura 4.23.

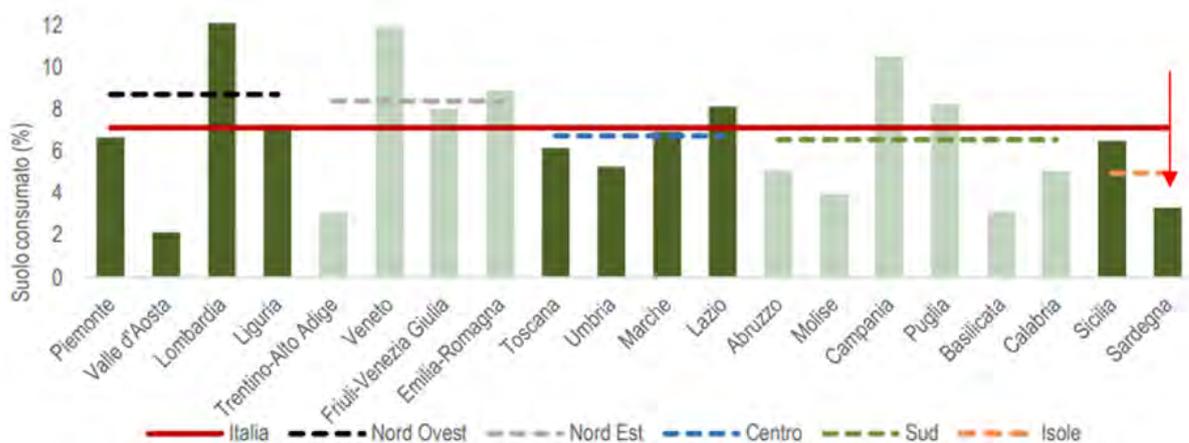


Figura 4.23: Suolo consumato a livello regionale e di ripartizione geografica (% 2021). In rosso la percentuale nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Per quanto riguarda invece il suolo consumato pro-capite nel 2021 in metri quadrati per abitante la Sardegna mostra valori sopra alla media nazionale (Figura 4.24).

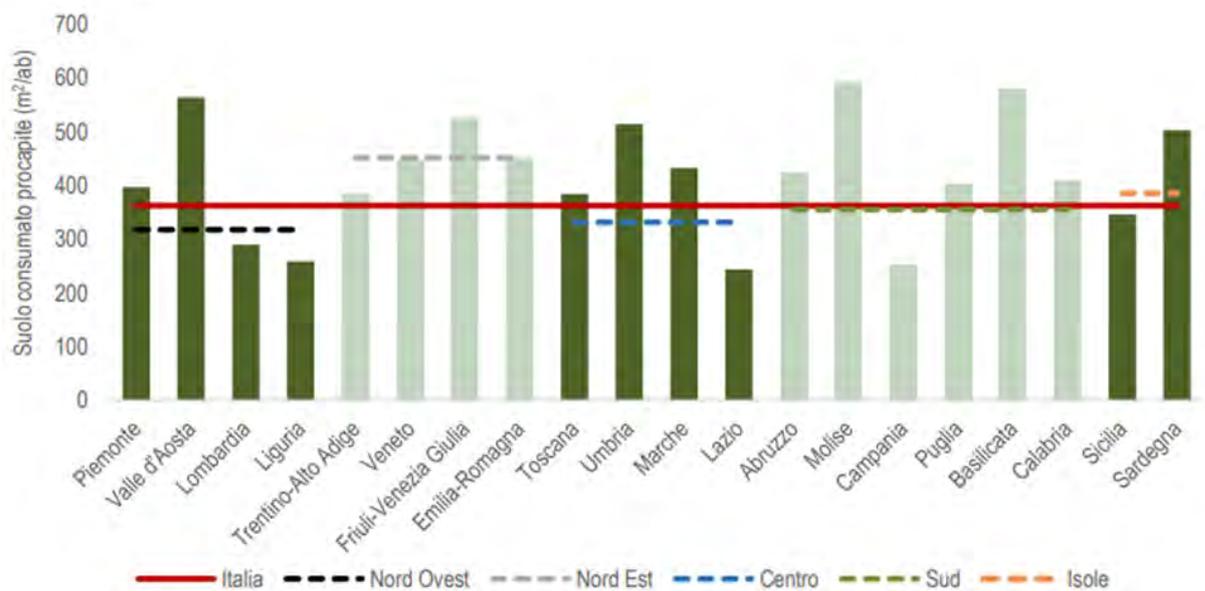


Figura 4.24: Suolo consumato pro capite nel 2021 in metri quadrati per abitante, con valore nazionale (in rosso) e per ripartizione geografica. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati di popolazione Istat

A livello provinciale il Sud Sardegna ha consumato nel 2021 18.517 ha di suolo, ed è la seconda Provincia della Sardegna con il maggior suolo consumato nel 2021. Anche i valori di consumo di suolo pro capite 2020-2021 sono stati al di sopra della media regionale con 1,37 m²/ab/anno (+0,23 rispetto alla Regione). I dati relativi al Suolo consumato nel 2021 e il consumo netto di suolo annuale (2020-2021) a livello provinciale è mostrato in Figura 4.25.

Provincia / Regione	Suolo Consumato 2021 (ha)	Suolo Consumato 2021 (%)	Suolo Consumato pro capite 2021 (m ² /ab)	Consumo di suolo 2020-2021 (ha)	Consumo di suolo 2020-2021 (%)	Consumo di suolo pro capite 2020-2021 (m ² /ab/anno)	Densità consumo di suolo 2020-2021 (m ² /ha/anno)
Sassari	27.916	3,63	586	52	0,19	1,10	0,68
Nuoro	13.111	2,32	651	37	0,28	1,82	0,65
Cagliari	9.872	7,90	234	36	0,37	0,86	2,89
Oristano	10.614	3,55	696	9	0,09	0,59	0,30
Sud Sardegna	18.517	2,83	547	46	0,25	1,37	0,71
Sardegna	80.029	3,32	503	180	0,23	1,14	0,75
Italia	2.148.512	7,13	366	6.331	0,30	1,08	2,10

Figura 4.25: Suolo consumato (2021) e consumo netto di suolo annuale (2020-2021) a livello provinciale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

A livello comunale 'ISPRA ha elaborato, su cartografia SNPA, i dati relativi alla percentuale di suolo consumato. Come si evince dalla Figura 4.26 il Comune di Carbonia nel 2021 ha consumato tra il 5-7% di suolo. Il comune di Portoscuso ha invece percentuali di consumo di suolo decisamente più alti con valori tra il 15 e il 30%. La Figura 4.27 riporta invece le variazioni delle superfici artificiali dal 2012 al 2021. L'area di realizzazione dell'impianto si trova in un'area in cui non si è verificato consumo del suolo.

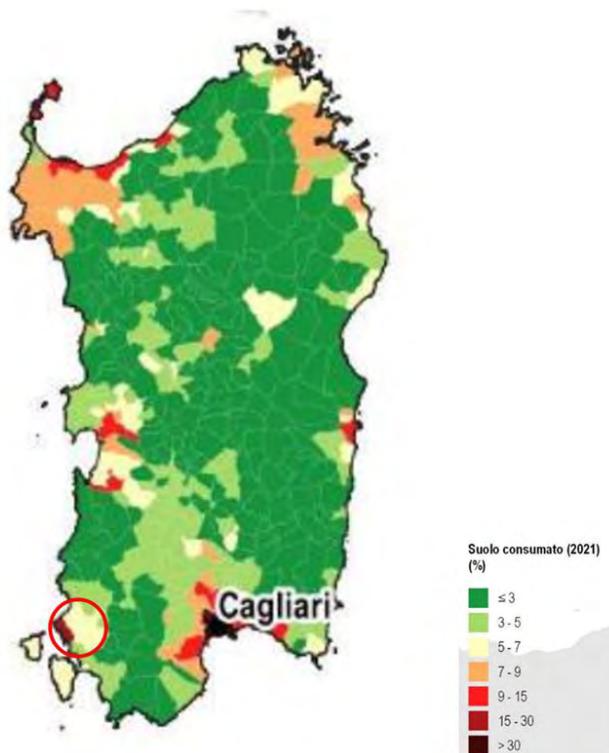


Figura 4.26: Suolo consumato nel 2021 nei comuni della Regione Sardegna con dettaglio nell'area di studio (cerchio rosso). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

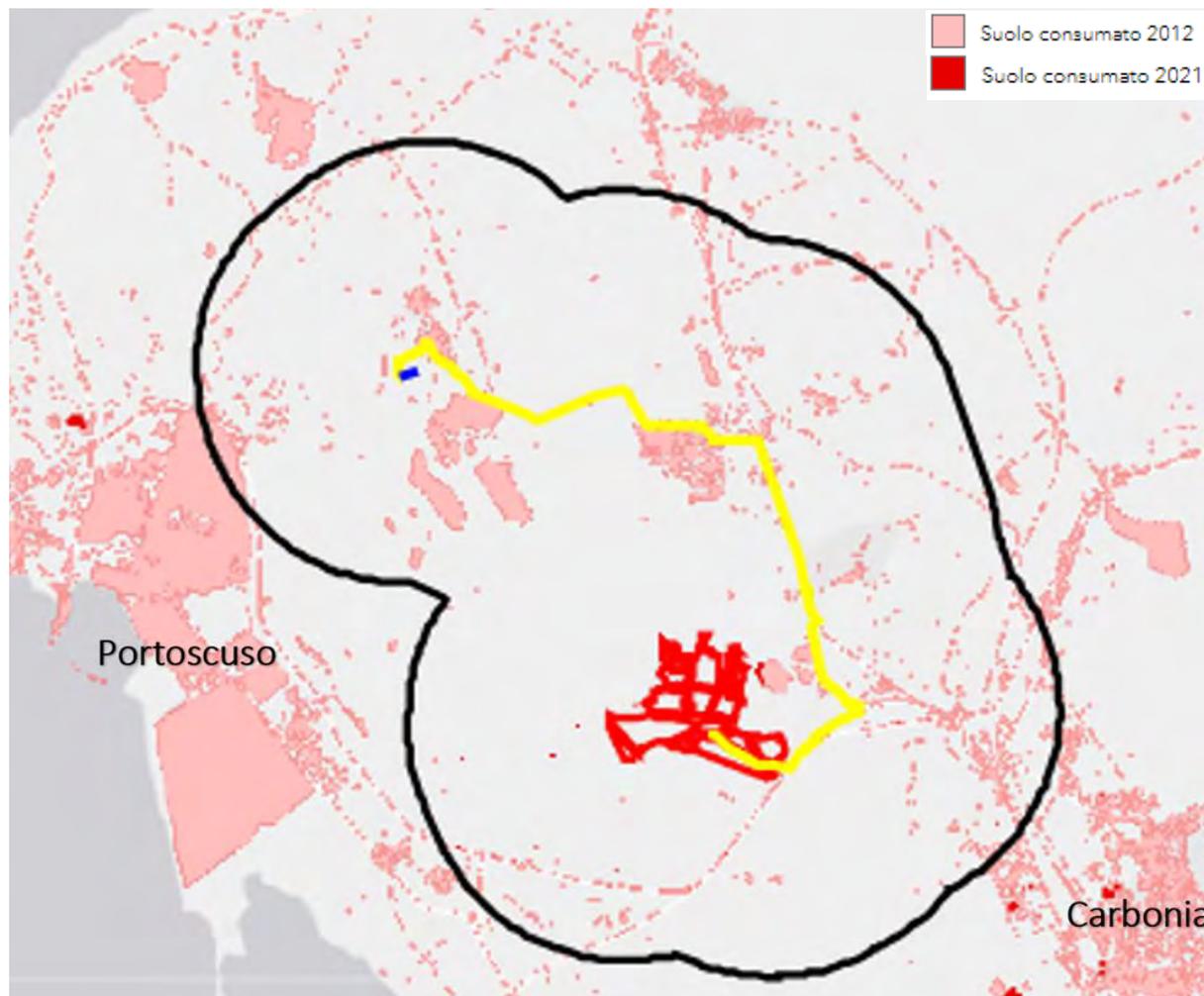


Figura 4.27. Suolo consumato tra il 2012 e il 2021 nel comune di Carbonia e Portoscuso. Fonte: isprambiente.it

Copertura del suolo

ISPRA ha registrato la copertura del suolo regionale nell'anno 2020 (Figura 4.28). Al 2020 il territorio nazionale è occupato principalmente da aree agricole (che coprono il 46% del territorio) e da aree naturali (48%), mentre le aree urbane costituiscono circa il 6% del totale. Osservando i dati regionali, la maggiore estensione della classe "Aree naturali" si ha in Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Toscana e Sardegna, dove supera il milione di ettari; in ambito naturale la Sardegna è tra le nove regioni in cui il suolo non artificiale supera il 50% del territorio (58,7%). Complessivamente si osservano le seguenti variazioni di copertura di macrocategorie sul territorio regionale tra il 2012 e il 2020: incremento dell'1,5% della copertura urbana, decremento del 0,1% della copertura agricola e sostanziale stabilità della copertura naturale (Munafò, 2021).

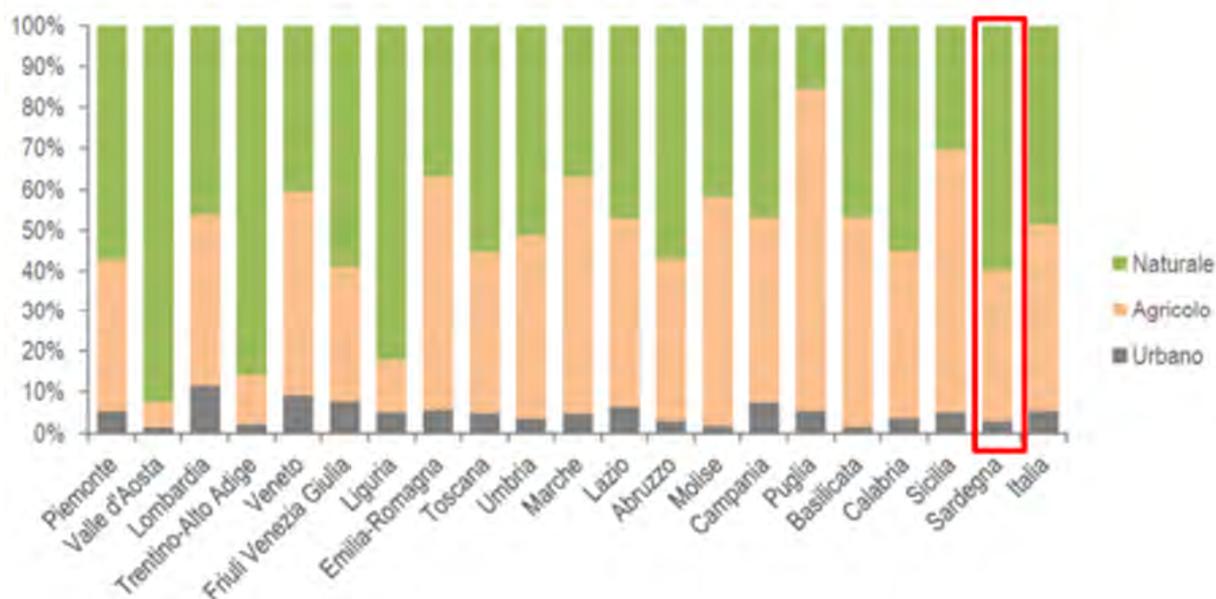


Figura 4.28: ISPRA – Copertura del Suolo su base Regionale 2020 (Munafò, 2021)

L'area di realizzazione del futuro impianto ricade in aree agroforestali per lo più occupate da formazioni arbustive tipiche della macchia mediterranea che stanno progressivamente riattualizzando le aree che in passato erano probabilmente destinate alla coltivazione di essenze arboree a latifoglie.

Le classi dell'uso del suolo individuate all'interno del buffer di 2 km sono riassunte in Figura 4.29.

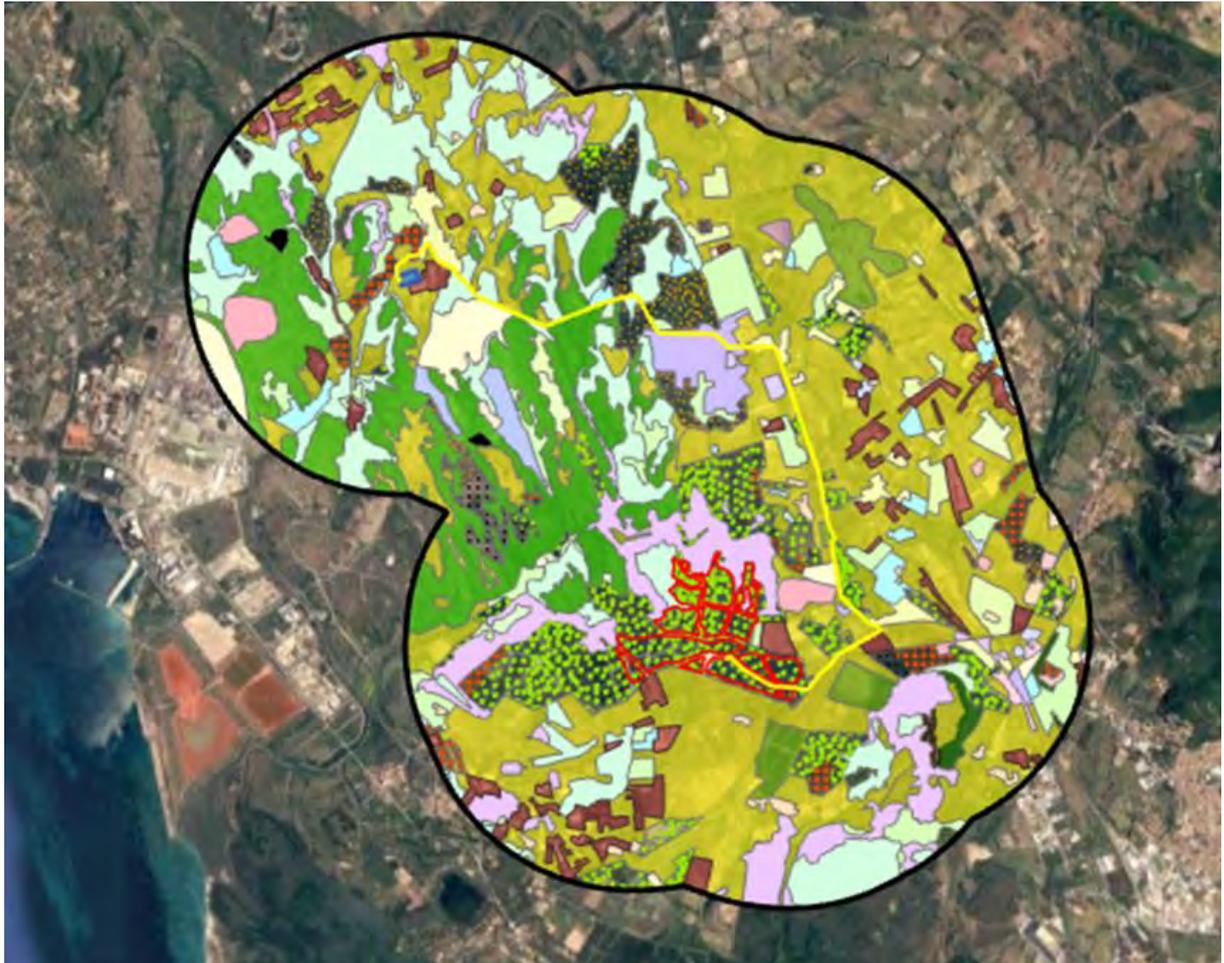


Figura 4.29: Uso del suolo ne buffer di 2 km intorno all'area di previsto impianto. Fonte: Geoportale Sardegna

Nella Tabella 4.4 seguenti sono riportate le informazioni della copertura e dell'uso del suolo delle superfici comprese all'interno del buffer. La classe d'uso del suolo più abbondante risultano i seminativi

agricoli (35,8 %) seguito dall'ambiente di gariga e di macchia mediterranea (18 %) e aree con vegetazione rada compresa tra il 5 e il 40%.

Tabella 4.4: Copertura percentuale delle variabili di uso del suolo nel buffer di 2 Km intorno all'area di installazione dell'impianto fotovoltaico. In verde le tre classi d'uso del suolo più abbondanti

CLASSE USO DEL SUOLO	AREA [ha]	%
Arboricoltura con essenze forestali di conifere	84,9	1,7
Aree a pascolo naturale	42,4	0,9
Aree a ricolonizzazione artificiale	32,1	0,7
Aree a ricolonizzazione naturale	80,5	1,6
Aree agroforestali	12,7	0,3
Aree archeologiche	4,9	0,1
Aree con vegetazione rada >5% e <40%	576,3	11,7
Aree antropizzate	342,5	6,9
Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti	26,8	0,5
Bosco di conifere	145,5	2,9
Bosco di latifoglie	19,1	0,4
Colture in serra e associate ad altre colture	57,5	1,2
Formazioni di ripa non arboree	2,5	0,1
Gariga e macchia mediterranea	890,0	18,0
Oliveti e vigneti	196,3	4,0
Pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. Anche in formazioni miste	442,6	9,0
Prati artificiali	193,0	3,9
Seminativi agricoli	1764,2	35,8
Sugherete	21,2	0,4
Totale	4932,5	

4.2.2 Stima degli impatti potenziali

Identificazioni delle azioni di impatto e dei potenziali recettori

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 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.

Le influenze di un cambiamento sulla componente territorio possono essere classificate nei seguenti meccanismi di impatto (Munafò, 2021).

1. **Consumo del suolo:** è un processo associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, limitata e non rinnovabile, dovuta all'occupazione di una superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale con una copertura artificiale. È un fenomeno legato alle dinamiche insediative e infrastrutturali ed è prevalentemente dovuto alla costruzione di nuovi edifici, fabbricati e insediamenti, all'espansione delle città, alla densificazione o alla conversione di terreno entro un'area urbana, all'infrastrutturazione del territorio. Il consumo di suolo è, quindi, definito come la variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato); sono definite superfici artificiali tutte le superfici dove il paesaggio è stato modificato o è influenzato da attività di costruzione sostituendo le superfici naturali con strutture artificiali abiotiche 2D/3D o con materiali artificiali.
2. **Copertura del suolo (Land Cover):** si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, che comprende le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007/2/CE. L'impermeabilizzazione del suolo, ovvero la copertura permanente di parte del terreno e del relativo suolo con materiali artificiali (quali asfalto o calcestruzzo) per la costruzione, ad esempio, di edifici e strade, costituisce la forma più evidente e più diffusa di copertura artificiale. Altre forme di copertura di suolo vanno dalla perdita totale della "risorsa suolo" attraverso la rimozione per escavazione (comprese le attività estrattive a cielo aperto), alla perdita parziale, più o meno rimediabile, della funzionalità della risorsa a causa di fenomeni quali, ad esempio, la compattazione (es. aree non asfaltate adibite a parcheggio). La copertura con materiali impermeabili è probabilmente l'uso più impattante che si può fare della risorsa suolo poiché ne determina la perdita totale o una compromissione permanente della sua funzionalità tale da limitare/inibire il suo insostituibile ruolo nel ciclo degli elementi nutritivi. Le funzioni produttive dei suoli sono, pertanto, inevitabilmente perse, così come la loro possibilità di assorbire CO₂, di regolare i flussi idrici, di fornire supporto e sostentamento per la componente biotica dell'ecosistema, di garantire la biodiversità e, spesso, la fruizione sociale.
3. **Uso del suolo:** è un concetto diverso dalla copertura del suolo, ovvero dall'effettivo stato biofisico, poiché rappresenta un riflesso delle interazioni tra l'uomo e il suolo e costituisce quindi una descrizione di come esso venga impiegato in attività antropiche. Un cambio di uso del suolo (e ancora meno un cambio di destinazione d'uso del suolo previsto da uno strumento urbanistico) potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo, che potrebbe mantenere intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici, e quindi non rappresentare un reale consumo di suolo;
4. **Degrado del suolo:** è il fenomeno di alterazione delle condizioni del suolo dovuto alla riduzione o alla perdita di produttività biologica o economica a causa principalmente dell'attività dell'uomo. Oltre alla produttività, altri fattori come la copertura del suolo, l'erosione idrica o il contenuto di carbonio organico possono essere usati per valutare il degrado del suolo. Altre

definizioni di degrado del suolo evidenziano la perdita, talvolta irreversibile, di biodiversità, delle funzioni e della capacità di fornire servizi ecosistemici. La desertificazione consiste nel livello estremo di degrado del suolo.

Il report dell'ISPRA 32/2022 riporta i dati SNAP relativi al consumo di suolo tra il 2020 e il 2021 nelle diverse regioni d'Italia. Tra il 2020 e il 2021 il consumo di suolo è stato pari a 70 ettari (corrispondenti a una potenza di circa 37 MW), un dato abbastanza distante dai 242 ettari rilevati nel 2020 e dai 246 rilevati nel 2019. In generale, infatti, si nota una flessione decisa dell'entrata in servizio di nuovi grandi impianti superiori a 5 MW con un aumento degli impianti aventi una potenza compresa tra gli 0,2 e i 5 MW. In Sardegna il consumo di suolo nel 2021 è stato tra i 590 ha e i 725 ha (Figura 4.30).

Regione	Suolo consumato 2021 SNPA (ha)	Suolo consumato 2021 GSE (ha)
Sardegna	725	590
Italia	17.564	15.200

Figura 4.30: Distribuzione del suolo consumato 2021 dovuto a impianti fotovoltaici a terra. Fonti: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico 2021 del GSE

Di seguito sono analizzati i possibili impatti sulla componente territorio derivanti da tutte le fasi di progetto, suddivise tra fase di cantiere, fase di esercizio e dismissione.

Impatto sulla componente – Fase di costruzione

Le aree di cantiere sono previste all'interno della zona del previsto impianto, come riportato nell'immagine di seguito riportata.

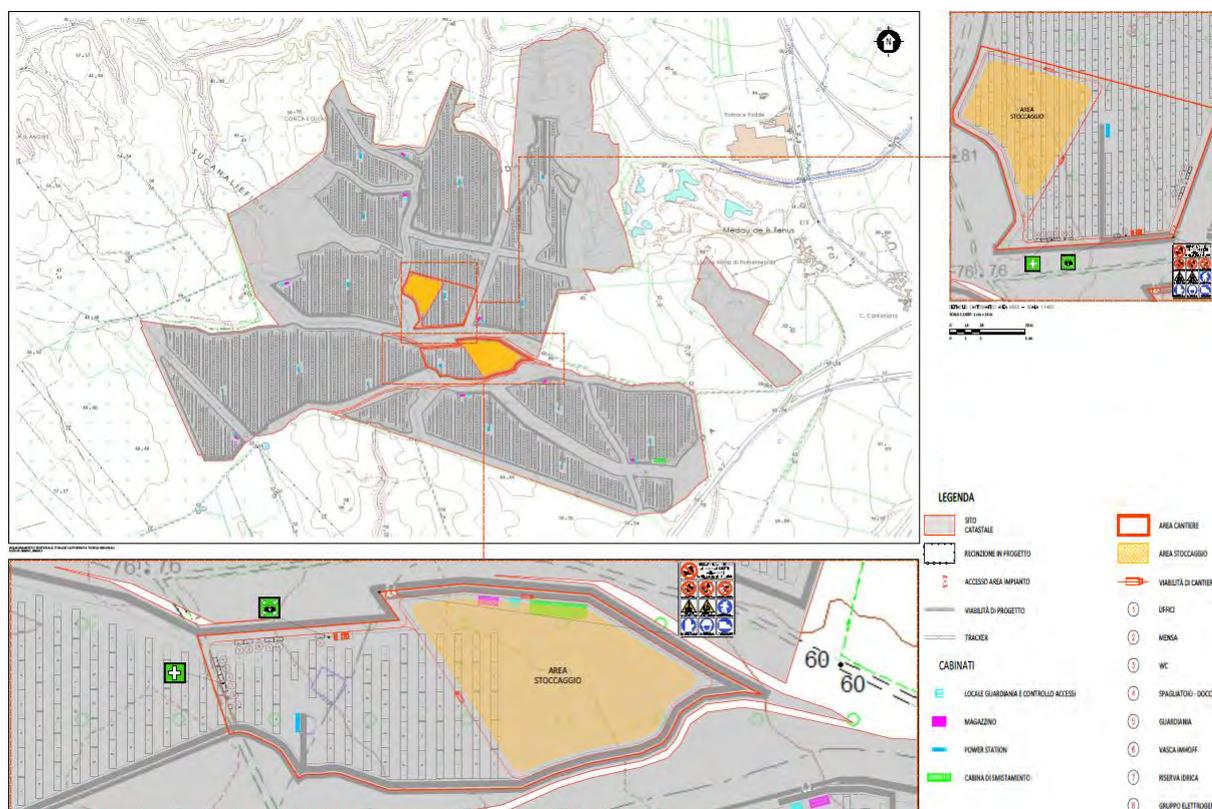


Figura 4.31: Planimetria aree di cantiere

Durante la Fase di Cantiere il consumo del suolo sarà contenuto nell'ordine del 7%



Durante la fase di cantiere gli impatti principali sulla componente in esame derivano dalla rimozione della vegetazione e dal livellamento del terreno al fine di garantire il corretto funzionamento dell'impianto stesso. Tuttavia, gli interventi previsti non prevedono sbancamenti e movimenti di terra tali da pregiudicare l'assetto geomorfologico e idrogeologico generale, tantomeno influenzare il ruscellamento delle acque superficiali e la permeabilità globale dell'area. Si prevede inoltre la convivenza dell'impianto fotovoltaico con aree coltivate a mandorleto (circa 10,94 ha) e la semina di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione (circa ha 76,68). Sarà inoltre realizzata una siepe perimetrale caratterizzata da specie arboree e arbustive autoctone tipiche della macchia mediterranea che limiteranno l'impatto sul territorio.

Per le aree destinate ai baraccamenti si prevede di utilizzare aree ad oggi libere da manufatti ed impianti. Tutta l'area dovrà presentare una pavimentazione in spaccato di ghiaia da realizzare dopo uno scavo di scotico e la posa di un tessuto non tessuto per fondazioni stradali. All'interno dell'area per il deposito dei materiali e la sosta dei veicoli, in posizione il più prossima all'ingresso, dovrà essere realizzata una piazzola per il deposito dei rifiuti di cantiere.

Non si ritiene dunque che si configurino impatti sulla componente territorio, se non di entità trascurabile, e comunque reversibili.

Per quanto riguarda la linea di connessione, la prima fase è quella di compiere mediante pala meccanica le operazioni di scavo dopo gli opportuni tracciamenti. Successivamente vengono posizionati i cavidotti attraverso i quali saranno poi stesi i diversi cavi necessari. Lo scavo – a sezione ristretta – avrà una profondità massima di circa 1,7 m e larghezza $0,7 \div 0,9$ m. Al termine delle operazioni la trincea di scavo sarà riempita nuovamente di terreno. Per quanto riguarda la linea di connessione dal campo fotovoltaico all'allaccio si prevede riutilizzo in sito delle terre estratte. Infine, per quello che riguarda la Nuova stazione elettrica essa occuperà una superficie di circa 1,7 ha e sarà realizzata in aree agricole. L'impermeabilizzazione sarà limitata in quanto limitata esclusivamente all'area di realizzazione della stazione stessa.

Per quanto riguarda la linea di connessione, come già riportato, al termine della posa dei cavi e della realizzazione dei collegamenti, gli scavi saranno nuovamente riempiti e il suolo tornerà alle condizioni originali. Gli impatti sulla componente determinati da tali operazioni di cantiere saranno dunque trascurabili e comunque reversibili.

Per le azioni sopra descritte si prevede dunque un impatto sulla componente suolo trascurabile e comunque reversibile al termine delle operazioni di cantiere.

Impatto sulla componente – Fase di esercizio

Gli impianti fotovoltaici a terra stanno diventando un'infrastruttura comune nella regione del bacino Mediterraneo e possono contribuire, almeno indirettamente, a varie forme di degrado ambientale, tra cui il deterioramento del paesaggio, il consumo e il degrado del suolo e la perdita di terreni agricoli tradizionali e della biodiversità. Mentre l'energia, gli impatti economici e ambientali di questo tipo di impianti sono stati generalmente visti come positivi, lo sviluppo di questa tecnologia su larga scala ha un impatto negativo sul paesaggio rurale (Carullo et al, 2013; Naspetti et al, 2016). Gli impatti specifici sul suolo e sulle comunità rurali (ad esempio in termini di occupazione permanente o temporanea del suolo, ombreggiatura totale o parziale del terreno, degrado dei terreni, frammentazione degli habitat e perdita delle pratiche agricole tradizionali) sono sito-specifici e richiedono ulteriori indagini (Beylot et al., 2014; Hernandez et al, 2014; Koldrack et al, 2014). L'ombreggiamento, causato da estesi campi fotovoltaici, può anche ridurre la capacità di assorbimento idrico del terreno, alterando l'equilibrio idrologico superficiale e determinando, in alcuni casi, un maggiore rischio ai processi di erosione del suolo. Il Ministero dell'Ambiente italiano ha proposto iniziative (i) per gestire e pianificare l'installazione di campi fotovoltaici su terreni agricoli e (ii) per contenere il paesaggio, il degrado del suolo, il consumo di suolo e la perdita di terreno agricolo tradizionale (INEA, 2013). In particolare con le "Linee guida in

materia di impianti agrivoltaici” del 2022, il Ministero ha fornito le prime indicazioni sull'agrivoltaico definendo “le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un’interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola”. Tra i requisiti si stabilisce la superficie minima da destinare all’attività agricola (requisito A.1) e la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

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 a circa il 77,7% mentre la LAOR (percentuale di superficie ricoperta dai moduli) è pari al 36,3%.

Il consumo di suolo netto è però valutato attraverso il bilancio tra il consumo di suolo e l’aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali dovuto a interventi di recupero, demolizione, de-impermeabilizzazione, rinaturalizzazione o altro (Munafò, 2020). Pertanto l’inerbimento previsto al di sotto dei pannelli, nonché la fascia perimetrale a verde (filare arboreo arbustivo), sebbene non attualmente quantificabili, rientrano certamente nel bilancio del consumo di suolo del progetto, diminuendo tale indice.

Gli spazi accessori per cui si prevedono fondazioni sono pari a n. 15 cabine Power Station, 9 cabine Ufficio, 9 cabine Magazzino, n. 2 cabina di smistamento 36 kV. Le cabine saranno costituite da elementi prefabbricati, delle dimensioni indicative riportate nelle planimetrie prodotte e saranno posate su un basamento in calcestruzzo. Si prevede quindi l’impermeabilizzazione sia della copertura del tetto della cabina sia delle parti a contatto con il terreno.

In riferimento al sistema di accumulo si evidenzia che lo stesso è composto da 7 isole BESS ed 1 Cabina Generale BESS, di dimensioni leggermente maggiori rispetto a quelle utilizzate per la componentistica dell’impianto fotovoltaico ma comunque trascurabili rispetto alla superficie generale di impianto.

Vengono inoltre eseguite le operazioni di stesura e formazione della rete di terra e dei relativi dispersori e la posa in opera dei pozzetti nelle immediate vicinanze delle cabine.

Si tratta in ogni caso di dimensioni estremamente ridotte rispetto a quelle dell’area di impianto, si ritiene pertanto trascurabile l’impatto in termini di consumo e copertura del suolo determinati dalla loro realizzazione.

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. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto e lungo il perimetro di larghezza 4 m.

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 una regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine dalla fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta.

Non si prevede dunque consumo di suolo determinato dalla viabilità di impianto, mentre gli effetti di copertura del suolo (es. compattazione terreno determinata dal transito dei mezzi) sarà trascurabile, dato il numero di mezzi circolanti in fase di esercizio, coinvolti in operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

L’impianto adotta inoltre soluzioni integrative innovative tra cui il montaggio dei moduli elevati da terra, la rotazione dei moduli stessi che consentono la giusta infiltrazione delle acque meteoriche, l’irraggiamento su superfici più estese e la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale.

L'impianto prevede inoltre la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentono di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, il recupero della fertilità del suolo ecc.

Il progetto prevede infatti una convivenza dell'impianto fotovoltaico con un ambiente semi naturale (inerbimento e mandorleto) al fine di mantenere la funzionalità del suolo in termini di fertilità, accumulo di carbonio organico, permeabilità e regimazione delle acque piovane. Sarà inoltre realizzata una fascia arbustiva avente una larghezza di 3 m lungo tutto il perimetro e di 5 m in alcuni tratti confinali a ridosso di punti considerati sensibili all'impatto visivo.

In virtù di tali considerazioni si ritiene che durante la fase di esercizio la copertura del suolo sia limitata e che l'uso del suolo possa mantenere una vocazione naturale e agricola grazie agli interventi mitigativi previsti.

Impatto sulla componente – Fase di dismissione

L'impianto sarà interamente smantellato al termine della sua vita utile, prevista di 30 anni dall'entrata in esercizio. L'area sarà pertanto restituita come si presenta allo stato di fatto attuale.

Durante le fasi operative di dismissione si effettuano le stesse considerazioni della fase di cantiere.

Non si prevedono pertanto impatti dovuti all'impianto sulla componente analizzata in fase di dismissione.

4.2.3 Azioni di mitigazione

Dato il contesto in cui ricade il progetto, la percentuale contenuta di uso del suolo calcolata sulla superficie utile dell'impianto, gli impatti possono essere definiti trascurabili. Le opere compensatorie pensate per la realizzazione dell'impianto consistono:

- Compresenza di coltivazioni, quali mandorleto ed erbaio annuale con l'impianto fotovoltaico, che consente di mantenere almeno in parte la copertura del suolo originaria (zona agricola);
- Convivenza dell'impianto fotovoltaico con un ambiente semi-naturale (inerbimento controllato negli spazi tra le fila) 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;
- Fascia a verde arboreo-arbustiva di nuova installazione all'esterno della recinzione, al fine di migliorare i fenomeni erosivi del suolo oltre ad essere funzionale alla mitigazione dell'impatto visivo dell'impianto.

4.3 BIODIVERSITÀ

4.3.1 Descrizione dello scenario base

Per lo studio della componente biodiversità sono stati definiti due differenti buffer: in particolare per l'individuazione delle aree naturali tutelate e protette è stata analizzata un'area di 5 km, mentre per tutte le altre componenti trattate nel presente capitolo (Rete Ecologica, elementi floristico-vegetazionali, habitat, elementi faunistici e componente ecosistemica) è stato definito un buffer di 2 km.

La scelta del buffer di 5 km dipende dal fatto che la Direttiva 92/43/CEE "Habitat", il D.P.R. 357/97 e s.m.i, nonché i diversi documenti di indirizzo della Commissione europea, non prevedono l'individuazione di zone di buffer rispetto ai siti Natura 2000 all'interno delle quali i P/P/P/I/A devono essere o meno assoggettati alle disposizioni dell'art. 6.3 della Direttiva. Pertanto, nella discrezionalità tecnica delle Autorità regionali e delle Province Autonome, il criterio relativo alla individuazione di zone

definite come buffer deve corrispondere a prevalutazioni condotte sull'effetto diretto ed indiretto di determinate tipologie di P/P/P/I/A nei confronti di singoli siti, poiché i livelli di interferenza possono variare in base alla tipologia delle iniziative e alle caratteristiche sito-specifiche. Per gli impianti fotovoltaici di grosse dimensioni l'individuazione di un'area di raggio di 5 km permette quindi di individuare i siti Natura 2000 che potrebbero essere potenzialmente impattati dalla realizzazione del progetto e che sono quindi da sottoporre a screening di V.Inca.

Aree protette e rete ecologica della Regione Sardegna

Come già indicato nel paragrafo 2.3.6 all'interno del buffer di 5 km sono presenti due siti Natura 2000: la ZSC - ITB040028 Punta S'Aliga, la ZSC - ITB040029 Costa di Nebida. È presente anche un'area d'interesse per l'avifauna (IBA190 Stagni del Golfo di Palmas). Uno stralcio dell'area di studio è mostrato in Figura 4.32.



Figura 4.32: Ubicazione dell'area in esame e delle aree protette limitrofe (EUAP, IBA, Ramsar – fonte: Geoportale Nazionale, Natura 2000 – fonte: Mi.T.E., Aree protette regionali – Fonte: Sardegna Geoportale)

Al fine di facilitare gli spostamenti della fauna selvatica e la dispersione della componente vegetale la Regione Sardegna individua nella Rete Ecologica lo strumento necessario per tutelare e salvaguardare la biodiversità e lo fa garantendo la connettività ecologica su tutto il territorio regionale.

La rete ecologica è tipicamente costituita da aree centrali (core areas o nodi) ovvero aree naturali (non solo aree protette ma anche altri ambienti naturali e seminaturali) di grandi dimensioni, dove sono concentrate il maggior numero di specie. Tali aree sono capaci di sostenere popolamenti ad elevata biodiversità e numericamente rilevanti, riducendo al minimo il rischio di estinzione per le popolazioni locali e allo stesso tempo esplicare la funzione di sorgente di diffusione verso nuove aree da colonizzare. La loro importanza è anche data dal fatto che sono spesso immerse entro una matrice ambientale differente che può portare a frammentazione e ad isolamento; pertanto, la loro conservazione svolge un ruolo fondamentale per la tutela della biodiversità. Per tale motivo risultano necessarie le fasce tampone (buffer zones), collocate attorno alle aree centrali al fine di creare un filtro che mitighi gli effetti

negativi che le attività antropiche hanno sugli habitat e le specie più sensibili. Le diverse aree centrali sono inoltre collegate tra di loro attraverso fasce di connessione (corridoi ecologici), strutture lineari e continue del paesaggio che permettono lo spostamento faunistico e floristico da un'unità ambientale ad un'altra passando per una matrice sfavorevole. Sono esempi di corridoi ecologici le aree boscate o i muretti a secco. Le pietre di guado (stepping stones), sono infine habitat favorevoli in cui le specie possono trovare habitat favorevoli, ma che non hanno le stesse caratteristiche di un nodo della rete. Sono esempi di stepping stones piccoli boschetti, laghetti o altri elementi di naturalità occupanti superfici non necessariamente estese. Questi due ultimi elementi connettono le aree centrali e rappresentano l'elemento chiave delle reti ecologiche poiché consentono la mobilità degli individui delle varie specie e l'interscambio genetico tra le popolazioni, fenomeno indispensabile alla conservazione delle specie e al mantenimento della biodiversità.

Uno schema semplificato della Rete Ecologica è riportato in Figura 4.33.

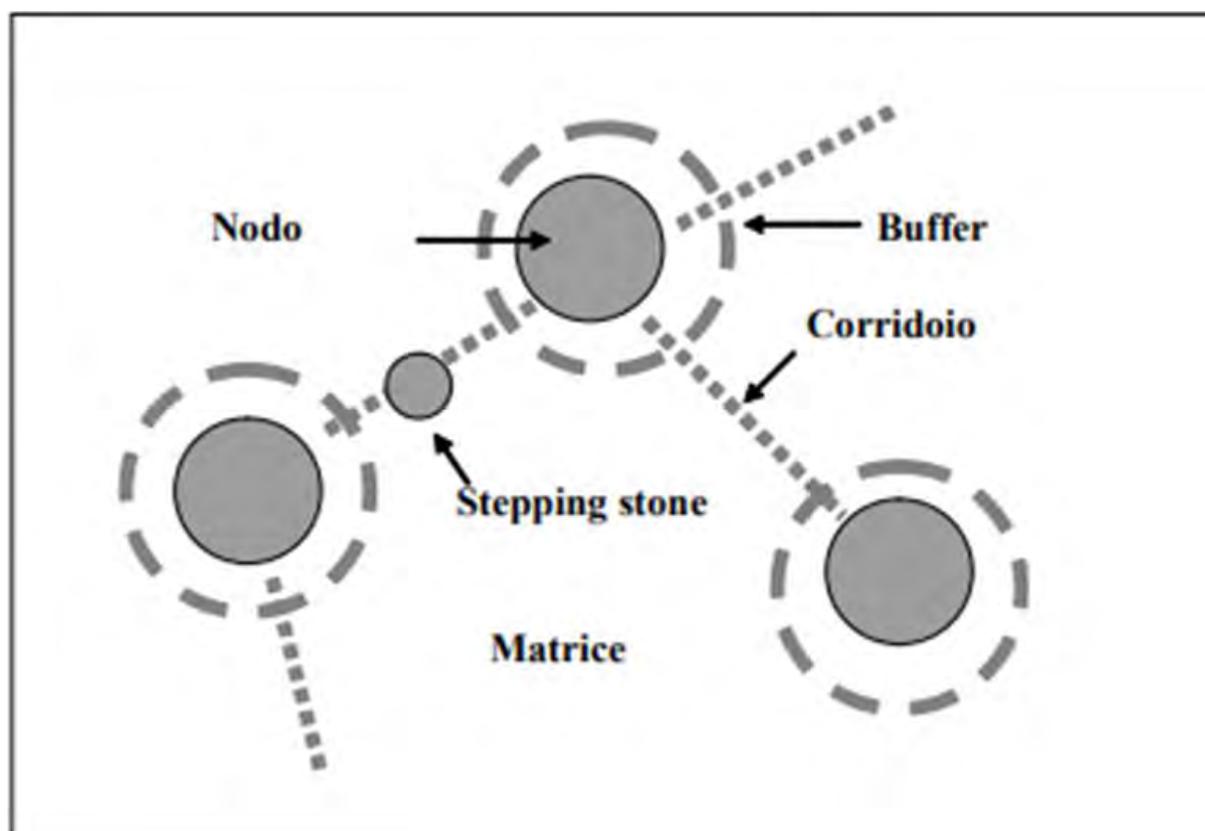


Figura 4.33: Schema semplificato della Rete Ecologica

Attraverso il Piano Paesaggistico Regionale (approvato nel 2006 e modificato nel 2014) la regione Sardegna persegue diversi obiettivi tra cui:

- Preservare, tutelare e valorizzare l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo; proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale con la relativa biodiversità;
- Assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile al fine di migliorarne le qualità.

Per il raggiungimento di tali scopi all'interno del piano vengono individuate le "Componenti di paesaggio con valenza ambientale" (art.41), le "Aree naturali e subnaturali" (art.42) "Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate" (art.46) e i "Beni paesaggistici ambientali ex art. 142 D. Lgs.42/04 e ss.mm." per ogni singolo ambito di paesaggio. Tali elementi sono da considerarsi fondamentali per la costruzione della Rete Ecologica. Nel PPR sono inoltre definiti gli indirizzi attuativi, che i Comuni e le Province (art. 5 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR) dovranno recepire ed attuare nei loro strumenti di governo

del territorio. Da alcuni anni, inoltre, l'Ente Foreste della Regione Sardegna dispone di un proprio Sistema Informativo Territoriale collegato a quello regionale, in cui nella sezione Rete Ecologica sono individuati, per tutto il territorio regionale, i perimetri delle aree forestali e dei Parchi Nazionali quali elementi principali della Rete.

Ai fini del presente studio, per la verifica degli eventuali impatti sulla Rete Ecologica, possiamo considerare i seguenti elementi:

1. Core areas: aree protette, siti Natura 2000 e aree umide (Siti Ramsar).
2. Stepping stones: boschi, formazioni arbustive in evoluzione naturale, prati e pascoli incolti e aree umide minori.
3. Corridoi ecologici: valli della rete idrografica e laghi dell'area di studio che permettono uno scambio biologico tra le core areas e le stepping stones. Sono quindi inclusi nella categoria i principali corsi d'acqua.

Come si evince dalla Figura 4.34 le core areas più vicine corrispondono a Zone Speciali di Conservazione che si trovano ad almeno due chilometri dall'impianto. I diversi nodi della rete sono collegati tra di loro attraverso diversi corsi d'acqua tra cui il Rio Flumentepido situato poco più a nord dell'impianto, e i suoi affluenti: Riu Anguiddas e Riu de su Cannoni. Sono presenti anche diversi ambienti potenzialmente favorevoli per diverse specie faunistiche e floristiche. L'area si caratterizza infatti per la presenza di vaste aree boscate tipiche della macchia mediterranea, sono presenti anche boschi di latifoglie e arbusti. L'area destinata alla realizzazione dell'impianto ricade in aree occupate da piantagioni di latifoglie.

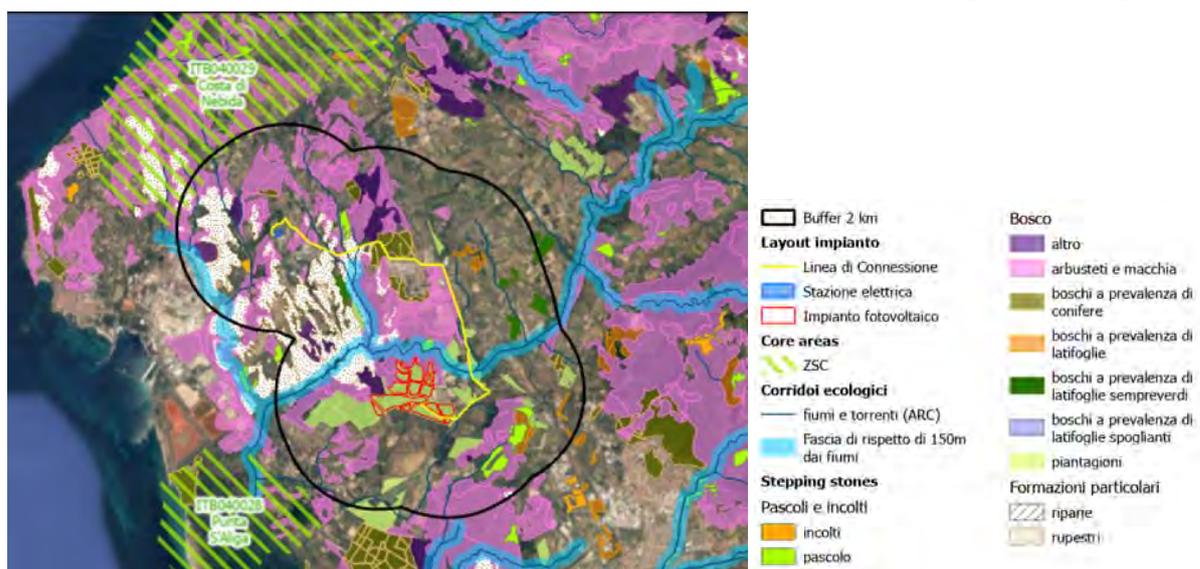


Figura 4.34: Inquadramento dei principali elementi della Rete Ecologica rispetto al layout in progetto. Fonte: Geoportale della Sardegna

Vegetazione e habitat

Gli inquadramenti biogeografici che sono stati proposti per la Sardegna tengono conto della sua posizione nel contesto del Mediterraneo occidentale e dei rapporti floristici e faunistici con i territori più vicini, in particolare con la Corsica. In base alle peculiarità di tipo floristico, vegetazionale e geologico della Sardegna rispetto agli altri territori del Mediterraneo Occidentale, si può distinguere all'interno della Provincia Sardo - Corsa una Sub provincia Sarda ed una Sub provincia Corsa, giungendo ad inquadrare biogeograficamente l'Isola come segue: Regno Holartico Sottoregno della Tetide, Regione Mediterranea, Subregione Mediterraneo-Occidentale, Super provincia Italo-Tirrenica, Provincia Sardo-Corsa, Sub provincia Sarda.



Il bioclima rappresenta le condizioni climatiche in rapporto alle esigenze degli esseri viventi. Esso da informazioni su come gli esseri viventi si distribuiscono sulla superficie terrestre in base alle condizioni climatiche. In genere, gli studi bioclimatologici sono associati alla distribuzione degli organismi vegetali. Temperature e precipitazioni, infatti, influiscono fortemente sulla composizione della vegetazione e sul modo in cui i vari tipi di vegetazione si distribuiscono sul territorio. La carta bioclimatica della Sardegna è stata realizzata dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DIPNET) dell'Università di Sassari e con la Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali di Potenza (SAFE), Università degli Studi della Basilicata. La Carta rappresenta una classificazione del bioclima sardo in 43 isobioclimi (o tipi bioclimatici). È riferita ad un arco temporale recente e sufficientemente lungo da caratterizzare in modo realistico il rapporto tra clima e vegetazione attuale (trentennio 1971-2000). L'analisi adottata per il calcolo degli indici bioclimatici (Canu et al., 2015) è stata effettuata in accordo con la classificazione denominata "Worldwide Bioclimatic Classification System" proposta da Rivas e Martínez. Sono stati utilizzati dati medi mensili di temperatura minima, massima e media relativi a 68 stazioni termopluviometriche, e dati medi mensili di precipitazione relativi a 203 stazioni pluviometriche.

Secondo la classificazione bioclimatica della Sardegna, nell'area di analisi riportata in Figura 4.35, si osservano due principali tipi di bioclimi. Il bioclima Thermomediterraneo Superiore (n°9 e 10) che contraddistingue rispettivamente le aree pianeggianti costiere e più interne della Regione e il bioclima Mesomediterraneo Inferiore (n.20) che caratterizza gli ambienti forestali umidi delle aree collinare e montane.

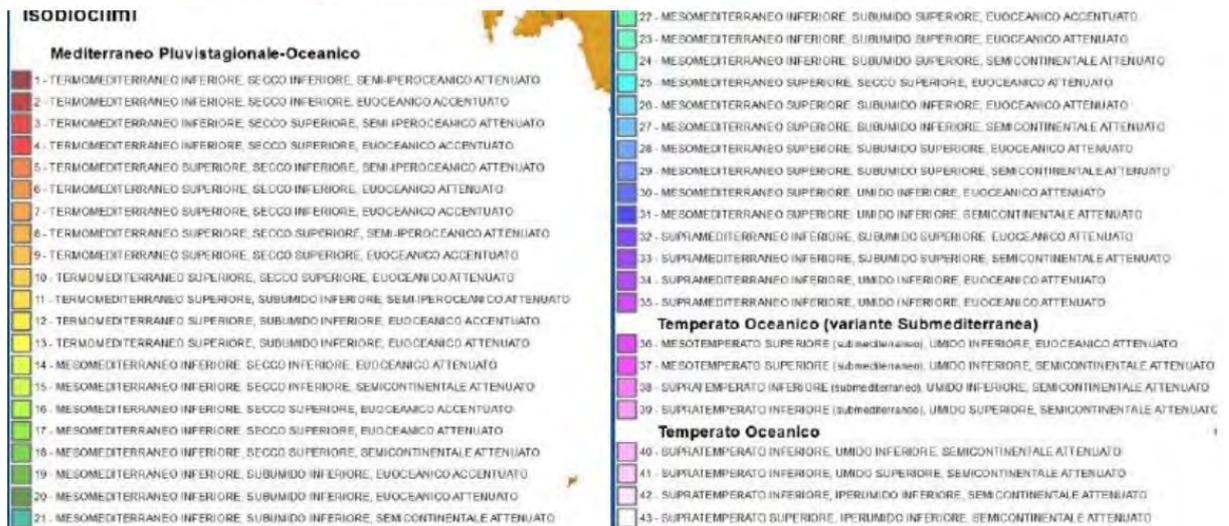
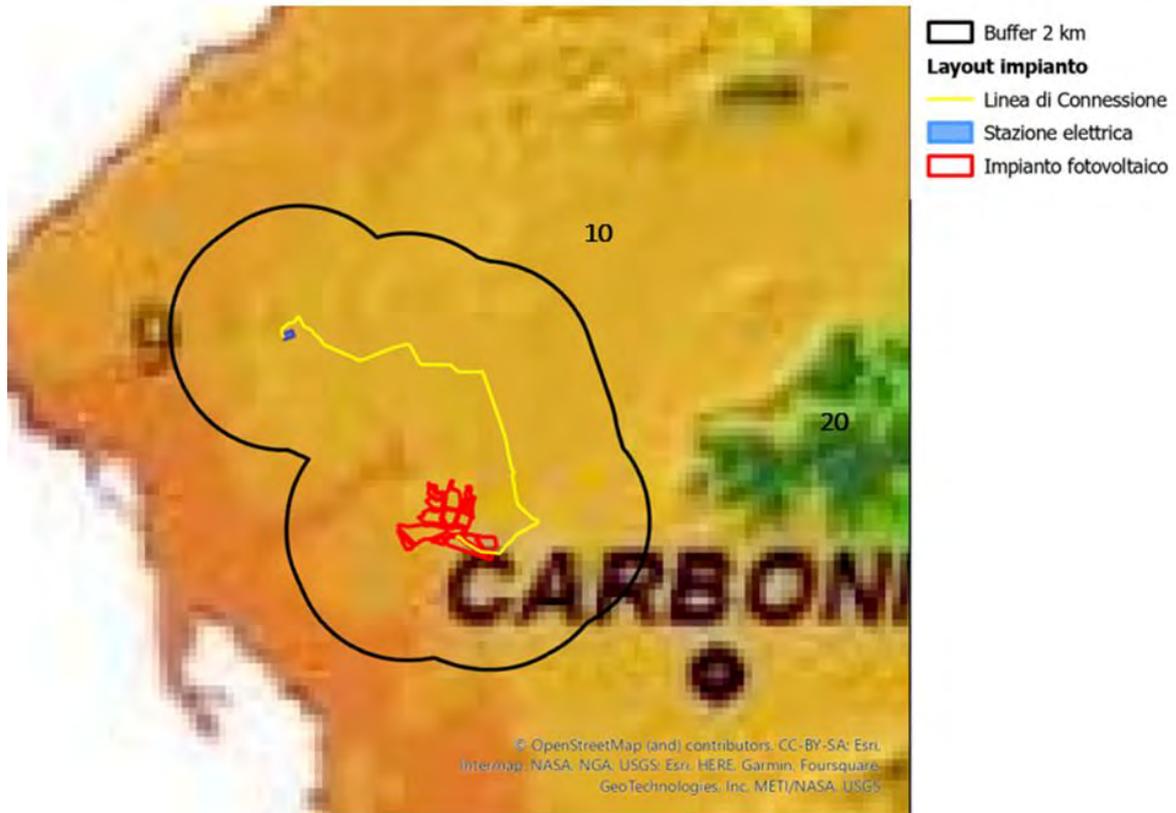
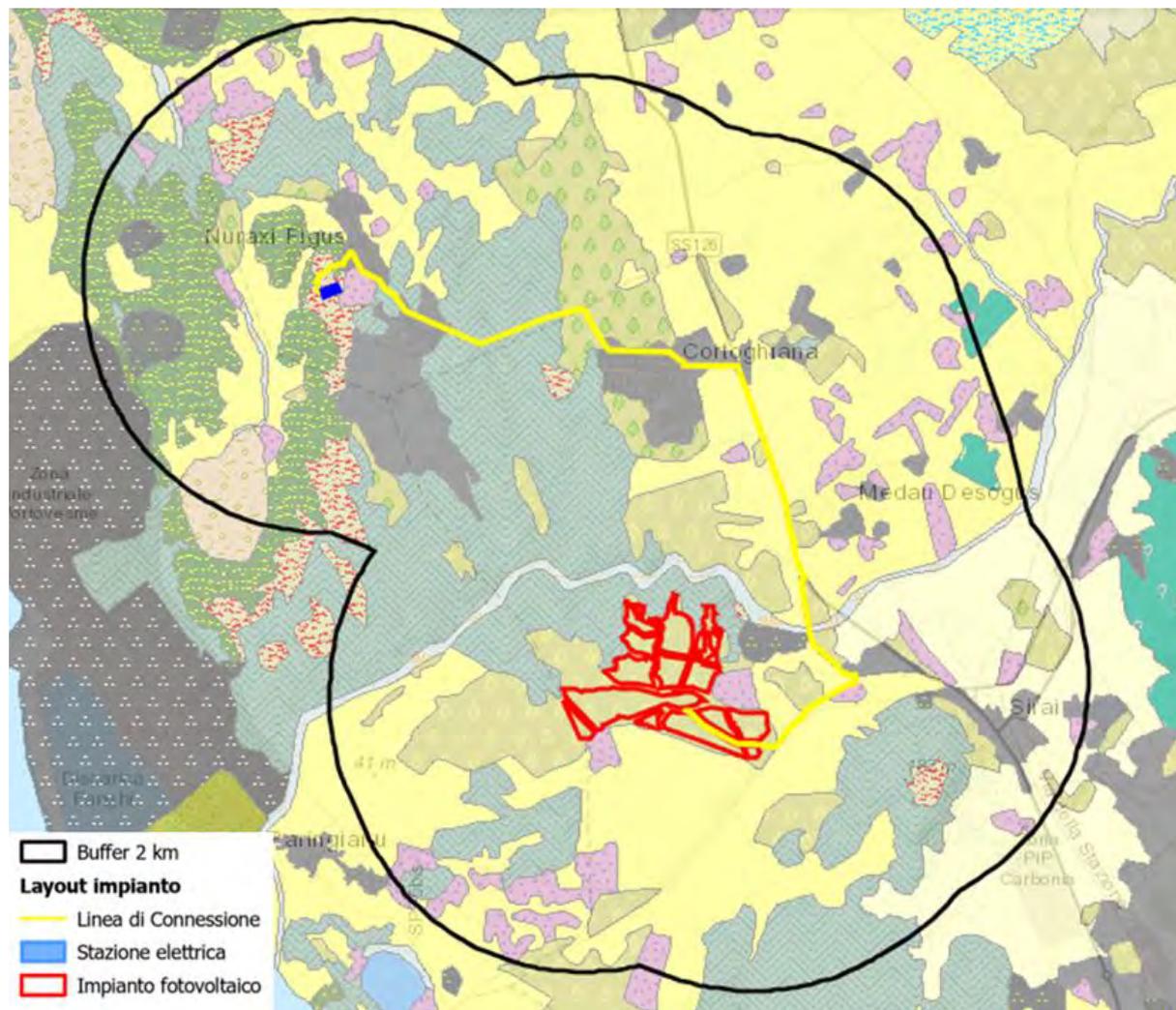


Figura 4.35: Carta bioclimatica della Sardegna (ARPAS): dettagli sull'area di studio

La Carta Natura della Regione Sardegna (Camarda et al., 2015) individua i principali habitat all'interno del buffer di 2 km. Sono presenti Colture intensive ed estensive, Oliveti, Vigneti, Frutteti, Piantagioni di conifere e Piantagioni di eucalipti. In questa matrice sono inclusi alcuni biotopi naturali o semi-naturali: Mattoral a Ginepri (32.13), Garighe e macchie mesomediterranee silicicole (32.3), Prati mediterranei subnitrofilo (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale) (34.81). Lungo i corsi d'acqua sono presenti Canneti a Phragmites australis e altre elofite (53.1). Come si evince dalla Figura 4.36 l'impianto in progetto ricade all'interno di aree a dominanza di eucalipto.



LEGENDA	CODICE HABITAT	LEGENDA	CODICE HABITAT
	Habitat: 32.13 - Matorral a ginepri		Habitat: 32.3 - Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
	Habitat: 34.81 - Prati mediterranei subnitrofilii (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale)		Habitat: 53.1 - Canneti a <i>Phragmites australis</i> e altre elofite
	Habitat: 62.11 - Rupì carbonatiche mediterranee		Habitat: 82.3 - Colture estensive
	Habitat: 83.21 - Vigneti		Habitat: 83.322 - Piantagioni di eucalipti
	Habitat: 86.1 - Città, centri abitati		

Figura 4.36: Biotopi presenti nell'area di studio secondo la Carta Natura della Sardegna. Fonte: Carta Natura Regione Sardegna (Capogrossi et al., 2013 – ISPRA Sistema Informativo Carta della Natura)

Secondo la Carta della Natura della Regione Sardegna (Carta degli habitat scala 1:50.000 - ISPRA Sistema Informativo Carta della Natura) un solo biotopo individuato all'interno del buffer di 2 km corrisponde

ad habitat d'interesse comunitario elencati nell'allegato I della Direttiva Habitat. Si tratta dell'habitat "32.13 - Matorral a ginepri" coincidente con l'habitat 5210 "Matorral arboreescenti di *Juniperus* spp.". L'habitat è caratterizzato da macchie di sclerofille sempreverdi mediterranee e submediterranee organizzate attorno a ginepri arboreescenti, le specie arbustivo danno luogo a formazioni per lo più impenetrabili. Tali formazioni possono essere interpretate sia come stadi dinamici delle formazioni forestali (matorral secondario), sia come tappe mature in equilibrio con le condizioni edafiche particolarmente limitanti che non consentono l'evoluzione verso le formazioni forestali (matorral primario). L'habitat è tipico dei substrati calcarei e si ritrova prevalentemente in aree ripide e rocciose del piano termomediterraneo. Le specie guida sono *Juniperus oxycedrus*, *Juniperis phoenicea*, *Juniperus communis* (dominanti o codominanti) accompagnati da altre specie sempreverdi dei Pistacio-Rhamnetai.

La Figura 4.37 mostra gli habitat d'interesse comunitari individuati tramite la Carta della Natura. Non si rilevano habitat d'interesse nelle strette vicinanze dell'impianto.

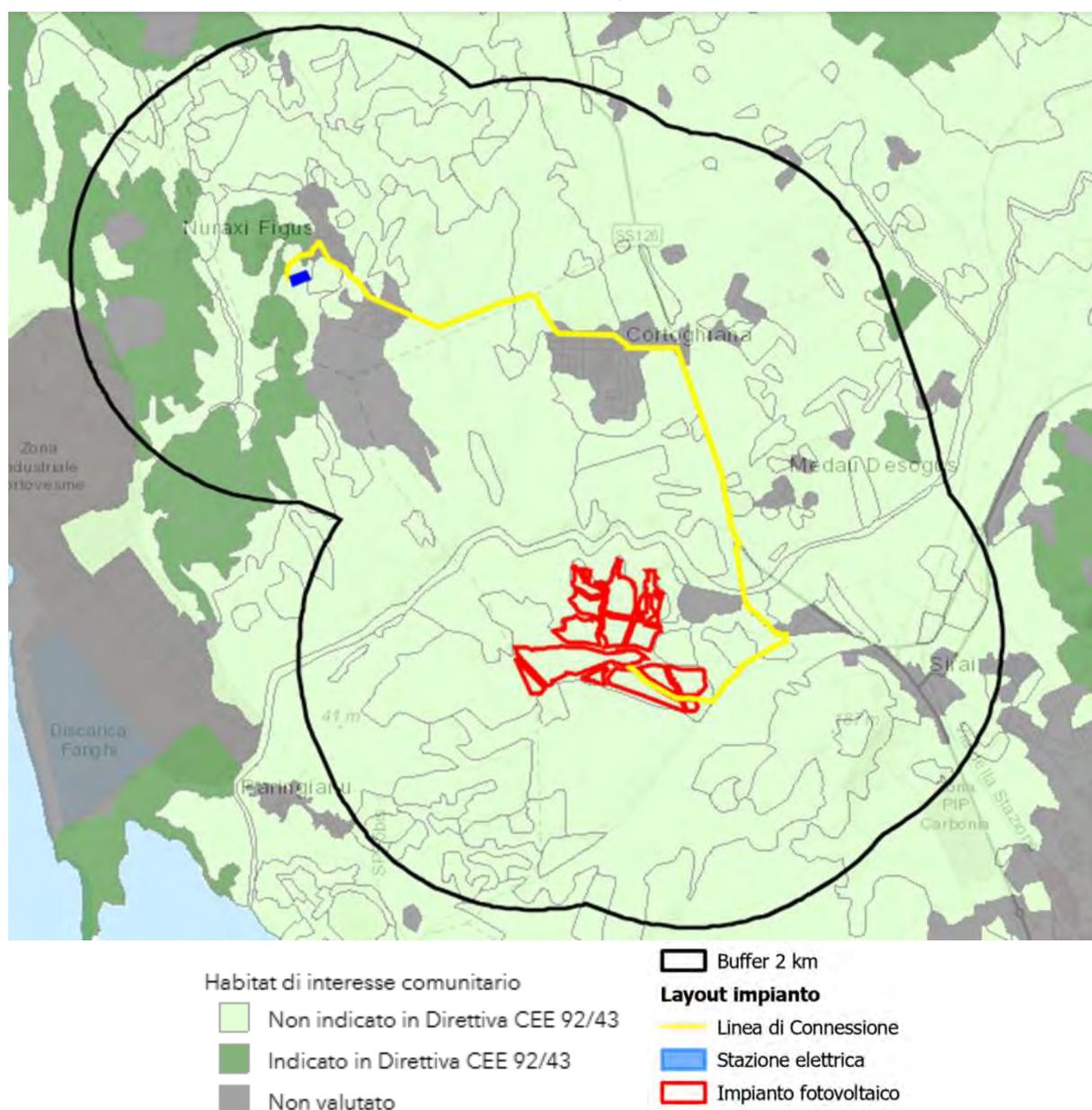


Figura 4.37: Habitat comunitari cartografati all'interno dell'area di studio. Fonte: Carta Natura Regione Sardegna (Capogrossi et al., 2013 – ISPRA Sistema Informativo Carta della Natura)

La Carta Natura della Regione Sardegna (Camarda et al., 2015) presenta anche le mappe relative alla presenza di specie floristiche a rischio di estinzione. In Figura 4.38 è riportato un estratto incentrato sull'area di progetto. Come si può osservare la presenza, anche potenziale, di specie floristiche a rischio d'estinzione risulta molto bassa su tutto il territorio in esame.

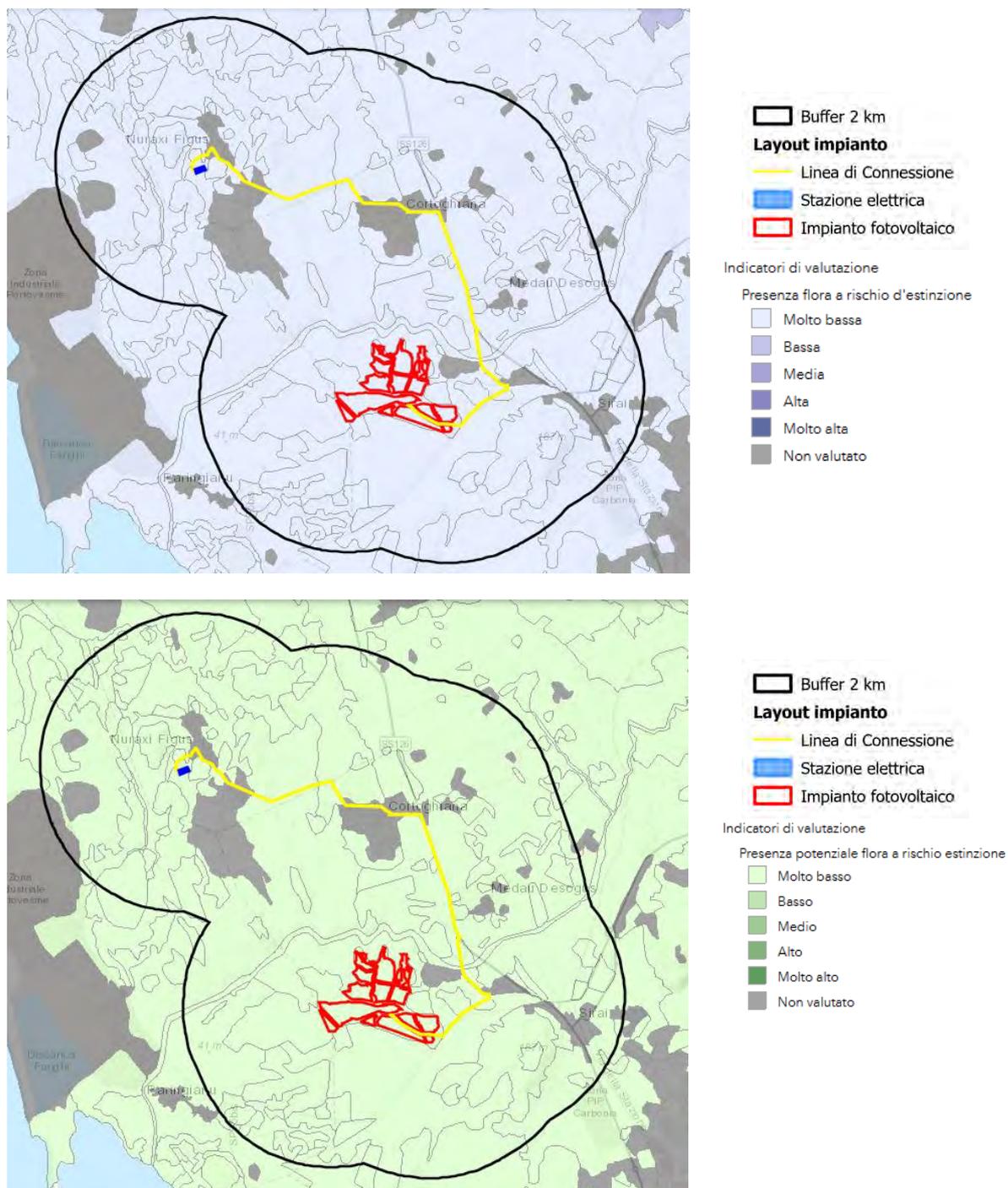
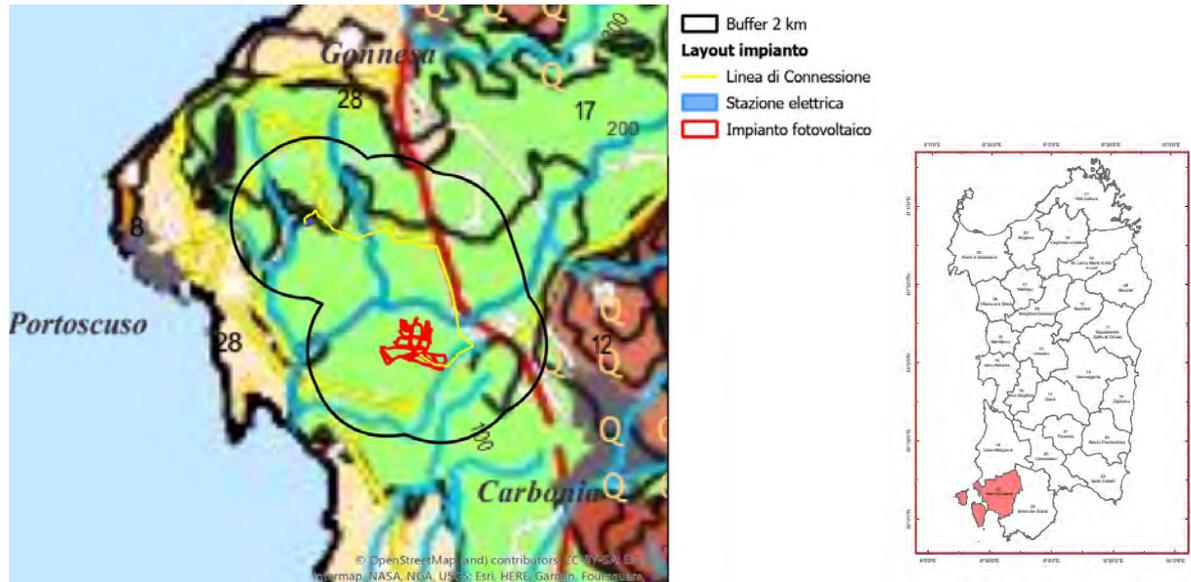


Figura 4.38: Flora a rischio di estinzione presente (in alto) o potenzialmente presente (in basso) nell'area di studio
 Fonte: Carta Natura Regione Sardegna (Capogrossi et al., 2013 – ISPRA Sistema Informativo Carta della Natura)

In relazione ai piani bioclimatici, alla morfologia e alle diverse litologie si possono distinguere in Sardegna diverse tipologie di paesaggio vegetale.

Secondo il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR) il layout d’impianto ricade nel distretto Isole Sulcitane (n. 24). Il distretto si estende nella parte occidentale del settore biogeografico Sulcitano (settore Sulcitano-Iglesiente), includendo le isole di San Pietro e San Antioco, con conseguente elevato sviluppo costiero e assenza di alti rilievi con quote che solo di rado superano i 600 m. Visto l’elevato sviluppo costiero, il distretto può essere distinto in due sub-distretti che differiscono, tra loro, per il diverso substrato geolitologico e per le componenti vegetazionali.

L’area d’impianto ricade nel sub-distretto “collinare interno – n°24 a” in cui domina la serie vegetazionale a sughereta (17). La Figura 4.39 riporta un estratto della Carta della Serie Vegetazionale della Sardegna nell’intorno dell’area di studio.



LEGENDA
CARTA DELLE SERIE DI VEGETAZIONE

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Serie sulcitano-iglesiente, psammofila, termomediterranea della quercia di Palestina (<i>Rusco aculeati-Quercetum calliprini</i>) 2 Serie sarda, termomediterranea del ginepro turbinato (<i>Oleo-Juniperetum turbinatae</i>) 3 Serie sarda occidentale, calcicola, termomediterranea del ginepro turbinato (<i>Chamaeropo humilis-Juniperetum turbinatae</i>) 4 Serie sarda, calcifuga, termomediterranea del ginepro turbinato (<i>Erico arboreae-Juniperetum turbinatae</i>) 5 Serie sarda nord-occidentale, calcifuga, termomediterranea del ginepro turbinato (<i>Euphorbio characiae-Juniperetum turbinatae</i>) 6 Serie sarda, calcicola, termomediterranea del pino d'Aleppo (<i>Pistacio-Pinetum halepensis</i>) 7 Serie sulcitano-iglesiente, calcifuga, termomediterranea del pino d'Aleppo (<i>Erico arboreae-Pinetum halepensis</i>) 8 Serie sarda, termomediterranea, dell'olivastro (<i>Asparago albi-Oleetum sylvestris</i>) 9 Serie sarda, calcifuga, mesomediterranea dell'olivastro (<i>Cyclamino repandi-Oleetum sylvestris</i>) 10 Serie sarda, calcifuga, termomediterranea del leccio (<i>Pyro spinosae-Quercetum ilicis</i>) 11 Serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (<i>Prasio majoris-Quercetum ilicis typicum e phillyreotusum angustifoliae</i>) 12 Serie sarda occidentale, calcicola, termomediterranea del leccio (<i>Prasio majoris-Quercetum ilicis chamaeropotusum humilis</i>) 13 Serie sarda, calcicola, mesomediterranea del leccio (<i>Prasio majoris-Quercetum ilicis quercetosum virgiliana</i>) 14 Serie sardo-corsa, calcifuga, meso-supramediterranea del leccio (<i>Galio scabri-Quercetum ilicis</i>) 15 Serie sarda centro-meridionale, calcicola, meso-supramediterranea del leccio (<i>Aceri monspessulani-Quercetum ilicis</i>) 16 Serie sarda centro-occidentale, calcifuga, meso-supratemperata del leccio (<i>Saniculo europaeae-Quercetum ilicis</i>) 17 Serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (<i>Galio scabri-Quercetum suberis</i>) 18 Serie sarda, centro-occidentale, calcifuga, mesomediterranea della sughera (<i>Violo dehnhartii-Quercetum suberis</i>) | <ul style="list-style-type: none"> 19 Serie sarda basifila, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (<i>Lonicero implexae-Quercetum virgiliana</i>) 20 Serie sarda centrale, calcifuga, meso-supratemperata della quercia di Sardegna (<i>Lonicero pyrenaei-Quercetum schnusae</i>) 21 Serie sarda centro-orientale, calcifuga, meso-supratemperata della quercia congesta (<i>Glechomo sarosae-Quercetum congestae</i>) 22 Serie sarda centro-orientale, calcicola, mesomediterranea del carpino nero (<i>Cyclamino repandi-Ostryetum carpinifoliae</i>) 23 Serie sardo-corsa, calcifuga, supratemperata del ginepro nano (<i>Juniperetum nanae</i>) 24 Geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo e pianiziale, termo-mesomediterraneo (<i>Populion albae, Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris, Salicion albae</i>) 25 Geosigmeto sardo-corso, calcifugo e oligotrofico, edafoigrofilo, termo-mesomediterraneo (<i>Nerio oleandri-Salicion purpureae, Rubo ulmifolii-Nerion oleandri, Hyperico hircini-Alnion glutinosae</i>) 26 Geosigmeto mediterraneo, talvolta subalofilo, edafoigrofilo, termomediterraneo del tamerice (<i>Tamancion africanae</i>) 27 Geosigmeto sardo, alofio, termomediterraneo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere (<i>Ruppelia, Thero-Suaedetia, Sagineteta maritima, Salicornieteta fruticosae, Junceteta maritimi, Phragmito-Magnocaricetea</i>) 28 Geosigmeto sardo, psammofilo, termomediterraneo dei sistemi dunali litoranei (<i>Cakileta, Ammophileta, Crucianellion maritima, Malcolmetalia, Juniperion turbinatae</i>) 29 Laghi (dighe e bacini artificiali) |
|---|--|

Figura 4.39: Carta della Serie Vegetazionale della Regione Sardegna (Bacchetta et. al., 2009). Dettagli nell’area di studio (buffer di 2 km). Fonte: <https://www.researchgate.net/>

Le formazioni a Galio scabri-Quercetum suberis si caratterizzano per la presenza di mesoboschi a Quercus suber, tipiche di aree marginali e non utilizzate per scopi agricoli. La specie può essere associata a Quercus ilex, Viburnum tinus, Arbutus unedo, Erica arborea, Phillyrea latifolia, Myrtus communis, Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus. Lo strato erbaceo è caratterizzato da Galium scabrum, Cyclamen repandum e Ruscus aculeatus. Le fasi di degradazione della serie sono rappresentate da formazioni arbustive riferibili all'associazione Erico-Arbutetum unedonis e, per il ripetuto passaggio del fuoco, da garighe a Cistus monspeliensis e C.salviifolius a cui seguono prati stabili emicriptofitici della classe Poetea bulbosae e pratelli terofitici riferibili alla classe Tuberarietea guttatae, derivanti dall'ulteriore degradazione delle formazioni erbacee ed erosione dei substrati. La serie si sviluppa su substrati granitici della Sardegna orientale e centro- meridionale (subass. quercetosum suberis), talvolta su metamorfiti (subass. rhamnetosum alaterni), ad altitudini comprese tra 200 e 550 m.

La scheda descrittiva del distretto 24 "Isole Sulcitane" allegata al Piano Forestale Ambientale Regionale contiene anche l'elenco delle specie vegetali di interesse individuate all'interno dei due sub-distretti. Nel sub-distretto collinare interno (24 a) è segnalata la presenza di una specie inserita nell'Allegato II della Direttiva 43/92/CEE. Si tratta della specie Brassica insularis, specie rupicola eliofila e xerofila, che si rinviene in aree costiere e, meno frequentemente, in quelle interne, su pendii, falesie e pareti verticali, a quote comprese tra il livello del mare e 1200 m. In Sardegna l'unico fattore di minaccia è legato all'arrampicata sportiva, principalmente nelle aree di Gutturu Cardaxius (Iglesias, CI) e Gutturu Pala (Fluminimaggiore, CI) (Santo et. al, 2013). Vista l'ecologia della specie si esclude la presenza nell'area di impianto sensu-stricto. L'elenco delle specie vegetali inserite nell'allegato II della Direttiva Habitat segnalate nel sub-distretto collinare interno (24 a) e nel sub-distretto insulare e costiero (24 b) è riportato in Figura 4.40.

SPECIE VEGETALI DI INTERESSE

Specie inserite nell'Al. II della direttiva 43/92/CEE (* indica le specie prioritarie)	Sub-distretti	
	24a	24b
<i>*Astragalus maritimus</i> Moris		X
<i>Brassica insularis</i> Moris	X	
<i>Linaria flava</i> (Poiret) Desf. subsp. <i>sardoa</i> (Sommier) A. Terracc.		X
<i>Rouya polygama</i> (Desf.) Coincy		X

Figura 4.40: Specie vegetali inserite nell'allegato II della Direttiva Habitat e segnalate all'interno dei due sub-distretti delle Isole Sulcitane. Fonte: PFAR all.1 Schede Descrittive di distretto (De Martini et.al, 2007)

Ulteriori informazioni riguardanti le aree occupate dalla vegetazione boschiva sono consultabili dal Geoportale della Regione Sardegna. Per le analisi sono state consultate le perimetrazioni più recenti aggiornate a gennaio del 2023.

Come si evince dalla Figura 4.41 l'area d'impianto ricade in aree boscate a prevalenza di latifoglie. Sono presenti anche aree occupate da vegetazione tipica della macchia mediterranea. Quest'ultime non saranno interessate dal layout in progetto.

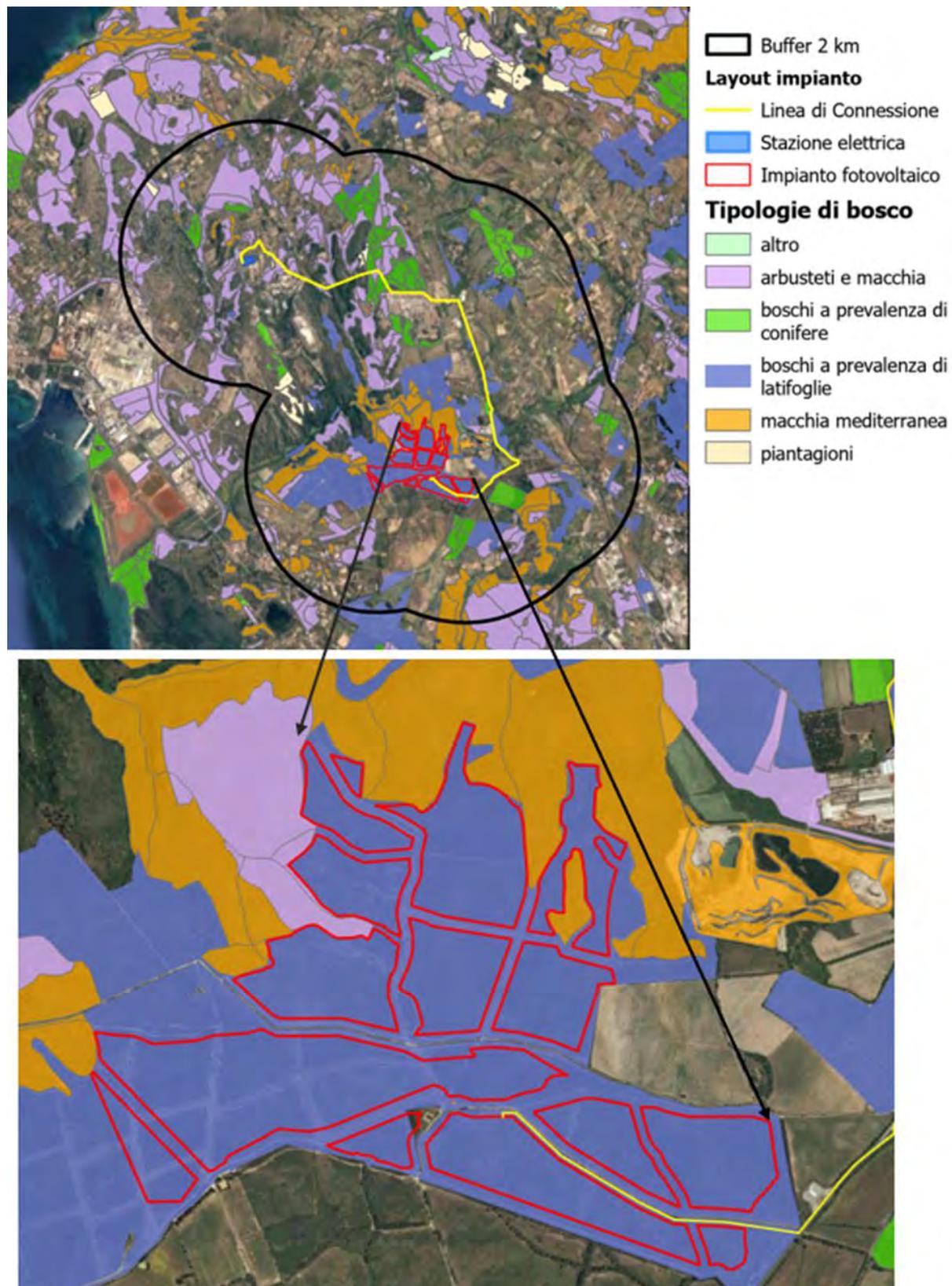


Figura 4.41: Tipologia di superficie boscata all'interno del buffer di 2 km e dettaglio della tipologia di vegetazione all'interno dell'impianto fotovoltaico in progetto. Fonte: Geoportale della Regione Sardegna

In letteratura sono disponibili anche dei dati di presenze floristiche per l'area del Sulcis a scala comunale (Bacchetta, 2006). I dati, estrapolati dal lavoro per il Comune di Carbonia, sono riportati nell'Appendice

01, con l'indicazione dell'habitat e della rarità, così come indicati nella fonte. Si sottolinea che non sono disponibili localizzazioni di dettaglio sul territorio.

Per la compilazione del presente elenco floristico, si è seguito, come nella fonte, l'ordinamento tassonomico-evolutivo proposto in Flora d'Italia (Pignatti 1982). L'elenco segue l'ordine alfabetico delle famiglie, mentre la scala di rarità è basata sulle seguenti abbreviazioni:

- CC = comunissima
- C = comune
- PC = poco comune
- R = rara
- RR = rarissima
- N.D = non determinabile

In generale nell'area del Sulcis (Sardegna Sud Occidentale) sono state rinvenute 1479 unità tassonomiche e in particolare 1235 specie, 210 sottospecie, 24 varietà e 10 ibridi, riferibili a 584 generi e 130 famiglie.

Le Dicotyledones con 91 famiglie, 429 generi e 1084 unità tassonomiche sono il gruppo sistematico dominante. Le famiglie più rappresentate sono: Fabaceae (153 unità tassonomiche), Poaceae (151), Asteraceae (146), Apiaceae (59), Caryophyllaceae (56) e Brassicaceae (53). I generi con maggior numero di taxa: Trifolium (28), Ranunculus (22), Vicia (20), Juncus e Allium (19), Medicago e Carex (17), Ophrys e Silene (16), Euphorbia (15).

L'analisi dello spettro biologico ha evidenziato un valore per le terofite del 41,3%, che conferma la piena mediterraneità climatica e biogeografica dell'area e un valore per le fanerofite dell'8,0%, che evidenzia l'elevato grado di ricoprimento boschivo.

Lo spettro corologico indica una dominanza degli elementi mediterranei (74,2%) e in particolare di quelli stenomediterranei (30,5%) ed euromediterranei (22,5%). La componente mediterraneo-occidentale (11%), quella mediterraneo-atlantica (6,4%) e quella sud-mediterranea (4,5%), confermano la loro rilevanza al fine dell'identificazione del baricentro biogeografico dell'area analizzata.

Il contingente delle endemiche (138 unità tassonomiche) è risultato pari al 12,6% della componente mediterranea e mostra una dominanza degli elementi sardo-corsi (31,1%) e sardi (30,5%), i quali unitamente raggiungono il 61,6% del totale. La flora endemica è costituita da 93 specie, 32 sottospecie, 10 varietà e 3 ibridi, inquadrati in 88 generi e 37 famiglie. Le analisi dei dati biologici e corologici relativi alla componente endemica hanno messo in evidenza le peculiarità ambientali del Sulcis e testimoniano l'evoluzione di un ricco contingente floristico locale.

La Figura 4.42 inquadra l'area del Sulcis con dettaglio sull'area di studio (cerchio rosso).

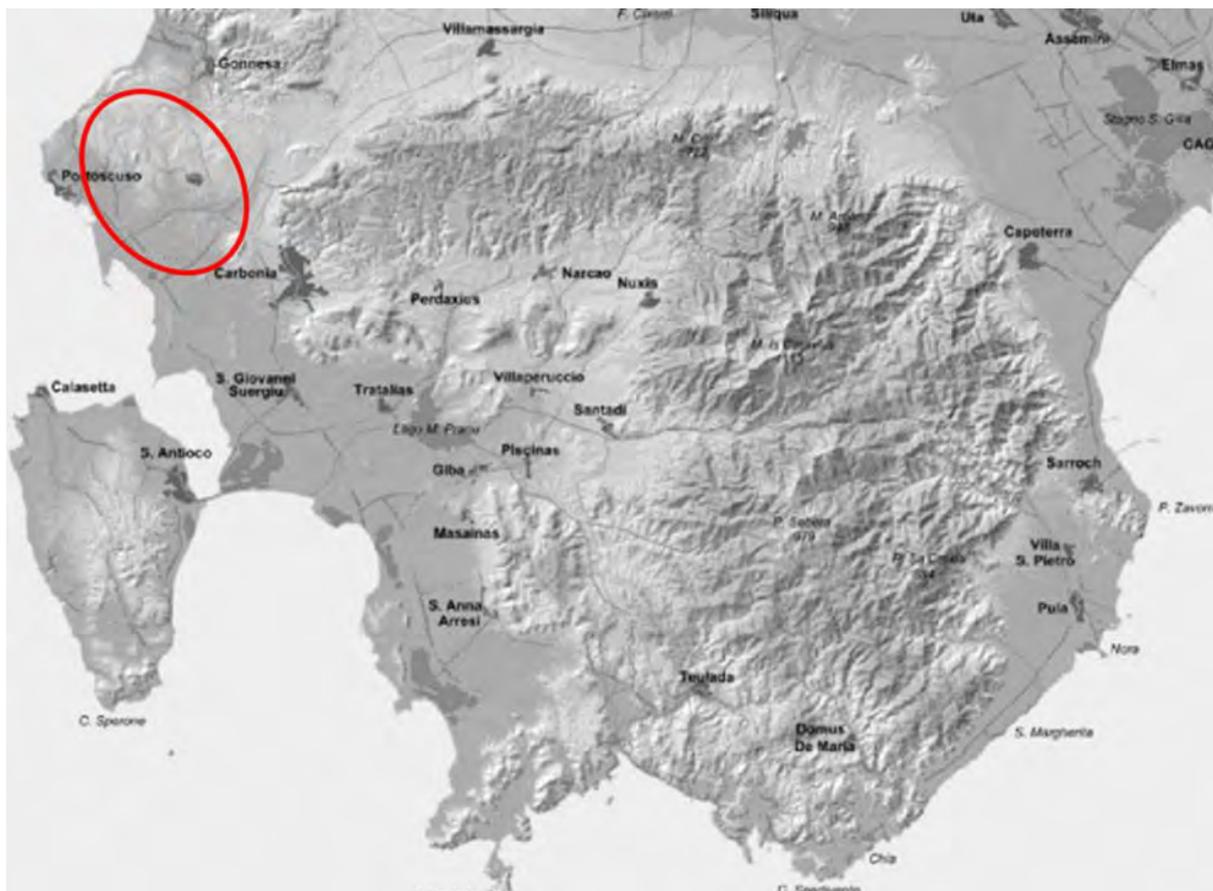


Figura 4.42: Carta indice del Sulcis, in rosso l'area d'inquadramento

Nell'elenco, non esaustivo, stilato per il Comune di Carbonia (Appendice 01) sono state individuate 116 specie di cui 10 endemiche trattasi di: *Juniperus turbinata turbinata*, *Vinca sardoa*, *Helichrysum microphyllum tyrrhenicum*, *Bryonia marmorata* (LC), *Euphorbia cupanii*, *Genista morisii* (NT), *Genista valsecchiai* (LC), *Mentha insularis*, *Teucrium marum marum*, *Crocus minimus* (LC). Tra le specie non endemiche solo *Selaginella dentiiculata* è valutata in lista rossa come a minor preoccupazione.

La Figura 4.43 mette in relazione il numero di specie con i principali habitat presenti all'interno del comune di Carbonia. Gli habitat classificati come a "incolti e coltivi" presentano il maggior numero di specie. Delle 22 specie segnalate 1 è comunissima (*Allium sativum*) e 10 sono comuni; tra queste si cita ad esempio *Foeniculum vulgare*, *Matricaria chamomilla*, *Raphanus raphanistrum raphanistrum* e *Sinapis arvensis*. A seguire sono state individuate 21 specie tipiche di ambienti ruderali o che crescono lungo i margini delle strade. Tra queste si citano specie comuni e comunissime come il *Borago* (*Borago officinalis*), la *Prataiola* (*Bellis perennis*) o la *Piantaggine* (*Plantago lanceolata*), o specie rare come *Vinca sardoa*. 21 sono anche le specie che sono state incluse negli ambienti di macchia o di bosco. Sono incluse specie comuni come il *Ginepro fenicio* (*Juniperus turbinata*), il *Lentisco* (*Pistacia lentiscus*), il *Cisto di Creta* che in Sardegna si trova nella sottospecie *Cistus creticus eriocephalus* o boschi di *Leccio* (*Quercus ilex*), ma anche specie rarissime come il *Bosso delle Baleari* (*Buxus balearica*).

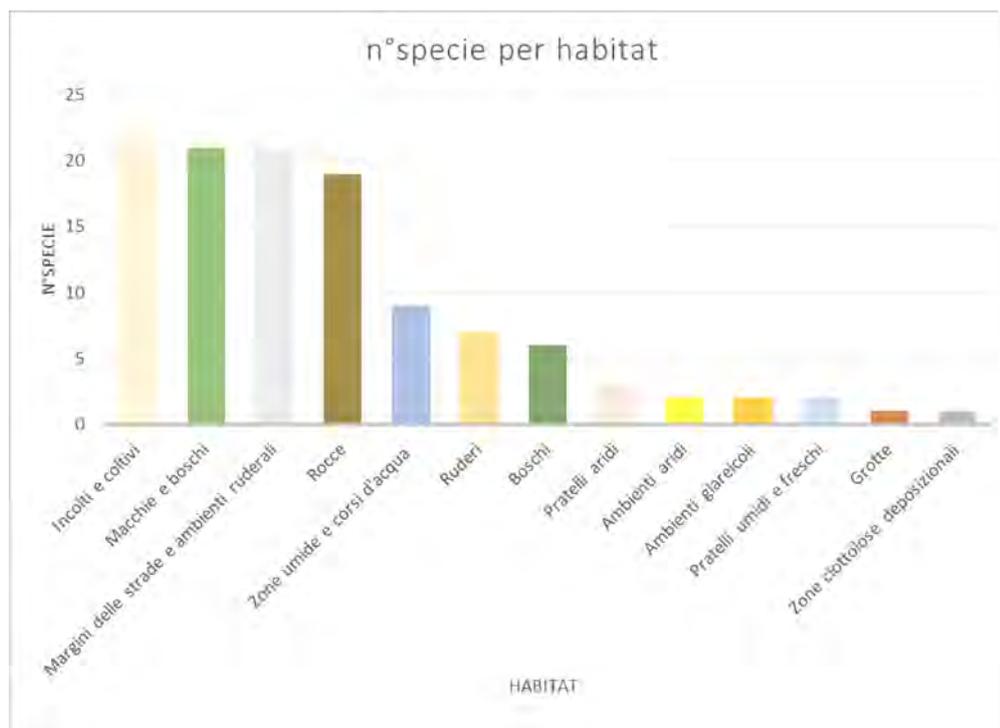


Figura 4.43: numero di specie floristiche per habitat segnalate all'interno del Comune di Carbonia. Fonte dati: Bacchetta, 2006

Informazioni più accurate sono state acquisite anche durante un sopralluogo che ha permesso di individuare la vegetazione sensu stricto. Le aree a macchia mediterranea esterne al sito (Figura 4.44) sono caratterizzate dalla presenza di essenze tipiche della zona come il cisto (*Cistus* spp.), il lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) e la ginestra (*Genistae* Bronn).



Figura 4.44: Macchia mediterranea esterna al sito d'intervento

La Figura 2.39 riporta la posizione da cui sono state scattate le foto durante il sopralluogo di maggio 2022. L'area di realizzazione del futuro impianto risulta per lo più occupata da formazioni arbustive tipiche della macchia mediterranea che stanno progressivamente riattualizzando le aree che in passato

erano probabilmente destinate alla coltivazione di essenze arboree. Ad oggi sono presenti 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.)

La Figura 4.45 riporta lo schema dinamico della vegetazione mediterranea: l'abbandono delle colture vede l'instaurarsi progressivo di una vegetazione che, in assenza di incendi, porta a formazioni sempre più complesse nel tempo, sino alla ricostruzione della macchia o del bosco a leccio. Tale fenomeno è noto con il termine di regressione evolutiva. Al contrario gli interventi antropici per la creazione di spazi agro-pastorali determinano una riduzione della complessità strutturale delle formazioni a sclerofille o la loro scomparsa.

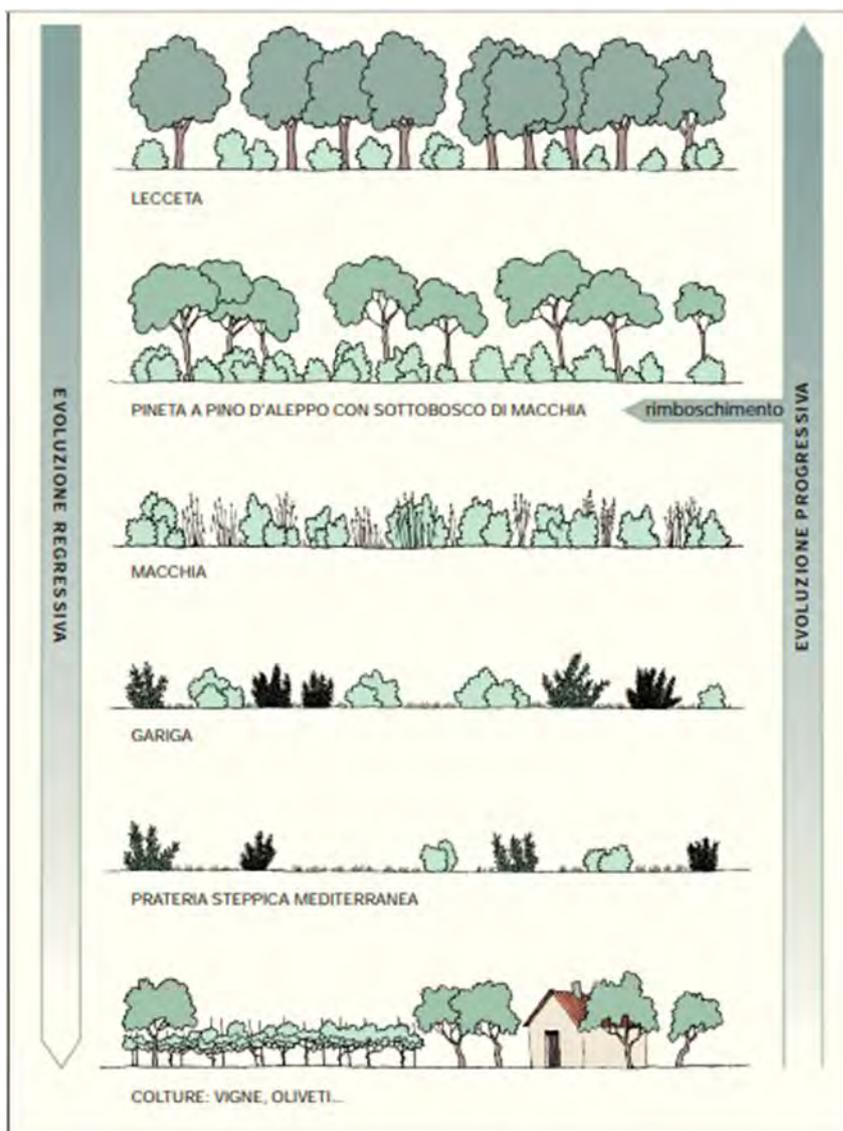


Figura 4.45: Schema dinamico della vegetazione mediterranea (Minelli, 2002)



Figura 4.46. Posizione da cui sono state scattate le foto durante il sopralluogo di maggio 2022

Le fotografie successive mostrano la coltivazione di specie arboree non gestite a livello agronomico e la conseguente rinaturalizzazione dell'area d'intervento



Fotografia 1



Fotografia 2



Fotografia 3



Fotografia 4



Fotografia 5

Fauna

La fauna della macchia mediterranea è povera di elementi esclusivi, cioè di specie animali che vivono unicamente al suo interno. Ciò vale sia per la lecceta che per la macchia arbustiva e per la gariga. Diversamente dalla vegetazione, che annovera un notevole contingente di specie sclerofille sempreverdi caratteristiche della flora costiera e subcostiera, la fauna è composta prevalentemente da organismi ad ampia diffusione. Il numero di specie che si trovano strettamente associate alle formazioni di sclerofille è scarso in tutti i gruppi tassonomici. Probabilmente ciò è dovuto al fatto che, durante l'ultima glaciazione, la vegetazione costiera italiana si era ridotta a tal punto che molte specie animali

altamente specializzate si sono estinte (Minelli et.al, 2002). L'ambiente della macchia mediterranea risulta, inoltre, piuttosto favorevole per la vita animale in quanto l'inverno non è mai molto freddo e in estate la vegetazione sempreverde contribuisce a mantenere umido e in ombra il substrato. Inoltre, la presenza di specie come il Corbezzolo, il Ginepro e la Fillirea, possono rappresentare un'importante fonte di cibo autunnale oltre che sito di svernamento per numerose specie di uccelli. Tutte queste caratteristiche rendono l'ambiente della macchia mediterranea particolarmente ricco di biodiversità.

Per l'analisi della fauna potenzialmente rinvenibile nell'area di studio sono state utilizzate le fonti più aggiornate disponibili tra cui:

- La carta della natura della Regione Sardegna (Camarda et al., 2014);
- Le schede della fauna della Regione Sardegna;
- Mappe di distribuzione degli Uccelli nidificanti in Sardegna (Grussu, 2017);
- Guida ai rapaci della Sardegna (Murgia, 1993);
- Mappe di distribuzione di Anfibi e Rettili in Sardegna (de Pous et al., 2012)
- Report tecnico sulla distribuzione, diversità e abbondanza di micromammiferi associati ad habitat forestali in Sardegna (Amori et.al, 2014).
- Visualizzatore cartografico del Network Nazionale Biodiversità (ISPRA)

Per quanto riguarda la tutela delle specie si fa riferimento a:

- Allegato I alla Direttiva "Uccelli" 2009/147/CE;
- Allegati alla Direttiva "Habitat" 92/43/CEE (II, IV, V);
- Allegato II della Convenzione di Berna;
- Categorie SPEC (Species of European Concern – BirdLife International, 2017) sistema che prevede tre livelli di conservazione:
 - SPEC 1: specie presente in Europa e ritenuta di interesse conservazionistico globale, in quanto classificata come gravemente minacciata, minacciata, vulnerabile prossima allo stato di minaccia, o insufficientemente conosciuta secondo i criteri della Lista Rossa IUCN;
 - SPEC 2: specie la cui popolazione globale è concentrata in Europa, dove presenta uno stato di conservazione sfavorevole;
 - SPEC 3: specie la cui popolazione globale non è concentrata in Europa, ma che in Europa presenta uno stato di conservazione sfavorevole. A tutti e tre i livelli sono descritte situazioni di conservazione non favorevole (tra cui la grave minaccia globale, nel caso della classificazione SPEC 1) e dunque necessitanti, alla luce del dettato normativo comunitario, di interventi di tutela;
- Lista Rossa dei Vertebrati italiani (Gustin et al. 2021).

Come si è già visto nei paragrafi precedenti l'area d'indagine si presenta in un discreto stato ambientale. Sono infatti presenti aree tipiche di macchia mediterranea con vegetazione arborea e arbustiva, aree boscate a copertura di latifoglie e fasce boscate igrofile lungo il corso d'acqua di Rio Flumentepido. L'area di impianto sensu stricto, in precedenza adibita a coltivazioni di latifoglie (probabilmente eucalipto), sta procedendo verso un'evoluzione progressiva. Dalle analisi fatte sono però stati individuati diversi elementi antropici che potrebbero limitare la presenza di specie faunistiche di maggior pregio. A circa 2 km a ovest del futuro impianto agrivoltaico è presente l'area industriale di Portoscuso, mentre a circa 100 metri ad ovest dall'impianto è presente un impianto di aereogeneratori. Nell'area vasta sono inoltre presenti diverse strade a scorrimento veloce come la SP2 e la SS126.

Come per la flora, anche per le specie di Vertebrati la Carta Natura della Sardegna riporta la cartografia di due indicatori legati alla conservazione della fauna, in particolare la presenza potenziale sul territorio di specie di Vertebrati (Figura 4.47 A) e di specie di Vertebrati a rischio di estinzione (Figura 4.47 B).

Come si può osservare, il territorio in esame ha complessivamente valori medio-alti per quanto riguarda la presenza potenziale di fauna vertebrata, mentre assume valori medio – bassi per quel che riguarda la presenza di vertebrati a rischio d'estinzione.

Come ci si può aspettare, si osserva una più consistente presenza di specie di interesse soprattutto negli habitat a maggiore naturalità come le fasce vegetate e gli ambienti di macchia mediterranea.

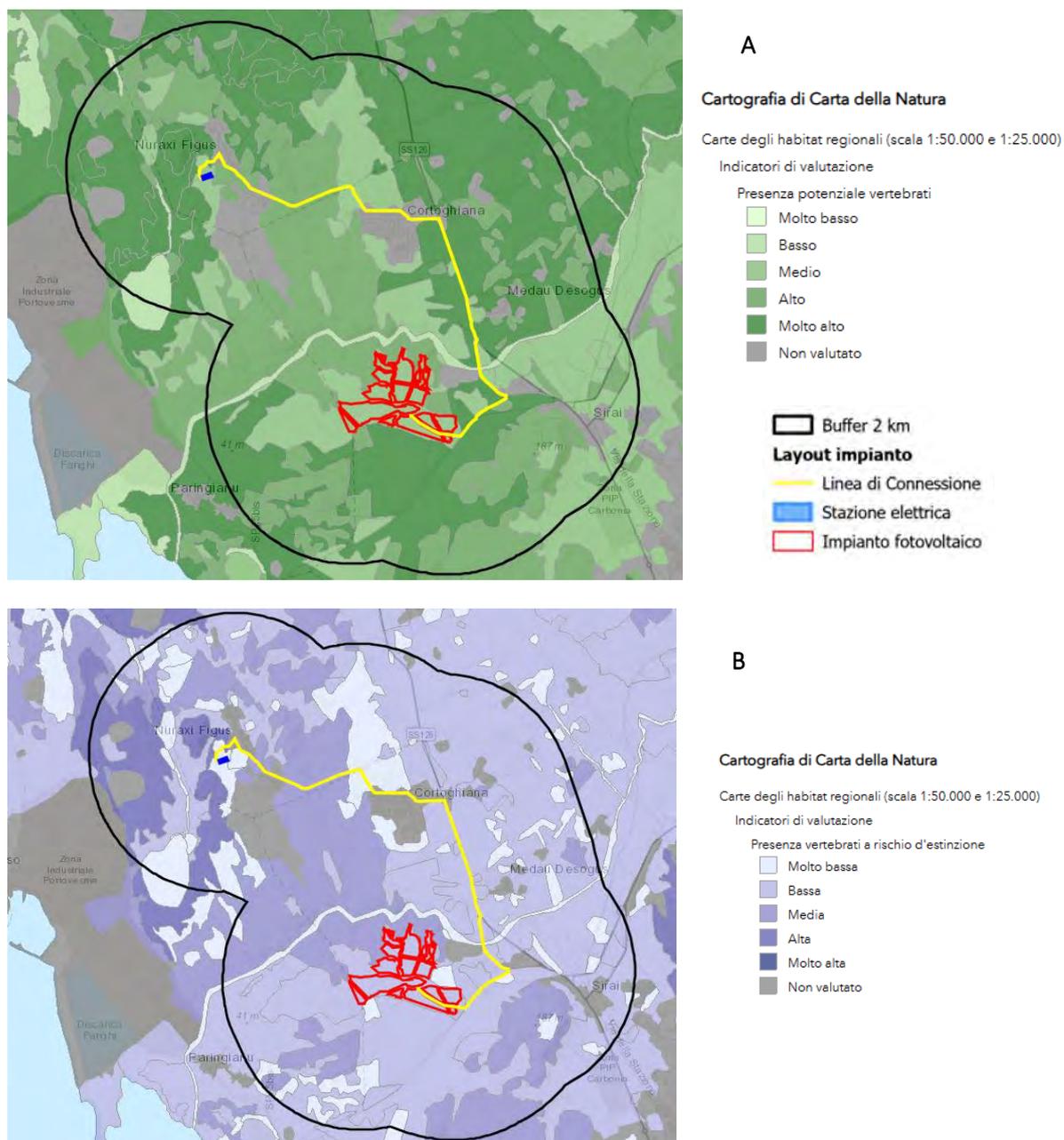


Figura 4.47: Presenza potenziale di Vertebrati (A) e presenza di specie di Vertebrati a rischio di estinzione (B). Fonte: Carta Natura Regione Sardegna (Capogrossi et al., 2013 – ISPRA Sistema Informativo Carta della Natura)

Si riportano di seguito le specie potenzialmente presenti nelle aree di cantiere e che potrebbero essere maggiormente impattate dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico. Si ricorda comunque che le aree

occupate dalla vegetazione a macchia mediterranea di maggior pregio saranno mantenute. Si sottolinea inoltre che si tratta di una disamina preliminare delle fonti disponibili che forniscono informazioni faunistiche spaziali a varia scala e non di un elenco esaustivo delle presenze dell'area.

Per quanto concerne gli anfibi la presenza del Rio Flumentepido può essere un sito idoneo per la presenza del Rospo smeraldino balearico (*Bufo balearicus*) e la Raganella tirrenica (entrambe elencate nell'allegato IV della Direttiva habitat). Tuttavia, il corso d'acqua è a regime torrentizio, pertanto, le portate risultano estremamente variabili durante il corso dell'anno, inoltre il settore centro-meridionale della Sardegna e in particolare della zona di Cagliari presenta la più bassa piovosità di tutta l'isola, seguita da Oristano. La maggior parte della precipitazione è concentrata durante la stagione invernale e autunnale (seconda metà di ottobre prima metà di novembre). La possibile mancanza di acqua nel periodo primaverile ed estivo potrebbe essere un fattore escludente per queste due specie. Il Rospo smeraldino tra le due specie è comunque più probabile possa occupare l'area in esame in virtù del fatto che può compiere spostamenti alla ricerca di siti idonei per la riproduzione. La specie è inoltre rinvenibile in aree coltivate, aree suburbane stagni e anche in serbatoi d'acqua, in particolare nelle giornate con maggiore umidità. La Raganella tirrenica (*Hyla sarda*) frequenta, invece, le zone vicine ai corsi d'acqua o zone salmastre dove trascorre tutta la giornata mimetizzandosi tra la vegetazione ad esclusione del periodo riproduttivo. È meno probabile, quindi, la sua presenza nell'area di cantiere. La specie è nell'allegato IV della Direttiva Habitat.

Per quanto riguarda il geotritone dell'Iglesiente (*Hydromantes genei*) il Network Nazionale della Biodiversità segnala un'osservazione del 1989 da parte dell'Università della Sapienza di Roma a sud del "Parco Archeologico del Monte Sirai". La specie, elencata all'allegato II e IV della Direttiva Habitat, è un endemismo esclusivo della Sardegna sud-occidentale (regione del Sulcis-Iglesiente). La specie è tipica di ambienti umidi e rocciosi incluse caverne e crepacci (rifugi estivi), e in aree boscate in vicinanza di fiumi. Frequenta abitualmente cavità artificiali (miniere abbandonate). La deposizione delle uova avviene a terra (Lanza et al. 2007). A Carbonia la specie risulta localizzata sul Monte Tasua (Lanza, Pastorelli, Laghi & Cimmaruta, in Lanza et al. 2007).

Per quanto concerne i rettili il mosaico di macchia, gariga e foresta sempreverde ospita la maggior parte dei rettili d'Italia. L'ambiente di macchia mediterranea può infatti offrire rifugio e siti di caccia per diverse specie, inoltre la presenza di affioramenti rocciosi sono ambienti ideali per facilitare la termoregolazione.

Tra le specie potenzialmente presenti vi sono diverse specie di lacertidi, tra cui:

1. *Algyroides fitzingeri*: la specie predilige muretti a secco e ruderi, affioramenti rocciosi e ambienti rupestri preferibilmente in prossimità di corsi d'acqua e con abbondante vegetazione arbustiva. La specie è inserita nell'allegato II della Direttiva Habitat 43/92, nell'allegato II della Convenzione di Berna ed è tutelato dalla legge regionale 23/98.
2. *Podarcis siculus cetti*: caratteristica del piano basale, nelle aree assolate con vegetazione costiera e collinare, la si ritrova spesso lungo i campi ed i prati, sui bordi delle strade, nei muri a secco e nelle zone sabbiose vicino al mare; tende ad arrampicarsi meno delle altre lucertole presenti in Sardegna ed è capace di percorrere lunghe distanze per trovare riparo.
3. *Podarcis tiliguerta tiliguerta*: specie tipica di muretti a secco, rocce e ambienti urbani e ruderali. La lucertola tirrenica è una specie endemica della Sardegna e della Corsica.

Tra i sauri è possibile la presenza di:

1. *Chalcides ocellatus tiligugu* (Gongilo): specie riconoscibile per il corpo allungato e serpentiforme ma provvisto di piccoli arti. È comune nelle radure della macchia e nelle garighe. In Sardegna risulta più localizzata rispetto ad altre isole come la Sicilia. La specie è elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE) e in allegato II della Convenzione di Berna
2. *Chalcides chalcides vittatus* (Luscengola): abita le zone erbose e soleggiate, con o senza pietre, alberi e arbusti, coltivi, meglio se in vicinanza di punti d'acqua. Le abitudini sono diurne ed i

- movimenti sono agili e veloci; l'avanzamento avviene attraverso movimenti serpentiformi, ponendo le zampe lungo il corpo, usandole come punti di appoggio durante le soste.
3. *Hemidactylus turcicus* (Geco verrucoso): specie molto diffusa in Sardegna ed è tipico di ambienti con muretti a secco, di pietraia o tra le abitazioni.
 4. *Tarentola mauritanica* (Geco comune): specie ampiamente diffusa in Sardegna. Frequenta principalmente le zone litoranee calde, anche se non disdegna l'entroterra. Si può osservare sui muri a secco, nelle vecchie abitazioni e nelle rovine, nelle legnaie e sui tetti, dove spesso trova riparo sotto le tegole. La specie è attiva principalmente la notte, sebbene osservabile talvolta anche in pieno giorno.

Tra i serpenti il biacco (*Hierophis viridiflavus viridiflavus*) è probabilmente la specie più comune nell'area sensu-stricto. La presenza del corso d'acqua Rio Flumentepido può anche essere sita potenziale per la Natrice dal collare elvetica, sottospecie endemica della Sardegna, *Natrix helvetica cetti* (Allegato IV, Vulnerabile). Gli adulti, inoltre, spesso si allontanano dalle zone umide occupando ambienti come prati e pascoli, nonché zone di bosco mediterraneo o aree cespugliate ricche di rocce.

Per quanto riguarda i Mammiferi non sono disponibili informazioni geografiche di dettaglio per tutte le specie della mammalofauna, in quanto le fonti riportano mappe di areali a scale troppo grandi (continentali o nazionali); pertanto in questa sede sono riportate solo le distribuzioni di dettaglio rinvenute nella letteratura consultata. Si consideri inoltre che nessuna delle specie di piccoli mammiferi presenti in Sardegna è endemica (Amori et al. 2008). Infatti, verso la fine del pleistocene (circa 10.000 anni fa) a seguito dell'arrivo dell'uomo in Sardegna, tutte le specie di mammiferi endemiche si sono estinte (ovvero gli "insettivori" *Nesiotites similis* e *Talpa thyrrenica*, e i roditori *Tyrrhenicola henseli* (Microtidae) e *Rhagamis orthodon* (Muridae) (Amori, 1993) e sono arrivate le specie che costituiscono l'attuale assetto faunistico (Vigne, 1990, 1992, 1998). Questo giustifica l'assenza di specie di mammiferi endemiche per l'isola.

Tra gli Insettivori, il Riccio europeo (che in Sardegna viene riconosciuta come sottospecie *Erinaceus europaeus italicus*) è da ritenersi specie potenzialmente presente e comune (stato di conservazione buono), considerata la presenza diffusa nell'area di macchia mediterranea e gariga; la specie comunque predilige zone con una discreta copertura vegetale come le boscaglie e le macchie, lo si trova frequentemente ai margini delle aree coltivate, nei giardini, nei parchi e nei frutteti. Nell'area di studio la Carta Natura segnala come potenzialmente presenti anche la Crocidura rossiccia (in Sardegna in realtà presente la specie endemica *Crocidura mediterranea Crocidura pachyura*, separata sistematicamente solo di recente), che vive in ambienti di macchia mediterranea anche degradata, di solito ad altitudini non superiori ai 800-1000 m s.l.m., e il Mustiolo *Suncus etruscus*. Il Mustiolo è specie tipicamente di ambienti a bioclima mediterraneo dove preferisce uliveti e vigneti, soprattutto se vi sono muretti a secco o mucchi di pietraie. Lo si può rinvenire anche in cespuglieti di macchia bassa e boschi aperti a pino e a quercia; non disdegna ambienti urbani (giardini, parchi, argini di fiumi, ecc.). Evita le aree a bosco fitto e le aree sottoposte a colture intensive (L. Contoli & G. Amori in Amori et al. 2008). L'optimum ecologico di questa specie è rappresentato dai boschi sempreverdi di *Quercus ilex* (Mortelliti & Boitani 2009). Dal momento che gli habitat presenti in area di studio sono idonei alla presenza, le due specie si ritengono potenzialmente presenti.

Tra i Lagomorfi è possibile la presenza di Lepre sarda (*Lepus capensis*). La specie evidenzia un marcato decremento sul territorio regionale dovuto probabilmente al prelievo venatorio e alla tendenza a uniformare il territorio attraverso la continua riduzione degli ambienti idonei e alla presenza massiccia di bestiame domestico (Sacchi e Meriggi 1999). La Carta delle Vocazioni faunistiche della Sardegna (sottoprogetto 4) rileva comunque discrete popolazioni di lepri nel Sulcis, ad esempio nel comune di Carbonia (Meriggi et.al, 2005). Anche il Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus huxleyi*) risulta particolarmente abbondante nel settore meridionale e le situazioni migliori si registrano nell'isola di Carloforte e nei comuni costieri di Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Giba e in quelli interni di Carbonia e Perdaxius. A differenza della Lepre che mostra le consistenze maggiori nei comuni costieri, il Coniglio

sembra prediligere l'entro terra. (Meriiggi et.al, 2005). La specie è segnalata anche dal NNB. La segnalazione puntuale risale al 2018 nelle aree agricole della Frazione di Medau Is Serafinis, località situata ad una distanza di circa 800 m dall'impianto in progetto.

Tra i Roditori potenzialmente segnalati per l'area di studio sono riconducibili a specie comuni e senza problemi di conservazione. Si tratta perlopiù di specie antropofile come Ratto delle chiaviche *Rattus norvegicus* (Amori et.al, 2018), Ratto nero *Rattus rattus*, Topo domestico *Mus domesticus*.

Per quanto riguarda le specie forestali come il Quercino sardo *Eliomys quercinus sardus*, il Topo selvatico *Apodemus sylvaticus* e il Ghiro, presente in Sardegna con la sottospecie *Myoxus glis melonii*, non si hanno segnalazioni omogenee su tutto il territorio regionale. Tuttavia secondo uno studio condotto per l'Ente Forestale della Sardegna sui micromammiferi forestali regionali (Amori et al., 2014), la presenza dei siti ad alta idoneità ambientale di *Apodemus sylvaticus* è risultata significativamente associata con la presenza di *Eliomys quercinus sardus*; pertanto *Apodemus sylvaticus*, che è la specie di gran lunga dominante nei vari comprensori forestali, può essere considerato un buon elemento per valutare anche l'idoneità delle varie aree forestali per quanto concerne *Eliomys quercinus*. Lo studio riporta la carta di idoneità ambientale basata sui dati di densità per *Apodemus sylvaticus* (Figura 4.48). L'area di studio (cerchio blu), ricade in aree non idonee per la specie.

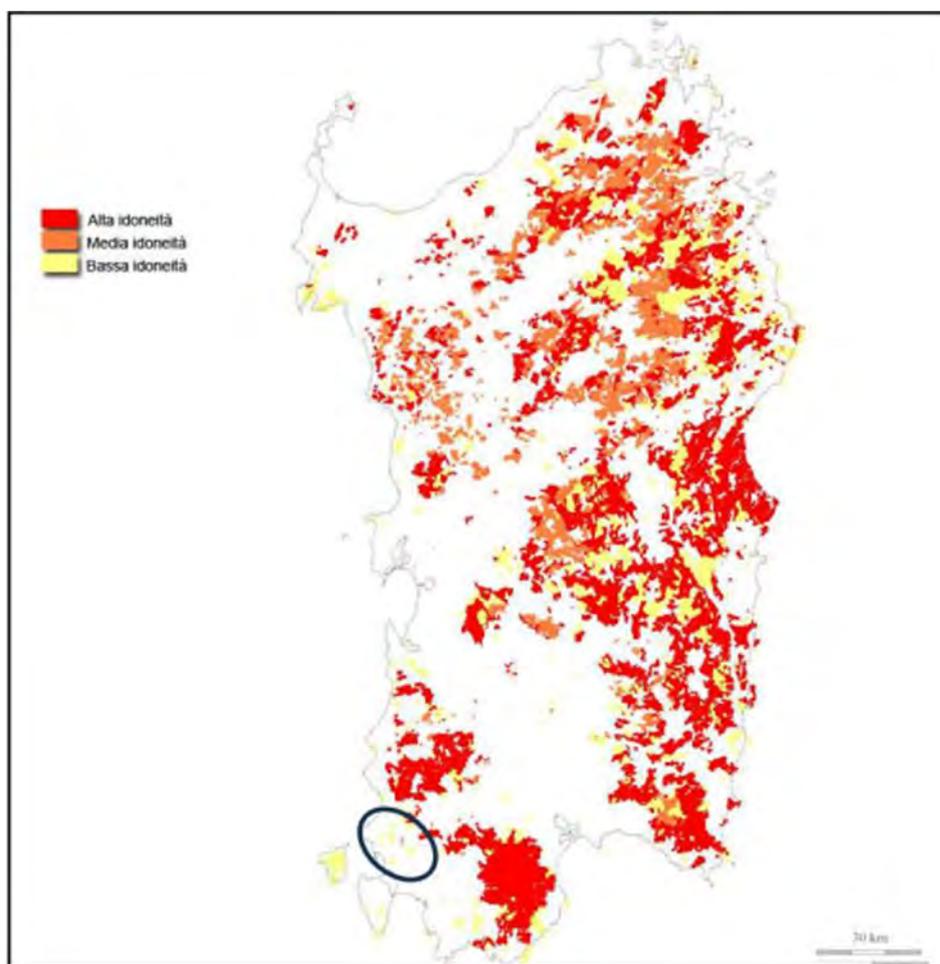


Figura 4.48: Carta di idoneità ambientale basata sui dati di densità per Apodemus sylvaticus. In blu l'area indicativa dell'area di studio. Fonte: Report tecnico sulla distribuzione, diversità e abbondanza di micromammiferi associati ad habitat forestali in Sardegna

Tra i Carnivori, data l'ampia diffusione nell'isola, si evidenzia l'alta probabilità della presenza della Volpe sarda (*Vulpes vulpes ichtnusae*) si tratta di una specie comune e molto diffusa, senza particolari problemi di conservazione.

Tra i Chirotteri il NNB segnala un'osservazione del 1994 da parte dell'Università della Sapienza di Roma a sud del "Parco Archeologico del Monte Sirai di *Miniopterus schreibersii*, *Pipistrellus kuhlii* e di *Pipistrellus pipistrellus*. L'area della segnalazione è a circa 2 km a sud dell'impianto in progetto. *Miniopterus schreibersii* risulta minacciata per il disturbo antropico negli ambienti ipogei. La specie è tipicamente cavernicola ed è legata soprattutto agli ambienti non o scarsamente antropizzati (B. Lanza & P. Agnelli in Spagnesi & Toso 1999), di rado frequenta gli edifici. La specie è inserita nell'allegato II e IV della Direttiva Habitat.

Pipistrellus kuhlii è invece spiccatamente antropofilo, in alcune regioni addirittura reperibile solo negli abitati, dai piccoli villaggi alle grandi città, ove si rifugia nei più vari tipi di interstizi presenti all'interno o all'esterno delle costruzioni, vecchie o recenti che siano (e anzi con un'apparente predilezione per quest'ultime), talora dentro i pali cavi di cemento. La perdita dei legami con i rifugi naturali non è tuttavia totale (B. Lanza & P. Agnelli in Spagnesi & Toso 1999, Lanza 2012). La specie è inserita nell'allegato IV della Direttiva Habitat. Vista la presenza di potenziali siti di rifugio nell'intorno dell'area di progetto la specie potrebbe essere presente anche nelle vicinanze dell'opera in progetto.

Pipistrellus pipistrellus è anch'esso antropofilo è però frequente anche nei boschi e nelle foreste di vario tipo, soprattutto nelle aree poco o non antropizzate (B. Lanza & P. Agnelli in Spagnesi & Toso 1999, Lanza 2012). La specie è elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE). Vista la presenza di potenziali siti di rifugio nell'intorno dell'area di progetto la specie potrebbe essere presente anche nelle vicinanze dell'opera in progetto.

Infine, tra gli Uccelli, la Carta della Natura ha individuato la presenza potenziale di 92 specie.

Tra i rapaci diurni è molto probabile la presenza della Poiana (*Buteo buteo arrigonii*), specie estremamente adattabile e scarsamente specializzata, e del Gheppio (*Falco tinnunculus*). Quest'ultimo è un rapace che si adatta a qualsiasi ambiente purché siano presenti delle prede per la sua alimentazione. Frequenta zone umide costiere, zone agropastorali, dalle colline fino in alta montagna ma lo si può vedere anche nei centri urbani. In Sardegna è molto comune e facilmente avvistabile ed è presente con una popolazione nidificante non inferiore alle 800 coppie.

Poco probabile, ma comunque da verificare, la presenza dell'Astore (*Accipiter gentilis arrigonii*). La specie ha subito un calo in molte parti dell'isola a causa della riduzione del suo habitat naturale caratterizzato da complessi boschivi più o meno estesi di *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Pinus pinea* e *Pinus nigra*. La specie è più probabilmente osservabile nei boschi di Iglesias e di Orbai. Possibile, ma non certa, la presenza dello Sparviere (*Accipiter nisus wolterstorffi*) che a differenza dell'Astore frequenta anche zone boscate meno estese e meno mature. Preda principalmente passeriformi ed insetti come coleotteri e cavallette, specie che si ritiene possono essere presenti nell'area del buffer di 2 km.

Va però marcato il fatto che la presenza degli aereogeneratori a est del futuro impianto possano avere alterato le abitudini della componente in esame. La presenza di un impianto eolico può portare, infatti, ad un aumento del tasso di collisione con le pale. Oltre a questo, anche il disturbo provocato dalle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinarie, possono essere responsabili del progressivo abbandono da parte degli uccelli. Va però sottolineato che tali disturbi sono proporzionati alla dimensione dell'impianto stesso e alla tipologia di impianto installato. In generale le specie maggiormente sensibili sono le specie che nidificano a terra o negli arbusti e i rapaci che sfruttano le aree prossime agli impianti come siti di caccia (Campadelli, 2002). Diversi studi hanno inoltre evidenziato l'esistenza di una relazione fra la presenza di molte prede nelle aree nell'intorno dei parchi eolici e l'alto numero di decessi registrati; questo in particolare con rapaci come la Poiana. Molte specie di roditori infatti troverebbero idonee, per la costruzione delle tane, le aree marginali alle turbine, in cui la vegetazione è stata asportata meccanicamente liberando così il suolo.

Tra le specie elencate in Allegato I alla Direttiva Uccelli, sono segnalate come potenziali nidificanti nell'area vasta:

- Succiacapre *Caprimulgus europaeus* (SPEC 3): specie che predilige gli ambienti di brughiera, zone rocciose e sabbiose con macchia mediterranea e lecceti leggeri. L'abbandono delle aree agricole di tipo estensivo, lo sviluppo urbano, l'abuso di pesticidi e il disturbo antropico sono le principali minacce per questa specie.
- Calandro *Anthus campestris* (SPEC 3): la specie è migratrice nidificante estiva in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna compresa. Le principali minacce sono rappresentate comunque dalla trasformazione dell'habitat di nidificazione ed alimentazione.
- Averla piccola *Lanius collurio* (SPEC 2): la specie predilige le campagne aperte con cespugli, campi e margini di boschi.
- Pernice sarda (SPEC 3): La specie è particolarmente abbondante nel settore sud-occidentale dell'isola (Iglesiente e Sulcis) dove si registrano le densità maggiori in diversi comuni per un totale di 2100 Km² (Meriggi et.al). Frequenta prevalentemente le zone pianeggianti e collinari e predilige gli ambienti diversificati, con cespugli e macchia mediterranea bassa alternati a prati – pascolo ed incolti, aree semiaride e coltivati.
- Occhione *Burhinus oedicephalus* (SPEC 3): la specie ha subito un forte declino dopo la metà del XX secolo in concomitanza della bonifica agricola e successivo utilizzo massiccio di pesticidi. La diminuzione del pascolo nelle aree steppiche ha ulteriormente costretto l'habitat residuo per l'Occhione.

L'allegato Appendice 02_Elenco faunistico riporta l'elenco completo delle specie. Per quanto l'elenco comprenda un numero molto elevato di specie, è bene considerare che l'area di progetto, e più nello specifico il sito di installazione dell'impianto riguarda un'area limitata pertanto il numero di specie che potrebbero effettivamente frequentare le aree di progetto sarà inevitabilmente ridotto.

Ecosistemi

Come si è già descritto nei paragrafi precedenti all'interno del buffer di 2 km la Carta Natura della Regione Sardegna (Capogrossi et al., 2013), individua i seguenti habitat corrispondenti, di fatto, a unità ecosistemiche distinte:

- Gariga e macchia mediterranea;
- Vigneti;
- Piantagioni di latifoglie;
- Centri abitati;
- Siti industriali attivi.

La Carta della Natura stima, per ciascun biotopo, gli indicatori Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica, Fragilità Ambientale.

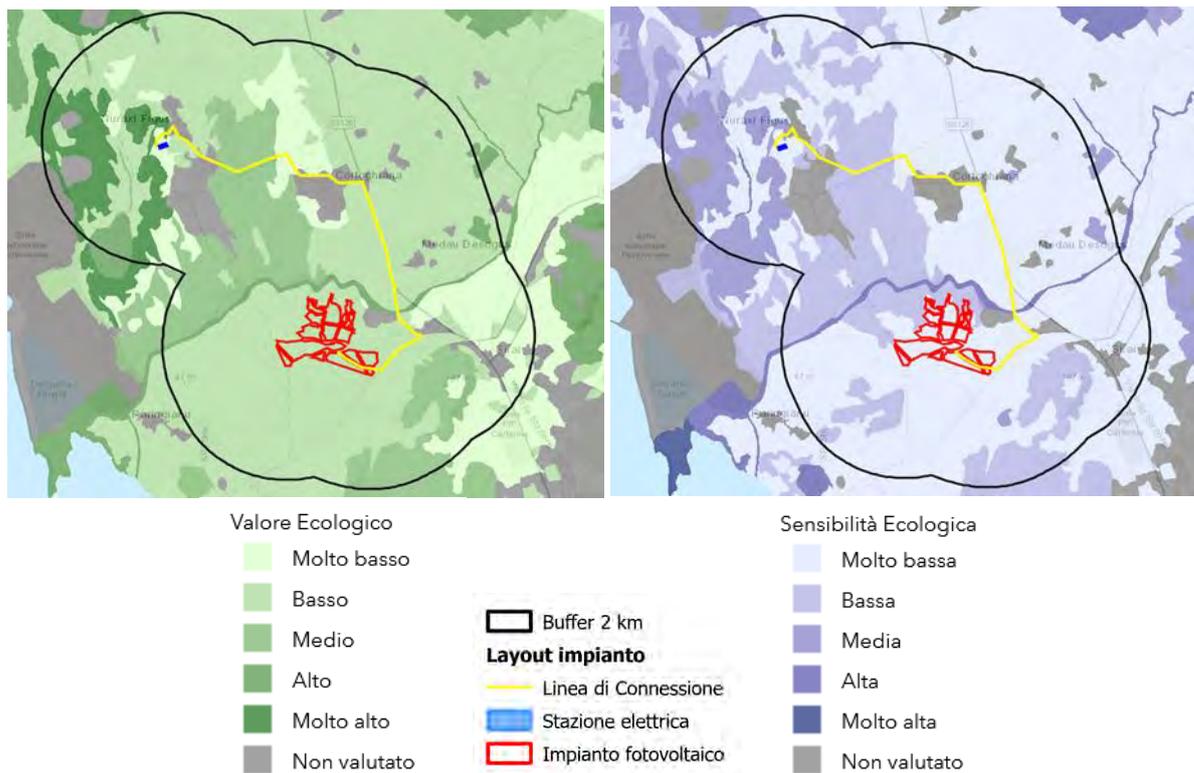
Gli indici di Valore Ecologico (inteso come pregio naturalistico), di Sensibilità Ecologica (intesa come il rischio di degrado del territorio per cause naturali) e di Pressione Antropica (intesa come l'impatto a cui è sottoposto il territorio da parte delle attività umane), vengono calcolati tramite l'applicazione di indicatori specifici, selezionati in modo da essere significativi, coerenti, replicabili e applicabili in maniera omogenea su tutto il territorio nazionale. Tali indicatori si focalizzano sugli aspetti naturali del territorio. Sensibilità ecologica e Pressione antropica sono indici funzionali per la individuazione della Fragilità ambientale (Capogrossi et al., 2013).

L'indice di Fragilità Ambientale rappresenta lo stato di vulnerabilità del territorio dal punto di vista della conservazione dell'ambiente naturale. La Fragilità Ambientale di un biotopo è quindi il risultato della combinazione degli indici di Sensibilità Ecologica e di Pressione Antropica, considerando la Sensibilità Ecologica come la predisposizione intrinseca di ogni singolo biotopo al rischio di degradazione e la Pressione Antropica come il disturbo su di esso provocato dalla attività umana.

Come mostra la Figura 4.49 l'area di studio si caratterizza per valori bassi e molto bassi di Valore Ecologico e Sensibilità Ecologica; anche in questo caso fanno eccezione solo gli habitat naturali lungo il Rio Flumentepido e gli habitat che la Carta della Natura individua come d'interesse comunitario.

La Pressione Antropica assume nel complesso valori medio-bassi. Sono sottoposti a pressioni antropiche maggiori i biotopi localizzati nelle vicinanze dell'area industriale di Portovesme o situati nella vicinanza dei principali centri abitati (Nuraxi Figus, Cortoghiana, Sirai e Carbonia).

Assume valori complessivamente bassi anche il grado di Fragilità Ambientale. Gli habitat lungo il corso d'acqua del Rio Flumentepido e posti nella vicinanza di siti industriali o nuclei abitativi risentono maggiormente della pressione antropica assumendo pertanto valori medio – alti.



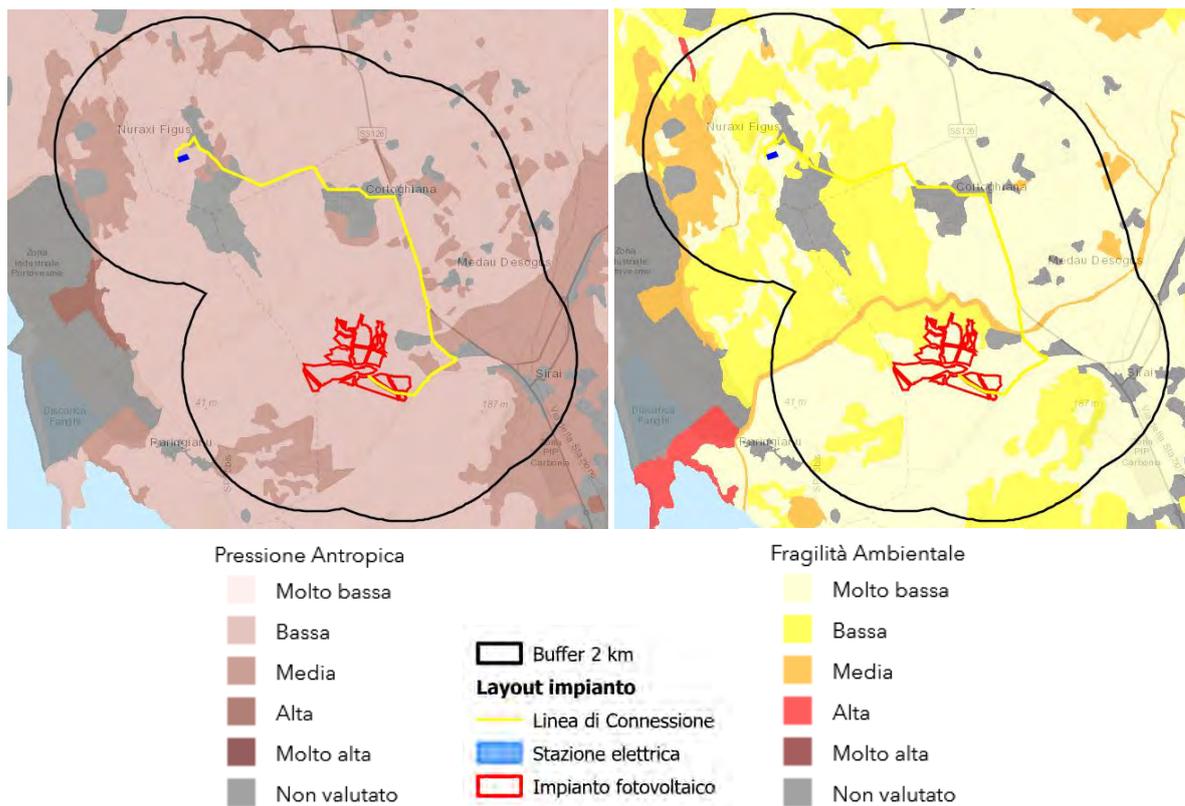


Figura 4.49: Carta della Natura della Regione Sardegna calcolati per ciascun biotopo: Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica, Fragilità Ambientale (fonte: Capogrossi et al., 2013, ISPRA Dati del Sistema Informativo di Carta della Natura)

4.3.2 Stima degli impatti potenziali

In questo capitolo verranno individuati i possibili impatti, diretti o indiretti, sulla componente biodiversità (fauna, flora, ecosistemi) legati alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto, e saranno fornite le indicazioni per le misure di mitigazione. Le principali fonti di impatto in fase di cantiere possono essere dovute a:

- Emissioni atmosferiche;
- Emissioni acustiche;
- Traffico veicolare e movimentazione mezzi e personale;
- Produzione di rifiuti;
- Introduzione di specie vegetali alloctone;
- Sottrazione di suolo e frammentazione degli habitat.

Le principali fonti di impatto in fase di esercizio possono essere dovute a:

- Emissioni atmosferiche;
- Emissioni elettromagnetiche;
- Disturbo luminoso;
- Sottrazione di suolo e frammentazione habitat;
- Mandorleto superintensivo ed Erbaio Annuale;
- Disturbo visivo;
- Variazione del campo termico;

- Impatti cumulativi.

Per quanto riguarda la fase di dismissione, i possibili impatti a carico della biodiversità rientrano nelle tipologie già elencate.

Impatto sulla componente – Fase di costruzione

Emissioni atmosferiche

Come indicato nel paragrafo 4.6.2, le principali sorgenti di emissione in atmosfera legate alla fase di cantiere sono le seguenti:

- Emissione temporanea di gas di scarico in atmosfera da parte dei veicoli coinvolti nella costruzione dell'impianto e nel trasporto dei componenti ai siti di installazione;
- Emissione temporanea di polveri dovuta al movimento mezzi e alle fasi di preparazione delle aree di cantiere, i movimenti terra e gli scavi nei siti di installazione e lungo la viabilità interessata dai lavori di realizzazione della linea di connessione.

In relazione alle sorgenti identificate, ai fini della valutazione sono stati considerati i seguenti inquinanti indice:

- Polveri sottili: frazioni PM10 e PM2,5;
- Monossido di carbonio (CO);
- Ossidi di azoto (NOX e NO2);
- Biossido di zolfo (SO2).

In atmosfera, inoltre, si prevede la risospensione di polveri dovute al transito di veicoli sulle strade non asfaltate. Gli impatti derivanti da questa sorgente hanno come ricettori principali le aree circostanti (aree coltivate e ambiente di gariga o di macchia mediterranea).

L'emissione temporanea di gas di scarico in atmosfera da parte dei veicoli genera impatti potenziali sia sulle specie animali sia a quelle vegetali, il sollevamento delle polveri può causare impatti sulla componente vegetale. Gli ecosistemi subiscono invece impatti da inquinamento dell'aria, in particolare da emissioni di solfuri e composti azotati, che interferiscono con la loro capacità di funzionamento e sviluppo.

Per quanto concerne le polveri, qualora il deposito di materiale fine sull'apparato fogliare fosse significativo, ciò si potrebbe tradurre in condizioni di sofferenza per la vegetazione esterna all'area di progetto, dovuta alle ridotte capacità di fotosintesi e respirazione (Xue et al., 2017) e nei casi più gravi, riduzione delle capacità riproduttive.

Dalle analisi effettuate nel relativo paragrafo, emerge come il contributo delle attività di approntamento dell'impianto fotovoltaico siano trascurabili rispetto ai valori di fondo per quanto riguarda le componenti sopra riportate. Non è previsto quindi un peggioramento dal punto di vista della qualità dell'aria, in particolare in corrispondenza dei recettori posti a breve distanza dall'impianto.

Per quanto riguarda la fonte di emissioni legata alla possibile sospensione delle polveri depositate all'interno dell'impianto e al transito su strade non asfaltate, si ritiene trascurabile/reversibile, anche in virtù dei ridotti movimenti terra; sono comunque misure di contenimento (pulizia e di aspersione giornaliera dei piazzali interni, delle piste di accesso e di pulizia delle ruote, riduzione della velocità di transito dei mezzi) al fine di controllare il più possibile tale effetto.

Si ritiene dunque che gli impatti derivanti dalle emissioni in atmosfera dell'impianto fotovoltaico in progetto su fauna, flora ed ecosistemi dell'area siano trascurabili e, comunque, reversibili.

Emissioni acustiche

Le specie animali mostrano una varietà di risposte al disturbo acustico, in relazione alle caratteristiche del rumore e alla propria capacità di tolleranza o adattamento. Gli effetti maggiormente documentati includono comportamento vocale alterato, riduzione dell'abbondanza degli individui in ambienti rumorosi, cambiamenti nei comportamenti di vigilanza e alimentazione e impatti sulla capacità riproduttiva individuale e, in ultimo, sulla struttura delle comunità ecologiche (Shannon et al., 2016). La letteratura di settore mostra che le risposte della fauna selvatica terrestre iniziano a un livello di rumore di circa 40dBA (Shannon et al., 2016).

Diverse specie in diversi casi hanno mostrato di potersi apparentemente adattare a disturbi acustici regolari di intensità anche elevata. In generale, dopo un limitato periodo di adattamento, Mammiferi e Uccelli sembrano essere poco sensibili al rumore, a meno che esso non costituisca un "indicatore di pericolo", in quanto indice, per esempio, della vicinanza dell'uomo. Sugli edifici delle fabbriche e al loro interno nidificano molte specie di Uccelli, anche in presenza di rumori duraturi di 115 dB. Solo in occasione di rumori imprevisi gli animali reagiscono e generalmente lo fanno con un riflesso di paura, che al ripetersi dello stimolo non si manifesta più; questa insensibilità fa sì che Uccelli e Mammiferi col tempo si possano "abituare" a tollerare qualsiasi stimolo acustico senza reagire.

Ciononostante, la bibliografia testimonia come rumori di intensità elevata possano causare alterazioni in numerosi organi e sistemi animali (ormoni, circolazione, apparato digerente, sistema immunitario, riproduzione, comportamento, ecc.). Secondo uno studio recente (Kleist et al., 2018), alti livelli di rumore hanno effetti negativi sulla capacità riproduttiva di alcune specie di Uccelli, in termini di alterazioni nel successo della schiusa delle uova e di peggiori condizioni fisiche dei pulli fuoriusciti (sviluppo delle penne e dimensioni corporee minori). Alti livelli di rumore, infatti, possono distrarre i genitori e portare a un aumento della vigilanza, con conseguente sottrazione degli sforzi di accudimento, che portano a minori dimensioni corporee; inoltre – nelle specie insettivore studiate – si è osservata una minore abilità di caccia delle prede associata a elevati livelli di rumore.

Dalle valutazioni effettuate (cfr. Studio previsionale impatto acustico) emerge che il rumore generato dalle attività connesse alla realizzazione dell'impianto non produce una variazione consistente dei livelli sonori di fondo, determinati dal traffico delle strade circostanti e dalle attività antropiche operanti sul territorio.

Per quanto riguarda le emissioni acustiche di cantiere saranno adottate, ove necessario, le seguenti misure a carattere operativo e gestionale, quali:

- In fase di cantiere dovranno essere utilizzate macchine operatrici e di trasporto omologate, attrezzature in buone condizioni di manutenzione e a norma di legge, macchinari dotati di idonei silenziatori con l'obiettivo di ridurre alla fonte i rischi derivanti dall'esposizione al rumore;
- L'utilizzo di segnalatori acustici dovrà essere evitato, se non strettamente necessario e la velocità di transito dei mezzi in fase di cantiere e d'esercizio dovrà essere limitata al fine di ridurre le emissioni rumorose;
- I motori dei mezzi circolanti nell'area d'intervento dovranno essere spenti ogni qualvolta ciò sia possibile.

È comunque da considerare che le emissioni sonore possono arrecare disturbo alla sola componente faunistica, che in quest'ambito territoriale non presenta caratteristiche di particolare pregio.

Si ritiene dunque che l'impatto acustico derivante dalle attività di impianto sia trascurabile e reversibile, in quanto cesserà con la chiusura del cantiere.

Traffico veicolare, movimentazione mezzi e personale

Queste due tipologie di impatto possono essere raggruppate nella discussione in quanto i disturbi provocati sulle specie faunistiche sono analoghi.

Gli impatti possono essere classificati come (Fahrig & Rytwinski, 2009; Dinetti, 2008):

- Disturbo diretto da vibrazioni, luci e rumori prodotti dai veicoli;
- Inquinamento da gas di scarico dei veicoli, dal dilavamento dell'asfalto e dai sali antineve;
- Mortalità da investimento;
- Frammentazione degli habitat con "effetto barriera".

Per quanto concerne gli effetti sulle componenti naturali legati a rumore e inquinamento si rimanda alle relative trattazioni precedenti.

La vulnerabilità al traffico sembra essere caratteristica degli Uccelli (ad esempio per il rumore che può causare problemi di comunicazione) e dei Mammiferi medio-grandi. In particolare, sono molto vulnerabili agli investimenti specie attratte dalle strade (come alcuni Rettili attratti dal calore della superficie stradale) o molto lente (come alcuni Anfibi che non sono in grado di evitare i veicoli) o specie con range territoriali ampi e molto mobili come i grandi Mammiferi (Fahrig & Rytwinski, 2009). Le specie di grandi dimensioni, che necessitano di grandi territori, che rifuggono la superficie stradale e sono disturbate dal traffico sono invece quelle che maggiormente risentono degli effetti delle strade sull'habitat, sia in termini di perdita e/o riduzione della qualità che in quelli di frammentazione e riduzione della connettività (Rytwinski & Fahrig, 2015).

Il traffico veicolare connesso alla fase di cantiere dell'impianto è stimato ad un massimo di circa 28 mezzi/giorno in concomitanza di particolari fasi costruttive, che opereranno limitatamente alla fase di cantiere, a cui si aggiungono i mezzi leggeri per il trasporto della manodopera di cantiere e i mezzi per la piantumazione del mandorleto. Al fine di limitare gli impatti sulla fauna ed in particolare sui Rettili che in quest'area potrebbero essere particolarmente abbondanti saranno mantenute velocità ridotte. Per quanto riguarda la realizzazione della connessione elettrica si prevede un flusso massimo di 6 camion operanti nell'area entro e fuori sito. Per l'attraversamento del Rio Flumentepido è previsto l'ausilio di un macchinario TOC.

Il numero di transiti non risulta essere elevato pertanto si ritiene che l'esiguo aumento di traffico non comporti un aumento significativo del traffico veicolare. Si ritiene quindi che il disturbo derivante dal traffico aggiuntivo dovuto alla fase di cantiere dell'impianto sia trascurabile e reversibile per le componenti considerate.

Per quanto riguarda il disturbo diretto derivante dagli investimenti, la Regione Sardegna non dispone di una raccolta di dati in cui siano registrati i punti in cui avvengono incidenti che coinvolgono fauna selvatica e autoveicoli. Per quanto riguarda l'area in oggetto, lo scenario composto dall'esiguo passaggio di mezzi - con velocità limitata fa propendere verso un basso rischio di collisioni, limitato comunque a specie comuni. È comunque da prestare un'attenzione particolare soprattutto alla componente Rettili. Come si è visto nel paragrafo relativo alla fauna l'area potrebbe ospitare diverse specie che potrebbero utilizzare la viabilità sterrata di accesso al sito per termoregolarsi.

Produzione di rifiuti

Nell'ambito delle attività di approntamento dell'impianto fotovoltaico, si producono i seguenti materiali di scarto:

- Rifiuti inerti in forma compatta (cemento, mattoni);
- Rifiuti inerti in forma sciolta (terre da scavo).

Vengono inoltre prodotti: plastica, legno, ferro e altri materiali di scarto sia afferenti ai rifiuti da costruzione e demolizione che ai rifiuti da imballaggio.

La realizzazione dell'impianto in oggetto comporta una produzione di rifiuti inerti in forma compatta e sciolta. Per gli altri rifiuti prodotti dalle attività di cantiere (ad es. disimballaggio dei moduli fotovoltaici

e dei sostegni), si prevede una regolare attività di separazione dei rifiuti, indicativamente raggruppabili nelle seguenti macro-categorie di materiali:

1. Materiali e componenti pericolosi: es. Materiali contenenti amianto, interruttori contenenti pcb ecc.;
2. Componenti riusabili: elementi che possono essere impiegati di nuovo e sono in grado di svolgere le stesse funzioni che assicuravano prima dell'intervento di demolizione (mattoni, coppi, tegole, travi, elementi inferriate e parapetti, serramenti ecc.);
3. Materiali riciclabili: materiali che sottoposti a trattamenti adeguati possono servire a produrre nuovi materiali, con funzioni ed utilizzazioni anche diverse da quelle dei residui originari;
4. Materiali non riciclabili: tutto ciò che resta dopo le selezioni ovvero l'insieme di quei materiali che tecnicamente o economicamente (o per la eventuale presenza di elementi estranei o eterogenei) non è possibile valorizzare. Tali materiali quindi devono necessariamente essere avviati allo smaltimento.

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti relativi all'attività di cantiere, al disimballaggio e montaggio dei moduli fotovoltaici, le operazioni avverranno nel rispetto della normativa nazionale. I rifiuti prodotti saranno differenziati e conferiti secondo il tipo e la quantità. Il cantiere non prevede demolizioni; per quanto riguarda la componente biodiversità l'impatto relativo alla produzione di rifiuti si prevede pertanto nullo.

Introduzione di specie vegetali alloctone

Come descritto in Celesti-Grapow et al. (2010), i fenomeni di diffusione incontrollata di specie trasportate dall'uomo oltre i loro limiti di dispersione naturale, sono considerate uno dei principali componenti dei cambiamenti globali. Tali invasioni sono causa di ingenti danni all'ambiente, ai beni e alla salute dell'uomo e i rischi a esse associati riguardano una grande varietà di ambiti, da quelli socio-economici (danni alle colture dalle specie infestanti), agli effetti sulla salute dell'uomo causati da agenti patogeni, parassiti, specie tossiche e allergeniche, all'alterazione dei servizi resi dagli ecosistemi in seguito alle modificazioni della loro struttura e funzione. Fra gli impatti ecologici, una delle maggiori emergenze derivanti dall'espansione delle specie invasive è la minaccia alla conservazione della biodiversità; in particolare, l'azione delle specie vegetali invasive sulla diversità si esplica per lo più indirettamente, con lo sviluppo di dense formazioni che escludono ogni altra specie, si espandono su vaste aree, spesso per propagazione vegetativa, competono per la luce e le altre risorse (acqua, nutrienti) con la vegetazione preesistente e infine la sostituiscono. Gli ambienti maggiormente interessati dalla diffusione di neofite sono tutti caratterizzati da un notevole grado di disturbo legato alle attività dell'uomo, come fossi, campi, zone ruderali, sponde di fiumi, paesi e città, giardini, campagne abbandonate, boschi secondari. I suoli ricchi di nutrienti sono in genere quelli più predisposti alla diffusione di neofite (Celesti-Grapow et al., 2010).

La fase di cantiere rappresenta spesso uno dei momenti più critici per la colonizzazione e la diffusione di specie esotiche sia nei siti di intervento che nelle aree adiacenti, in particolare durante la movimentazione di terreno (scavo e riporto, accantonamento dello scotico, acquisizione di terreno da aree esterne al cantiere) e per la presenza di superfici nude che, se non adeguatamente trattate e gestite, sono facilmente colonizzabili da specie invasive.

In altri casi, le specie esotiche sono già presenti nell'area d'intervento prima dell'inizio dei lavori, per cui devono essere adottate adeguate misure di gestione, in modo da evitare il loro reinsediamento sulle aree ripristinate o una loro ulteriore diffusione al termine dei lavori. La presenza e lo sviluppo delle specie esotiche nelle aree di cantiere, oltre a determinare gli impatti e le criticità descritte in precedenza, può causare problematiche relative al buon esito degli interventi di ripristino delle aree interferite. Infatti, essendo le specie esotiche invasive più competitive delle autoctone, quindi, in grado di svilupparsi più velocemente, possono determinare fallanze a carico delle specie messe a dimora,

rendere problematica la riuscita degli inerbimenti e l'attecchimento degli alberi e arbusti messi a dimora e diffondersi nell'area di intervento e nelle aree circostanti.

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si procederà con l'infissione dei pali direttamente nel terreno al fine di minimizzare lo stress a carico del suolo durante le fasi di lavoro e di esercizio. Grazie all'uso di questa tecnica, per la realizzazione dell'impianto non sono previsti apporti di terra da siti esterni al cantiere che potrebbero aumentare il rischio di colonizzazione di specie alloctone.

Per quanto riguarda invece la linea di connessione MT dal campo fotovoltaico all'allaccio è previsto il riutilizzo in sito delle terre estratte. Le quantità di terreno saranno di entità ridotta, in virtù delle dimensioni dello scavo, e i tempi di realizzazione dello scavo stesso saranno brevi; si ritiene pertanto che non si possano configurare gli impatti qui analizzati dovuti a queste operazioni di cantiere.

Al fine di contenere la possibile diffusione di specie alloctone all'interno dell'area di realizzazione dell'impianto saranno adottati i seguenti accorgimenti:

1. Pulizia dei mezzi di cantiere: verrà posta particolare cura alla pulizia delle macchine operatrici, in particolare delle parti a contatto con il terreno, come pneumatici, telai e organi lavoranti, sia in ingresso sia in uscita dai cantieri. La pulizia avverrà in aree dedicate, opportunamente impermeabilizzate e nelle quali è prevista la raccolta e la filtrazione delle acque di lavaggio, in modo da evitare la dispersione dei semi e dei propaguli dilavati.
2. Limitata movimentazione di materiali inerti e suoli: il suolo verrà movimentato per eventuali livellamenti finalizzati alla corretta installazione dell'impianto. I pali saranno infissi nel terreno senza fondamenta per limitare l'ulteriore disturbo alla componente edifica.
3. Gestione delle superfici nude: al fine di prevenire l'insediamento e la colonizzazione di specie alloctone si provvederà alla rapida ricostituzione di una copertura vegetale autoctona, mediante interventi di inerbimento con semina e/o idrosemina e attraverso la piantumazione di una siepe arborea e arbustiva perimetrale.
4. Rimozione precoce: nel caso in cui durante le attività di cantiere venga rilevata la presenza di nuovi individui o nuclei di specie alloctone si provvederà alla loro immediata eliminazione.

In virtù delle considerazioni fatte si ritiene che le azioni di mitigazione previste durante la fase di cantiere siano sufficienti per contrastare possibili dispersioni di specie alloctone dovute alle operazioni di scavo della trincea.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte si ritiene quindi che l'impatto del progetto in fase di cantiere sulla componente esaminata sia trascurabile.

Sottrazione di suolo e frammentazione degli habitat

Il cambiamento nell'uso del suolo è uno dei maggiori motori della perdita di biodiversità terrestre (Bartlett et al., 2016); essi includono la perdita di habitat (rimozione di frammenti di habitat), la degradazione degli habitat (riduzione di qualità) e la frammentazione (riduzione della connettività funzionale di frammenti in un paesaggio) (Bartlett et al., 2016).

Le risposte delle specie alla sottrazione di suolo e alla frammentazione sono variabili e dipendono dall'estensione dei frammenti rimanenti e dalle relazioni delle specie con gli habitat (Keinath et al., 2017). Le specie legate a particolari habitat (specialisti), i carnivori e le specie di maggiori dimensioni hanno più probabilità di abbandonare gli habitat frammentati; sebbene la sensibilità alla frammentazione sia influenzata primariamente dal tipo di habitat e dal grado di specializzazione, anche la fecondità, la durata di vita e la massa corporea giocano un ruolo importante.

Gli effetti negativi della perdita di habitat si verificano in relazione a misure non solo dirette della biodiversità (come la ricchezza di specie, l'abbondanza e la distribuzione di popolazione, la diversità genetica) ma anche indirette, come ad esempio il tasso di crescita di una popolazione o la riduzione della lunghezza della catena trofica, l'alterazione delle interazioni tra le specie e altri aspetti legati alla riproduzione e al foraggiamento (Fahrig, 2003).



Nel caso specifico i punti più delicati corrispondono alla rimozione della vegetazione attualmente presente nell'area di progetto. Le componenti arboree e arbustive saranno infatti rimosse. Si prevede comunque la convivenza dell'impianto fotovoltaico con aree coltivate a mandorleto (circa 10,94 ha) e la semina di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione. (area recintata ha 76,68). Sarà inoltre realizzata una siepe perimetrale caratterizzata da specie arboree e arbustive autoctone.

Per quanto riguarda la linea di connessione è previsto l'attraversamento di diversi corsi d'acqua tra cui il rio Flumentepido. Trattasi di un corso d'acqua spesso in asciutta ma che comunque presenta habitat idonei per diverse specie faunistiche (principalmente canneto, ma anche vegetazione ripariale). Per l'attraversamento del corso d'acqua verrà impiegata la tecnica di perforazione controllata TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), 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.

Si ritiene dunque che l'impatto derivante dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico non sia trascurabile, ma comunque mitigabile. Per quanto concerne la realizzazione della linea di connessione l'impatto sul reticolo idrografico è da considerarsi nullo e reversibile, in quanto cesserà non appena concluso il cantiere.

Impatto sulla componente – Fase di esercizio

Emissioni atmosferiche

Per quanto riguarda l'immissione di inquinanti vale quanto espresso per la fase di cantiere. Le uniche emissioni attese, discontinue e trascurabili, sono ascrivibili ai veicoli che saranno impiegati durante le attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e della sottostazione.

Non sono previste attività di manutenzione per la linea di connessione.

Sono invece previsti interventi annuali di gestione dell'impianto a mandorleto e degli erbai annuali principalmente per le attività di potatura e di raccolta delle mandorle e di gestione dell'erbaio.

Dato però il numero limitato dei mezzi coinvolti e lo stato di base della qualità dell'aria della zona (paragrafo 4.6.2), l'impatto determinato dalla attività in esame è da ritenersi trascurabile sulla componente.

Emissioni elettromagnetiche

Le variazioni delle emissioni elettromagnetiche, che si verificheranno con la messa in opera dell'impianto fotovoltaico, sono dovute alla presenza di cabine di trasformazione, cavi elettrici, dispositivi elettronici ed elettromeccanici installati nell'area d'impianto e soprattutto alle linee elettriche in media tensione di interconnessione con la cabina primaria e/o con la rete di trasmissione nazionale.

I moduli fotovoltaici previsti lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata; per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transistori di corrente e sono comunque di brevissima durata.

Gli inverter prescelti sono dotati della certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica.

L'impianto in oggetto rientra tra le sorgenti di campo a bassa frequenza (assimilabile gli apparecchi di uso comune alimentati dalla corrente elettrica) e risulta avere uno spettro di emissione ampiamente entro la normativa vigente.

Per quanto riguarda le emissioni elettromagnetiche generate dalle parti d'impianto che funziona in MT si prevede l'utilizzo di apparecchiature e l'eventuale installazione di locali chiusi (ad esempio per il trasformatore BT/MT) conformi alla normativa CEI; per quanto riguarda le emissioni elettromagnetiche generate dalle parti di cavidotto percorse da corrente in BT o MT si prevede l'interramento degli stessi di modo che l'intensità del campo elettromagnetico generato possa essere considerata sotto i valori soglia della normativa vigente. L'impatto sulla componente si ritiene pertanto nullo.

Disturbo luminoso

Il nuovo impianto fotovoltaico sarà dotato lungo tutto il perimetro, per motivi di sorveglianza e manutenzione, di un sistema di illuminazione notturno.

Il disturbo luminoso può, in determinate situazioni di intensità e distribuzione delle sorgenti, generare un disturbo sulla componente faunistica che si manifestano a diversi livelli dall'espressione genica, alla fisiologia, all'alimentazione, ai movimenti giornalieri, ai comportamenti migratori e riproduttivi fino alla mortalità (Rodríguez et al., 2012).

I gradienti di luminosità possono condizionare i tempi dedicati alla ricerca del cibo da parte delle diverse specie animali; in tal modo l'interferenza data dalla luce artificiale può aumentare il livello di competizione interspecifica. Specie che non tollerano le luci artificiali possono andare incontro a estinzione ed essere sostituite da altre che beneficiano dell'illuminazione notturna. Specie che siano attratte dalle sorgenti luminose possono per altro andare incontro a un aumento del rischio di predazione. In definitiva, l'alterazione dei processi di competizione e predazione può incidere sulle dinamiche di popolazione e dunque –di riflesso– l'impatto dell'illuminazione artificiale può avere anche implicazioni ecologiche. È ampiamente dimostrato come gli Uccelli, in particolare durante il periodo migratorio (Fornasari, 2003), sono disturbati da estese e potenti fonti luminose, che fungono da poli di attrazione (fototropismo) alterando, localmente, l'ecologia dei soggetti interessati. Tale disturbo si manifesta in particolare con le sorgenti luminose a luce diffusa orizzontalmente e verticalmente.

La regione Sardegna dispone delle linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e relativo consumo energetico redatte ai sensi dell'art. 19 c. 1. della Legge Regionale 29 maggio 2007, n. 2

L'art.7 "Requisiti tecnici e modalità d'impiego degli impianti di illuminazione" indica che:

- In tutto il territorio regionale, tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata devono essere eseguiti nel rispetto dei criteri di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico; devono essere corredati di dichiarazione di conformità alle presenti disposizioni e devono possedere contemporaneamente i seguenti requisiti minimi:
 - essere costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi ed oltre (la rilevazione di tale valore può essere compreso nel range di 0 - 0,49 cd. in virtù dell'errore strumentale della misurazione del valore 0);
 - essere equipaggiati con lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, ovvero di lampade con almeno analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a Ra=65, ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w, solo nell'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e centri storici in zone di comprovato valore culturale e/o sociale ad uso esclusivamente pedonale. I nuovi apparecchi d'illuminazione a led possono essere impiegati anche in ambito stradale, comunque, solo nel rispetto del presente punto 1 e se l'efficienza delle sorgenti è maggiore di 90 lm/w.
 - avere luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare e illuminamento non superiore ai livelli minimi previsti dalle norme tecniche di sicurezza ovvero in assenza di

queste, valori omogenei di luminanza media mantenuta contenuta entro il valore medio di 1 cd/m². In ogni caso dovranno essere rispettati i seguenti elementi guida:

- classificazione delle strade in base a quanto disposto dal Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” e ss.mm.ii. In particolare le strade residenziali devono essere classificate di tipo F, di rete locale, ad esclusione di quelle urbane di quartiere, tipo E, che sono di penetrazione verso la rete locale;
 - impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano, impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interasse dei punti luce e ridotti costi manutentivi. In particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell’impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada ed alla sua categoria illuminotecnica, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative, solo in presenza di ostacoli quali alberi, o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell’impianto. Soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada (bilaterali frontali e quinconce) sono accettabili, se necessarie, solamente per carreggiate con larghezza superiore a 10 metri o per cui sono richieste luminanze superiori o uguali a 1.5cd/m²;
 - orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione, senza superare i livelli minimi previsti dalle normative illuminotecniche italiane ed europee in vigore alla data di pubblicazione delle presenti linee guida e garantendo il rispetto dei valori di uniformità e controllo dell’abbagliamento previsto da dette norme;
- essere dotati di progetto illuminotecnico redatto da una delle figure professionali previste per tale settore impiantistico, che tramite una adeguata relazione dimostri l’applicazione e il rispetto delle presenti disposizioni, illustri le istruzioni di installazione ed uso corretto dell'apparecchio, e le soluzioni adottate per conseguire le finalità di cui al paragrafo 1, punto 2, contenga le misurazioni fotometriche dell'apparecchio utilizzato nel progetto esecutivo, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale "Eulumdat" o analogo verificabile, ed emesso in regime di sistema di qualità aziendale certificato o rilasciato da ente terzo quali l’IMQ; le stesse devono riportare inoltre la posizione di misura del corpo illuminante, l’identificazione del laboratorio di misura, il nominativo del responsabile tecnico del laboratorio, e la sua dichiarazione circa la veridicità delle misure effettuate;
 - essere provvisti di appositi dispositivi, applicati puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto, in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura superiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività entro le ore 24 o comunque entro l’orario stabilito dalle Amministrazioni Comunali; la riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza. Lo spegnimento alternato o parziale degli apparecchi illuminanti, con conseguente generazione al suolo di zone alternate di luce e ombre, è consentito esclusivamente qualora vengano rispettati i requisiti di sicurezza di uniformità o in aree circoscritte (es. parcheggi, parchi e ambiti privati) in cui non siano richiesti requisiti di uniformità degli illuminamenti.

Il disturbo luminoso dell’impianto in progetto verrà contenuto in modo da andare incontro alle esigenze di risparmio energetico e di basso impatto luminoso sull’ambiente, nel rispetto delle citate Linee Guida; si utilizzeranno delle apparecchiature ‘full-cut-off’ o ‘fully shielded’ (totalmente schermati, un esempio in Figura 2.44), ovvero apparecchi di illuminazione che una volta installati non emettano luce sopra un

piano orizzontale passante per il centro della lampada. L'altezza degli apparecchi sarà ridotta – compatibilmente con le esigenze di sicurezza – e l'illuminazione sarà diretta al suolo, distanziando inoltre in modo adeguato le fonti luminose in modo da garantire un'adeguata illuminazione senza aumentare i punti di luce.



Figura 4.50: Esempio di apparecchio completamente schermato (full cut-off)

Date queste misure, la situazione in fase di esercizio non sarà tale da provocare un reale disturbo sulla componente considerata e si ritiene quindi che l'impatto determinato dalle attività in progetto sia nullo.

Sottrazione di suolo e frammentazione degli habitat

Come già descritto, l'area di progetto è occupata da formazioni arbustive tipiche della macchia mediterranea che stanno progressivamente riattualizzando le aree che in passato erano probabilmente destinate alla coltivazione di essenze arboree.

L'impianto fotovoltaico in progetto presenta una estensione catastale totale di 255,03 ettari e di 87,61 ha recintati. 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 a circa il 77,7% mentre la LAOR (percentuale di superficie ricoperta dai moduli) è pari al 36,3%.

Il progetto prevede infatti una convivenza dell'impianto fotovoltaico con un ambiente semi naturale (inerbimento e mandorleto) al fine di mantenere la funzionalità del suolo in termini di fertilità, accumulo di carbonio organico, permeabilità e regimazione delle acque piovane, nonché in termini di presenza di habitat per alcune specie faunistiche. L'inerbimento dell'area libera sotto i pannelli e tra le file verranno gestite ove compatibile, tramite la pratica del sovescio.

L'inerbimento nell'area libera al di sotto dei pannelli risulta possibile in quanto quando i pannelli si trovano in posizione perfettamente orizzontale, i due margini distano fra loro di 6,8 metri, l'oscillazione delle file di pannelli che inseguono il sole nel suo percorso sulla volta celeste da est a ovest, fa sì che la "lama di luce" si espanda per circa altri 2 metri, esponendo una fascia di circa 9 metri a un'insolazione sufficiente alla crescita di specie vegetali. Lo schema delle strutture nella loro posizione orizzontale è schematizzato in Figura 4.51.

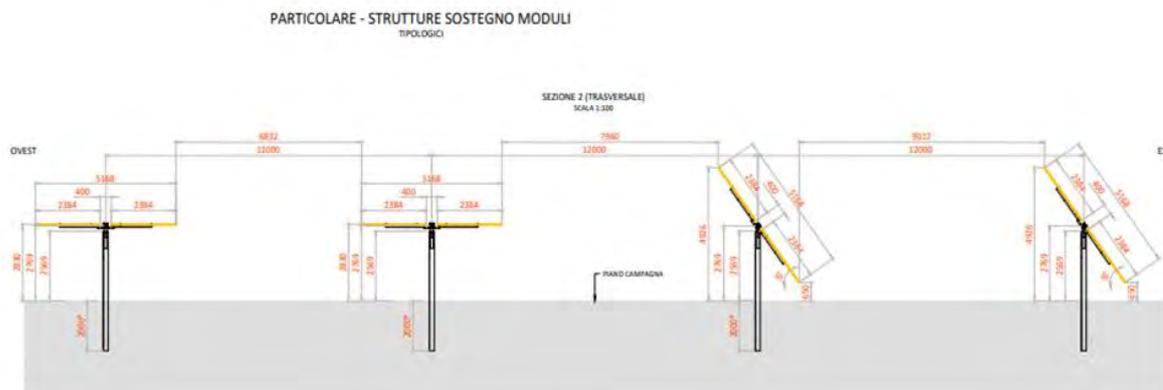


Figura 4.51: Sezione trasversale delle strutture di sostegno dei moduli - scala 1:100

Sarà inoltre realizzata una fascia arbustiva avente una larghezza di 3 m lungo tutto il perimetro e di 5 m in alcuni tratti confinali a ridosso di punti considerati sensibili all'impatto visivo (ad esempio viabilità), La siepe imiterà un'area di macchia mediterranea spontanea ma al tempo stesso sarà funzionale alla mitigazione dell'impatto visivo evitando fenomeni di ombreggiamento nel campo fotovoltaico. L'altezza delle siepi sarà non inferiore a 1,60 metri, come indicato dalle Linee Guida regionali.

La scelta delle specie da utilizzare sarà effettuata tenendo in considerazione tipiche dell'area caratterizzate da rusticità e adattabilità. Tale realizzazione consente l'introduzione di un elemento di diversificazione ambientale che costituisce habitat idonei alla fauna (siepi e filari). La recinzione perimetrale, a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto, sarà formata da rete metallica e sarà sollevata da terra di 20 cm permettendo, in questo modo, il passaggio della meso e micro-fauna. La tipologia di recinzione, per le dimensioni, può costituire di fatto solo parzialmente un effetto barriera agli spostamenti faunistici di Mammiferi di dimensioni medio-grandi, che comunque non si ritiene siano presenti nell'area.

Al termine del ciclo produttivo dell'impianto, questo verrà smesso e le aree saranno rimesse a coltura, ripristinando di fatto la situazione iniziale.

Questo impatto è dunque definibile come trascurabile per la componente in esame e anzi può risultare positivo per la micro e la mesofauna.

Mandorleto superintensivo ed Erbaio Annuale

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). Le scelte progettuali garantiranno la messa a dimora di 5.610 piante, raggiungendo una densità pari a 660 piante per ha;
- Superfici seminatrici per la coltivazione di specie foraggere annuali destinate allo sfalcio e alla fienagione. (area recintata ha 76,68).

La Figura 4.52 mostra la localizzazione spaziale delle superfici destinate alla mandorlicoltura (in blu) e a colture seminatrici (in verde).



Figura 4.52: Localizzazione spaziale delle superfici destinate alla mandorlicoltura (in blu) e a colture seminative (in verde)

Nel caso del mandorleto in progetto, associato all'impianto fotovoltaico, non si ritiene si verifichino impatti significativi, in quanto:

- È previsto un sistema di microirrigazione, che consente – oltre ad un uso efficiente e un risparmio in termini di consumo di acqua – un minore dilavamento del terreno, con ridotte possibilità di dilavamento di sostanze inquinanti nelle acque superficiali;
- L'utilizzo della pratica della fertirrigazione, ovvero lo spargimento di concimazione azotata effettuata con poco anticipo rispetto ai momenti di fabbisogno con metodi irrigui che assicurino una elevata efficienza distributiva dell'acqua, pratica che riduce anche in questo caso il dilavamento delle sostanze nelle acque superficiali;
- 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.
- Negli spazi interfila è previsto l'inerbimento controllato, che consente il contrasto all'erosione del suolo e ai suoi effetti sulla biodiversità e offre porzioni di habitat precedentemente non esistenti nell'area. La pratica dell'inerbimento deriva infatti dall'evidenza che la flora infestante, se opportunamente gestita per ridurre il potere competitivo, può rappresentare una risorsa in grado di incrementare la fertilità del terreno e la biodiversità. Le specie che si succedono in una rotazione culturale saranno raggruppate in tre differenti gruppi: specie depauperanti, specie da rinnovo e specie miglioratrici.



- È previsto l'utilizzo della trinciatura dei sarmenti in situ e della pacciamatura della fila con materiali biodegradabili senza il ricorso al diserbo chimico, con ulteriore riduzione delle immissioni di sostanze inquinanti nell'ambiente;
- È prevista la raccolta annuale meccanizzata 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. Il periodo di raccolta delle mandorle avviene, in genere a fine agosto – inizio settembre, per cui non si prevedono disturbi all'avifauna eventualmente nidificante tra le fronde degli alberi.

In riferimento all'erbaio si evidenzia che:

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

In conclusione si ritiene che mantenendo le pratiche di gestione sostenibile sopra elencate, l'introduzione di elementi di differenziazione degli habitat derivanti dal progetto (siepe arbustivo-arborea esterna, fasce di inerbimento e presenza di mandorleto) possono contribuire alla differenziazione degli habitat e all'aumento delle presenze faunistiche, non solo di entomofauna. Pertanto, alla luce di tali considerazioni si ritengono trascurabili gli impatti sulla biodiversità legati al progetto del mandorleto superintensivo e dell'Erbaio annuale. Si suggeriscono tuttavia alcune misure da adottare nella gestione, in modo da tutelare il più possibile la biodiversità dell'area di progetto.

Disturbo visivo

Il disturbo visivo trattato in questo paragrafo riguarda in particolare l'avifauna che può essere disturbata dal riflesso prodotto dai moduli fotovoltaici installati al suolo.

I meccanismi legati a questo tipo di impatto sono molteplici e comprendono ad esempio l'attrattività per gli Uccelli migratori insettivori a causa della maggiore abbondanza di prede a loro volta attratte dalla luce riflessa o per le specie acquatiche migratrici, dalle quali i pannelli riflettenti possono essere percepiti come corpi d'acqua (ipotizzato "effetto lago"). L'attrazione di queste specie a terra può causare ferimento, morte o arresto della migrazione (Chock et al., 2020). Inoltre, presso gli impianti fotovoltaici i riflessi sulla superficie dei pannelli creano luce polarizzata che attrae organismi sensibili, inclusi molti insetti; le specie insettivore potrebbero beneficiare dell'incremento di disponibilità di prede ma in cambio risentono dei potenziali pericoli di collisione con le superfici riflettenti e dell'aumento di competizione per la risorsa trofica (Chock et al., 2020).

A tal riguardo, nel corso dell'ultimo decennio, col progredire dell'efficienza dei moduli fotovoltaici impiegati in grandi impianti come quello in oggetto, si è raggiunto un elevato standard che permette di comprimere le perdite per riflessione che rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico. I moduli impiegati sono provvisti di soluzioni in grado di

minimizzare tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica.

Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari. L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temperato anti-riflettente ad alta trasmittanza il quale dà alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestate. Al fine di minimizzare la quantità di radiazioni luminose riflesse, inoltre, le singole celle in silicio cristallino sono coperte esteriormente da un rivestimento trasparente antiriflesso in grado di minimizzare il riflesso e di far penetrare più luce nella cella; in assenza di questi accorgimenti la tecnologia sarebbe inutilizzabile perché la sola superficie in silicio rifletterebbe circa il 30% della luce solare.

Il fenomeno di abbagliamento inoltre è stato registrato esclusivamente per le superfici fotovoltaiche "a specchio" montate sulle architetture verticali degli edifici e poco probabile per gli impianti posizionati su suolo. Inoltre, i nuovi sviluppi tecnologici per la produzione delle celle fotovoltaiche, fanno sì che, aumentando il coefficiente di efficienza delle stesse, diminuisca ulteriormente la quantità di luce riflessa (riflettanza superficiale caratteristica del pannello; le caratteristiche intrinseche dei pannelli utilizzati rendono minimo l'effetto riflesso massimizzando l'assorbimento della luce nella cella.

Sulla base di tali considerazioni si ritiene trascurabile l'impatto dovuto al disturbo visivo e all'eventuale abbagliamento correlato alla realizzazione dell'impianto in esame.

Variazione del campo termico

Ogni pannello fotovoltaico può generare nel suo intorno un campo termico che può arrivare anche a temperature dell'ordine di 70 °C. Questo comporta la variazione del microclima sottostante i pannelli, inoltre il riscaldamento dell'aria oltre a un effetto microclimatico determinato dalla separazione che si genera fra l'ambiente sopra e quello sotto i pannelli, in particolare se molto ravvicinati e su vasta area, con esiti opposti fra estate e inverno.

La variazione del microclima nel senso del surriscaldamento può avere effetti sulla fauna locale, in particolare su entomofauna ed eventualmente su fauna minore (Rettili e micromammiferi), cambiando le condizioni microclimatiche e di conseguenza la composizione delle comunità o le modalità di utilizzo dell'area. Inoltre, alte temperature combinate ad elevata siccità possono causare la combustione dello strato vegetativo superficiale sottostante l'impianto (rischio di incendio per innesco termico).

Nel caso del progetto in esame, tuttavia, l'altezza delle strutture di sostegno e le caratteristiche dei moduli stessi consentono una sufficiente circolazione d'aria sotto i pannelli evitando un eccessivo surriscaldamento del microclima locale, limitando di conseguenza modificazioni ambientali a esso connesse. L'impatto si ritiene pertanto nullo sulla componente in esame.

Impatti cumulati

Gli impatti cumulativi in generale sono il risultato di una serie di attività, scarichi ed emissioni, ciascuno dei quali potrebbe non risultare significativo ma, combinandosi o sovrapponendosi, creano potenzialmente un impatto significativo sui recettori considerati. Per l'individuazione di altri impianti nell'area di studio si rimanda al paragrafo 2.6.

Come già evidenziato, gli impatti non nulli derivanti dall'intervento in progetto (emissioni atmosferiche, emissioni sonore, immissioni inquinanti, traffico veicolare) non provocano sostanziali differenze dalla situazione attuale della zona. L'unico potenziale impatto complessivo potrebbe derivare dalla sottrazione di habitat e dall'aumento di frammentazione dovuto all'insieme di tutti gli impianti esistenti sul territorio. Le misure che saranno adottate per il presente impianto, elencate sopra e volte al mantenimento della funzionalità agricola del territorio, unitamente alle misure di mitigazione descritte

nel paragrafo successivo dovrebbero essere sufficienti a contenere gli effetti legati alla perdita di habitat.

Alla luce delle considerazioni effettuate sull'entità degli impatti e sulle misure progettuali di contenimento, si ritiene che gli impatti cumulativi sulle componenti considerate dovuti all'impianto in esame siano trascurabili e, in ogni caso, reversibili/mitigabili.

Impatto sulla componente – Fase di dismissione

Per quanto riguarda la fase di dismissione, i possibili impatti a carico della biodiversità rientrano nelle tipologie già trattate.

Nel dettaglio, i moduli dismessi saranno trattati come rifiuti speciali e smaltiti secondo la normativa vigente, così come i pali e i telai di supporto. I cavidotti e tutti i materiali elettrici in rame saranno dismessi e riciclati, tale elemento infatti nel processo di riciclo non emette sostanze nocive per l'ambiente e risulta riutilizzabile al 100%, tanto che in Europa il rame è una delle materie prime di cui si dispone maggiormente, pur non essendoci miniere.

I lavori di smantellamento saranno effettuati secondo un piano che terrà conto della normativa vigente. Dal punto di vista della biodiversità, gli impatti saranno essenzialmente rappresentati dalle emissioni atmosferiche, emissioni sonore, immissioni inquinanti, traffico veicolare. Come evidenziato nei relativi paragrafi, tali attività hanno un impatto nullo/trascurabile (in questa fase reversibile) e saranno adeguatamente contenute dalle stesse misure adottate in fase di cantiere.

4.3.3 Azioni di mitigazione

Le misure di mitigazione si possono suddividere in due tipologie, in base al disturbo che si intende ridurre:

1. Azioni di mitigazione delle operazioni dei mezzi e dell'approntamento e dismissione dell'impianto (fase di cantiere e di dismissione);
2. Azioni di mitigazione della fase di esercizio dell'impianto.

Le misure precauzionali suggerite per il punto 1 sono per lo più correlate sia alle tempistiche di svolgimento dei lavori sia ai presidi per l'abbattimento e la diminuzione delle emissioni atmosferiche e sonore e alla corretta gestione dei trasporti e della posa dei moduli dell'impianto.

Al fine di evitare al minimo la dispersione di polveri e rumori, è necessario che i mezzi coinvolti nell'approntamento dei diversi lotti di moduli fotovoltaici e nel trasporto circolino a velocità ridotte e che si eviti di tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e macchinari. È inoltre prevista la copertura tramite teli antivento dei depositi e degli accumuli di sedimenti che si creeranno durante la fase di cantiere, nonché operazioni di bagnatura (bagnatura delle gomme degli automezzi; umidificazione del terreno nelle aree di cantiere per impedire il sollevamento delle polveri, specialmente durante i periodi caratterizzati da clima secco). Inoltre si prescrive, laddove possibile, l'utilizzo della viabilità preesistente l'intervento.

Per quanto concerne il punto 2 si prevede:

- L'inerbimento del terreno;
- La piantumazione di una siepe sempreverde perimetrale.

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.

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 rappresentata 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.

Le specie scelte 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 prevede una rotazione biennale con assenza di ristoppio: nel corso degli anni si alterneranno una coltura depauperante (orzo, graminacea) ed una miglioratrice (trifoglio, leguminosa). La Tabella 2.5 mostra il dettaglio dell'avvicendamento colturale proposto.

Tabella 4.5: 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											

Per tutte le aree a inerbimento l'utilizzo di fiorume locale, uno sfalcio all'anno (al massimo⁷) 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

⁷ 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.

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.

Per quanto concerne le colture arboree costituenti la siepe perimetrale è prevista la realizzazione di 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.

I bordi dei campi fotovoltaici sono infatti una componente significativa degli impatti visivi a scala di contesto; come indicato nelle Linee Guida regionali 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. Il progetto prevede 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.

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 4.53) sono stati rilevati individui di:

Centaurea minore *Centaurea erythraea*: 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;

1. 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;
2. 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;
3. 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;
 4. 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;
 5. 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.

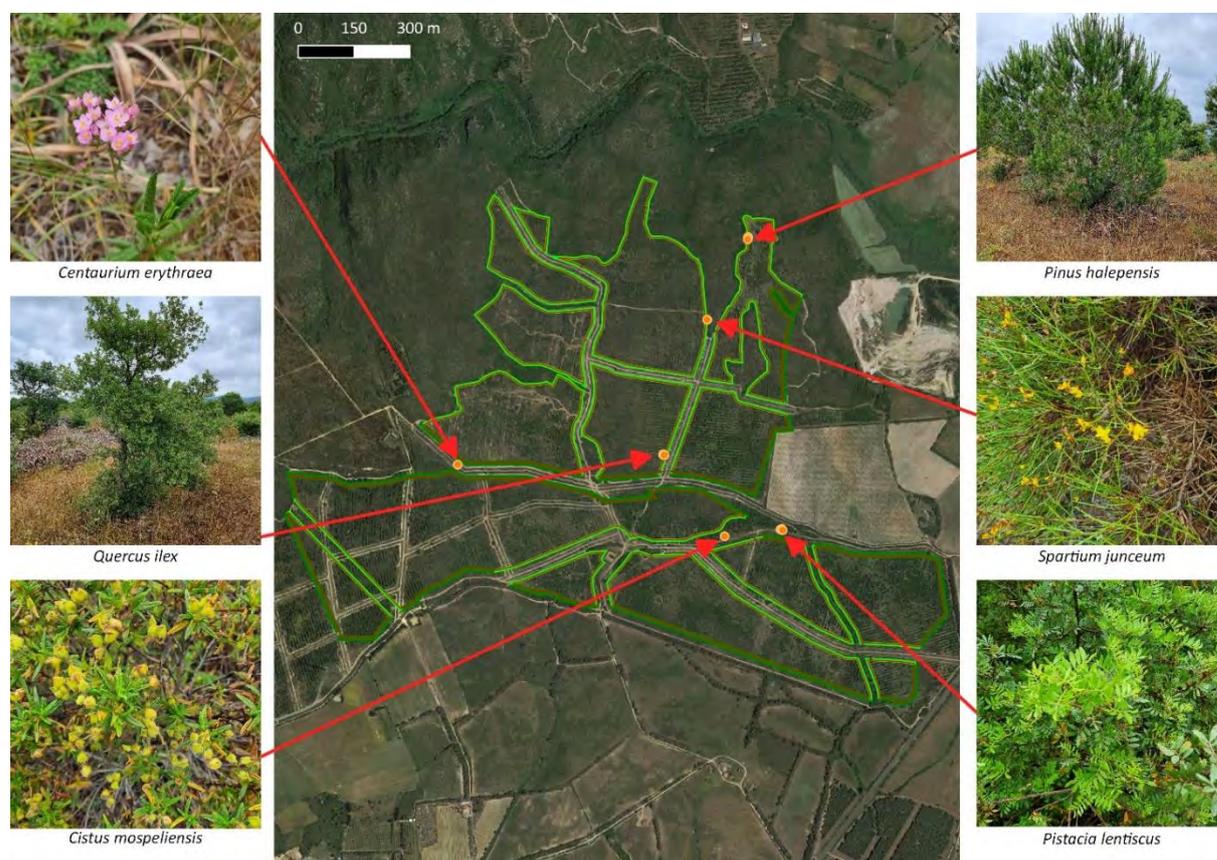


Figura 4.53: Specie vegetali individuate nel corso dei sopralluoghi

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 4.6 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 4.6: Prospetto delle specie utilizzabili per la siepe perimetrale di mitigazione, con l'indicazione dell'habitus (arbustivo, arboreo), l'utilizzo da parte degli impollinatori⁸ e l'importanza per questi (* = specie scarsamente bottinata; ** = specie discreta)

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 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 Figura 4.54 riporta la 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.

⁸ 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).



Figura 4.54: 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

La siepe sarà costituita da essenze arbustive a diverse altezze, disposte su due filari secondo lo schema riportato nella Figura 2.50 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. 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.

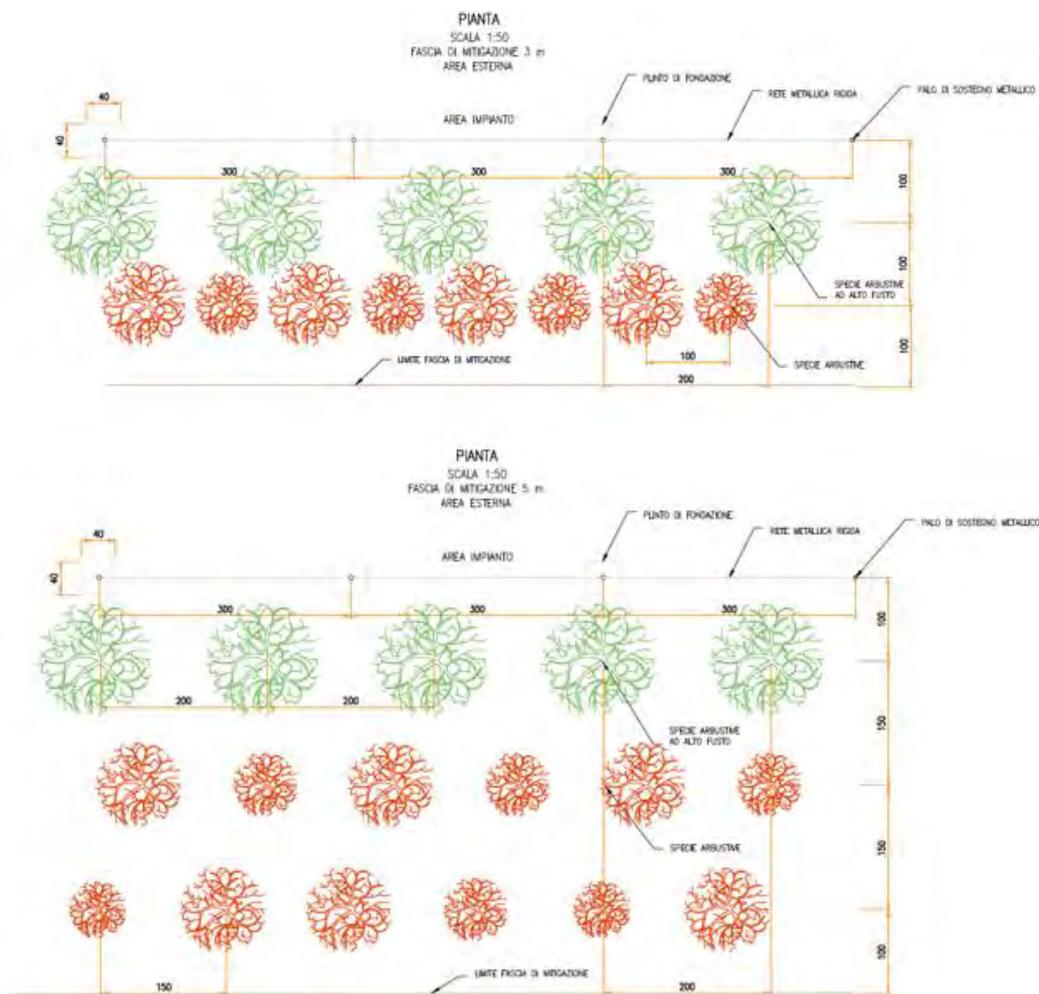


Figura 4.55: Tipologici della siepe perimetrale

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 (Figura 4.56).



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 4.56: Distribuzione indicativa delle specie all'interno della siepe perimetrale

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.

4.4 SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE

4.4.1 Descrizione dello scenario base

Inquadramento geologico

La conoscenza delle caratteristiche geologiche del territorio è di fondamentale importanza per qualsiasi attività o intervento che si voglia realizzare nello stesso. Questo capitolo si caratterizza con l'inquadramento geologico generale del bacino carbonifero Sulcitano con riferimento all'area vasta del comune di Carbonia.

Geologia generale dell'area vasta

L'area del comune di Carbonia è sostanzialmente divisa in due grandi blocchi il primo appartenente alla successione cambriana che si estende da N-NW sino a S-SE mentre il secondo blocco appartenente alle successioni eoceniche e recenti, in discordanza con il primo blocco, e copre in linee generali, il settore che va da N-NW a S-SE.

Nel grande blocco cambriano, affiorano i terreni più antichi, essi sono costituiti dai termini del Cambriano e dell'Ordoviciano Il secondo grande blocco che caratterizza l'area del Comune di Carbonia inizia con uno strato di base appartenente alla cosiddetta Formazione del Miliolitico per continuare verso l'alto con la nota formazione del produttivo a cui si sovrappongono la formazione del Cixerri e quindi la grande copertura vulcanica che ricopre gran parte dei comuni limitrofi a quello di Carbonia da NW a S.

La copertura vulcanica tipica dell'area del Sulcis si rinviene all'interno dell'area in 18 unità appartenenti a due diversi settori, quello di Seruci – Matzaccara costituito da alternanze di Ignimbriti, depositi continentali e lave basaltico andesitiche e flussi piroclastici e quello di Sa Truixedda – Monte San Michele Arenas – Monte Palmas costituito da una alternanza di lave andesitiche, brecce caotiche e andesiti.

Il pleistocene è caratterizzato nell'area vasta da depositi sabbiosi e da depositi alluvionali.

Mentre l'olocene è caratterizzato nell'area vasta da depositi alluvionali ciottolosi sabbiosi e/o limosi e da depositi sabbiosi. Inoltre è presente l'attuale che nell'area del territorio comunale si rinviene in modo sparso e soprattutto in prevalenza nei territori interessati da coltivazioni minerarie e depositi antropici costituiti dalle discariche di R.S.U. e industriali di Carbonia quali. Tra le discariche minerarie più imponenti si segnalano quelle della grande miniera di Serbariu, Orbai, etc...

Descrizione lito-stratigrafica

Il settore in esame s'inserisce nel contesto geologico della Sardegna meridionale nel quale sono presenti in parte litologie sedimentarie dell'oligocene, quelle vulcaniche e sedimentarie del miocene e quelle del quaternario antico e recente.

In particolare sul settore centro orientale e settentrionale affiorano le litologie sedimentarie della formazione del cixerri (CIX), la quale rappresenta la stratigrafica dell'area in studio. Le rocce di questa formazione sono costituite da una alternanza di argille siltose di colore rossastro, arenarie quarzose in bancate con frequenti tracce di bioturbazioni e conglomerati poligenici debolmente cementati.



Più limitatamente sul settore centro – settentrionale affiorano le rocce vulcaniche di tipo riolitico riconosciute come Rioliti di Monte Crobu (CBU), formate da depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico i quali risultano da mediamente saldati poco saldati (tufi, lapilli e tufi a lapilli)

In continuità stratigrafica, affiorano in maniera più estesa, sul settore settentrionale e occidentale dell'area in studio, le Rioliti di Nuraxi (NUR), anch'esse formate da depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico.

Sempre sul settore settentrionale affiorano le Comenditi AUCT. (CDT), costituite da depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica di tipo comenditico da molto saldati e poco saldati.

A contatto con le comenditi sono presenti le Rioliti di Seruci (SRC), formate sempre da depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico ma, si differenziano dalle altre unità vulcaniche in quanto risultano molto addensate e saldate.

Sul settore più settentrionale dell'area in studio affiorano le Rioliti Iperacaline di Monte Ulmus (ULM), costituite da depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico iperacalino con cristalli liberi di quarzo, sanidino etc..., di colore grigio bruno.

In continuità stratigrafica, sul settore SW dell'area in studio, affiorano le Rioliti di Paringianu (PRU), costituite anch'esse da depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico con alternanze di depositi di caduta.

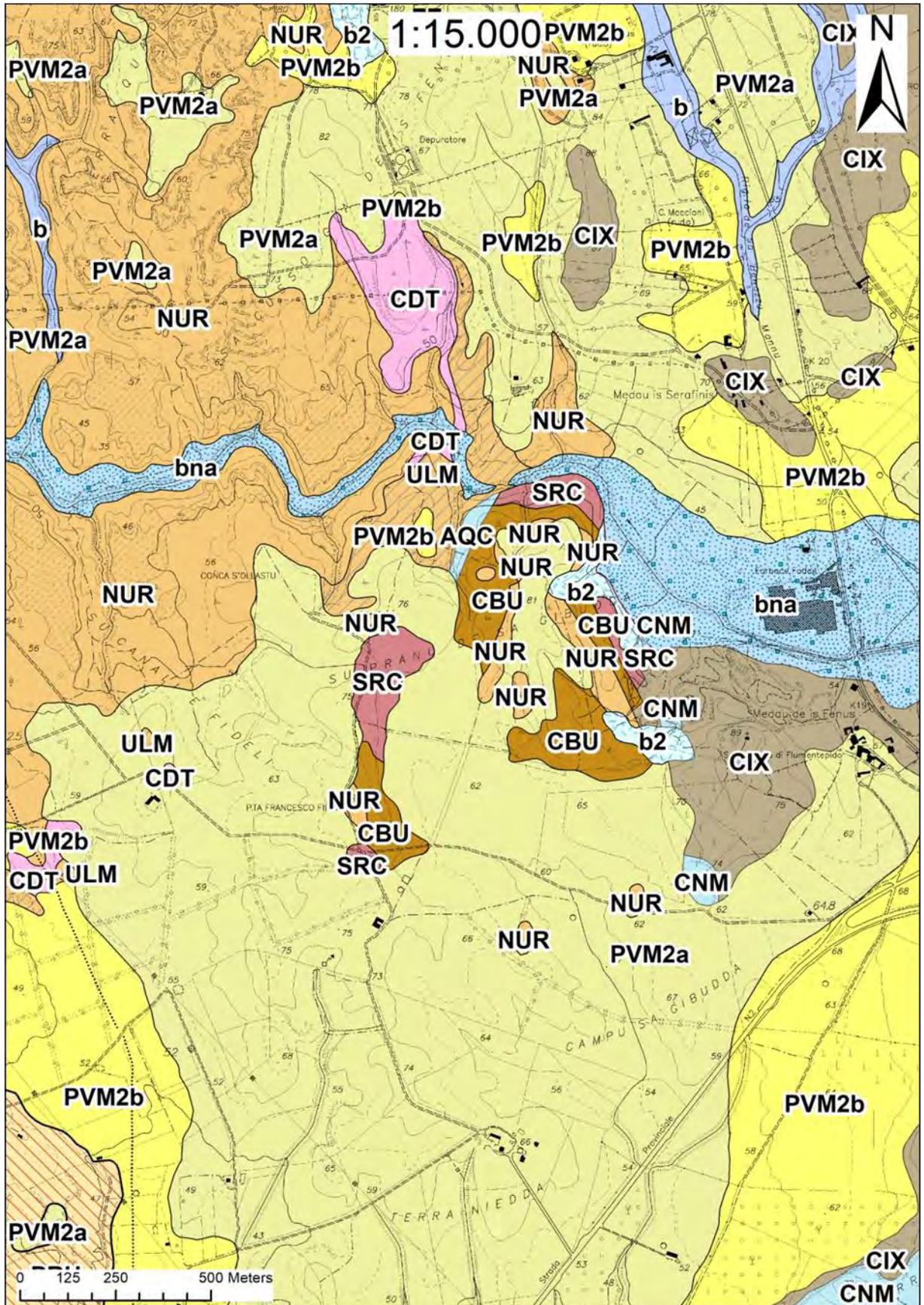
Sul settore centrale, settentrionale e meridionale in maniera estesa, affiorano i sedimenti alluvionali del quaternario più antichi, ovvero la parte bassa del Sistema di Portovesme (PVM2b), costituiti in generale da sabbie medio grossolane più o meno ferrettizzate, il colore rossastro di questi depositi è legato ai fenomeni di ossidazione della frazione argillosa in ambiente subaereo con formazione di ematite ferrosa. I livelli sabbiosi hanno composizione prevalentemente quarzoso feldspatica derivanti dall'alterazione dei litotipi granitici, i granuli sono poco arrotondati ed elaborati e fortemente cementati dagli ossidi di ferro e dall'argilla illuviale. Il grado di addensamento di questi depositi è generalmente elevato e in giacitura caotica.

La parte alta della formazione del Sistema di Portovesme (PVM2a), affiora sull'area nei settori più orientali, occidentali e in parte settentrionali. I depositi della parte alta sono costituiti da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie.

Sul settore centrale da W a E dell'area in studio, affiorano i depositi terrazzati Olocenici (bna), costituiti da ghiaie con subordinate sabbie. Gli spessori di questi sedimenti sono variabili e mai uniformi, in generale sono molto addensati e il colore va da arancio scuro per fenomeni di pregressa ossidazione.

Limitatamente sul settore centrale e settentrionale dell'area in studio, si osservano le coltri eluvio colluviali (b2), costuite da detriti grossolani immersi in matrice sabbioso – siltosa, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti e arricchiti in frazione organica.

Lungo le sponde di corsi d'acqua che scorrono sull'area d'interesse, affiorano i depositi alluvionali olocenici (b), costituiti da sabbie e ghiaie con differente grado di addensamento.



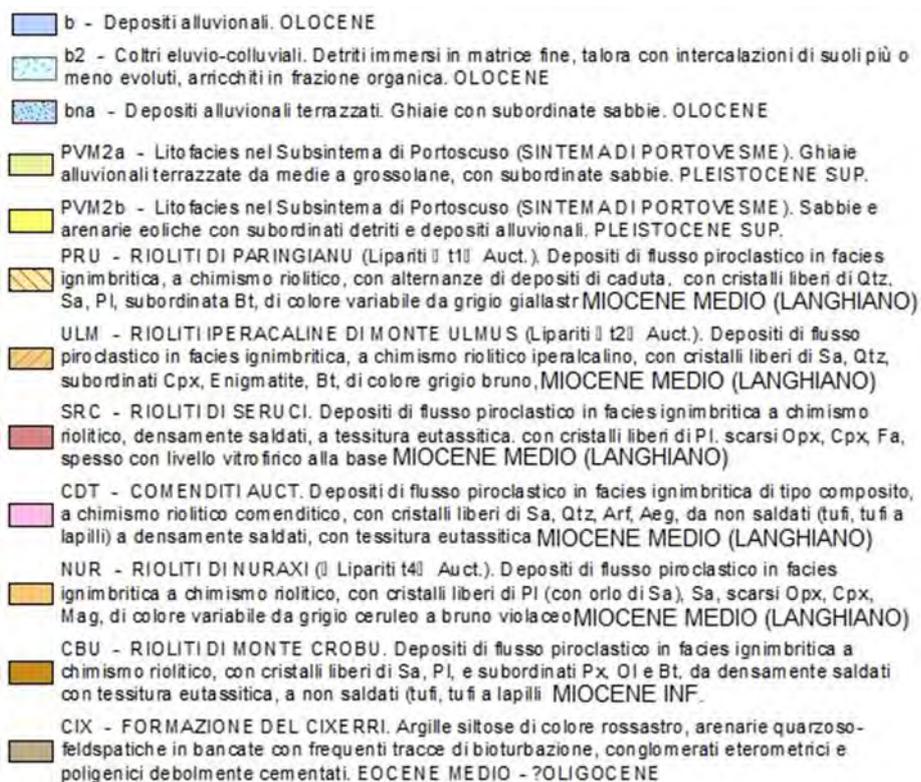


Figura 4.57: Stralcio della Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000, curata dalla RAS

Geologia locale

La gran parte del sito in studio è costituita da coltri alluvionali pleistoceniche attribuite al subsistema di Portoscuso, in particolare si ritiene che nel sito siano presenti depositi di ambiente alluvionale (PVM2a) con a tratti una sottile copertura di sabbie alluvionali rimaneggiate dal vento, quindi di ambiente eolico (PVM2b).

L'età pleistocenica superiore del subsistema è stata confermata da tre determinazioni radiometriche effettuate nell'ambito del Progetto CARG con il metodo 14 C. A Portoscuso (coord.: 4976-3835) la determinazione 14 C, effettuata su molluschi polmonati di un livello sabbioso-siltoso di interduna, ha dato un'età di 11.420±40 anni BP.

I depositi alluvionali sono in genere grossolani (ghiaie grossolane sino a blocchi), con clasti a spigoli da sub-angolosi a sub-arrotondati. Questi sedimenti localmente presentano stratificazioni incrociate concave, in genere di limitata ampiezza e profondità. Ai livelli ghiaiosi sono intercalati lenti e livelli di sedimenti fini (sabbie e silt). Questi caratteri sono riferibili a corsi d'acqua a canali intrecciati.

Questi depositi alluvionali rappresentano i residui di estese conoidi alluvionali variamente incise e terrazzate. La base dei depositi modellata sul substrato è spesso lievemente inclinata verso la pianura, a testimoniare che prima della fase di aggradazione sono stati modellati glacis più o meno estesi, come peraltro segnalato anche in altre parti della Sardegna (Barca et alii, 1981b).

Nel sito in studio questi corpi alluvionali sono formati da alternanze di livelli sabbiosi, con ciottoli più o meno abbondanti con dimensioni da centimetriche a decimetriche, piuttosto elaborati. Sono estremamente addensati e hanno nel complesso eccellenti caratteristiche geotecniche.

Sono ricoperti da suoli sabbiosi con scarso contenuto di materiale organico.

Inquadramento geomorfologico

I caratteri morfologici che si evidenziano nel Sulcis sono essenzialmente riconducibili alla presenza di un grande espandimento vulcanico di natura generalmente ignimbratica con giacitura in prevalenza tabulare, oggi smembrato in zolle disposte a varia altezza, le quali presentano un generale sbandamento verso SW ed una pendenza media intorno all'8-10%.

Quest'espandimento ignimbratico che è stato suddiviso in varie unità principali, (Assorgia et Al., 1992), ed è stato oggetto nel tempo degli agenti del modellamento del rilievo (acqua, vento, variazioni termiche) e, soprattutto, delle forze endogene che smembrandolo e dislocandolo hanno accentuato i processi erosivi. Testimoni di questo fatto sono le due principali direttrici tettoniche in direzione N-S ed E-W. Lungo queste direttrici si sono impostate delle incisioni, decisamente pronunciate che consentono di seguire le successioni degli episodi ignimbratici così come avviene negli acrocori formati in corrispondenza degli alti strutturali (horst tettonici) come il Monte Sinni ed il Monte Sirai.

Lungo le suddette incisioni affiora, al di sotto delle vulcaniti la formazione sedimentaria del Cixerri.

Infatti, a causa della nota faglia detta di "Cortoghiana", la predetta formazione affiora sul lato Est del bacino Sulcitano, ove il paesaggio, si presenta caratterizzato da rilievi "mammellonari" che determinano una generale morfologia collinare.

La zona a E del Comune di Carbonia presenta una morfologia più aspra dovuta a rilievi appartenenti al basamento paleozoico. Mentre nella zona a Sud della città di Carbonia, essa si

presenta formata da vulcaniti di natura andesitica caratterizzata da corpi lavici di forma cupoliforme che danno origine ad una morfologia decisamente più accidentata di tipo montuoso - collinare.

A causa della morfologia ondulata, questi sedimenti, per quanto notevolmente addensati, possono essere soggetti ad un dilavamento diffuso, talora concentrato, dal ruscellamento delle acque piovane.

Tettonica

Nell'area del comune di Carbonia, considerando anche la complessità delle strutture geologiche che caratterizzano la stessa, riveste un ruolo importante. Il sistema di faglie che interessa tutta la sequenza terziaria controlla spesso i principali elementi morfologici degli affioramenti; la direzione è prevalentemente N-NW e S-SE e coniugata, e, subordinatamente, E-W. A causa di queste strutture l'intero bacino e quindi di conseguenza anche il giacimento, sono suddivisi in diversi blocchi che giacciono a diverse quote generalmente approfondite in direzione S-SW, dando così origine ad una morfologia simile ad un semigraben (Carbosulcis S.p.A., 1994). Nel 1990 De Candia A., Coccozza T., Gandin A. – Rapporto Interno Carbosulcis ecc. attribuiscono all'intervallo tra il Miocene (Messiniano) ed il Quaternario Pre-Tirreniano (Mindel) che gli eventi tettonici si sono verificati globalmente nella fase post-deposizionale, in particolare per quanto riguarda il produttivo. Dai dati più recenti nell'ambito del produttivo si desume che vi è stata un'attività tettonica sindeposizionale, che è certamente in accordo con l'evoluzione dell'intero bacino. Quest'attività è stata com'è ovvio un'attività decisamente blanda. Originariamente il bacino aveva giacitura e andamento regolare al quale sono andati a sovrapporsi gli elementi tettonici che ne hanno modificato significativamente quella che era la geometria e la giacitura del Produttivo. Ne risulta che nell'area, tutto il Produttivo, limitatamente alle direttrici all'interno delle quali risulta contenuto, viene sollevato o abbassato, spesso basculato, dando origine ad una struttura a blocchi di dimensioni variabili con geometria abbastanza costante che spesso si ripete a differente scala dimensionale. L'entità del rigetto delle varie zolle o blocchi varia dal metro alla decina di metri. Questo tipo di assetto geometrico ha creato fin dai tempi delle prime coltivazioni minerarie diversi problemi.

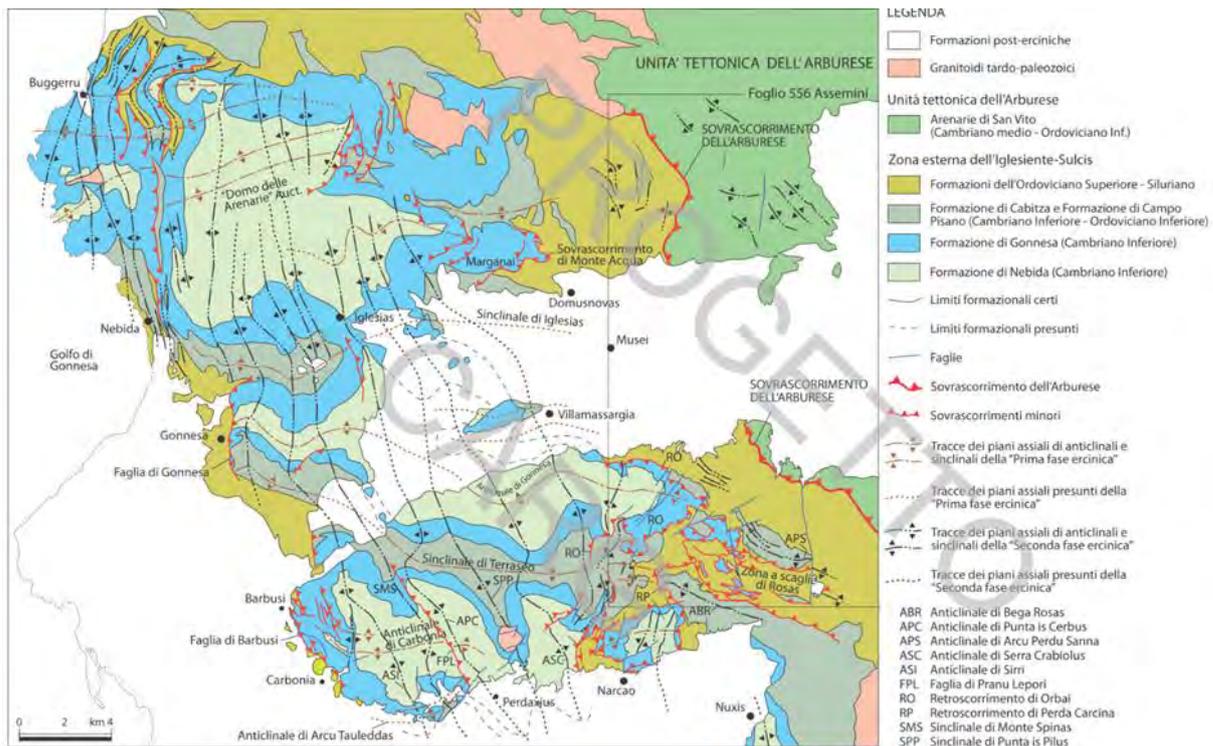
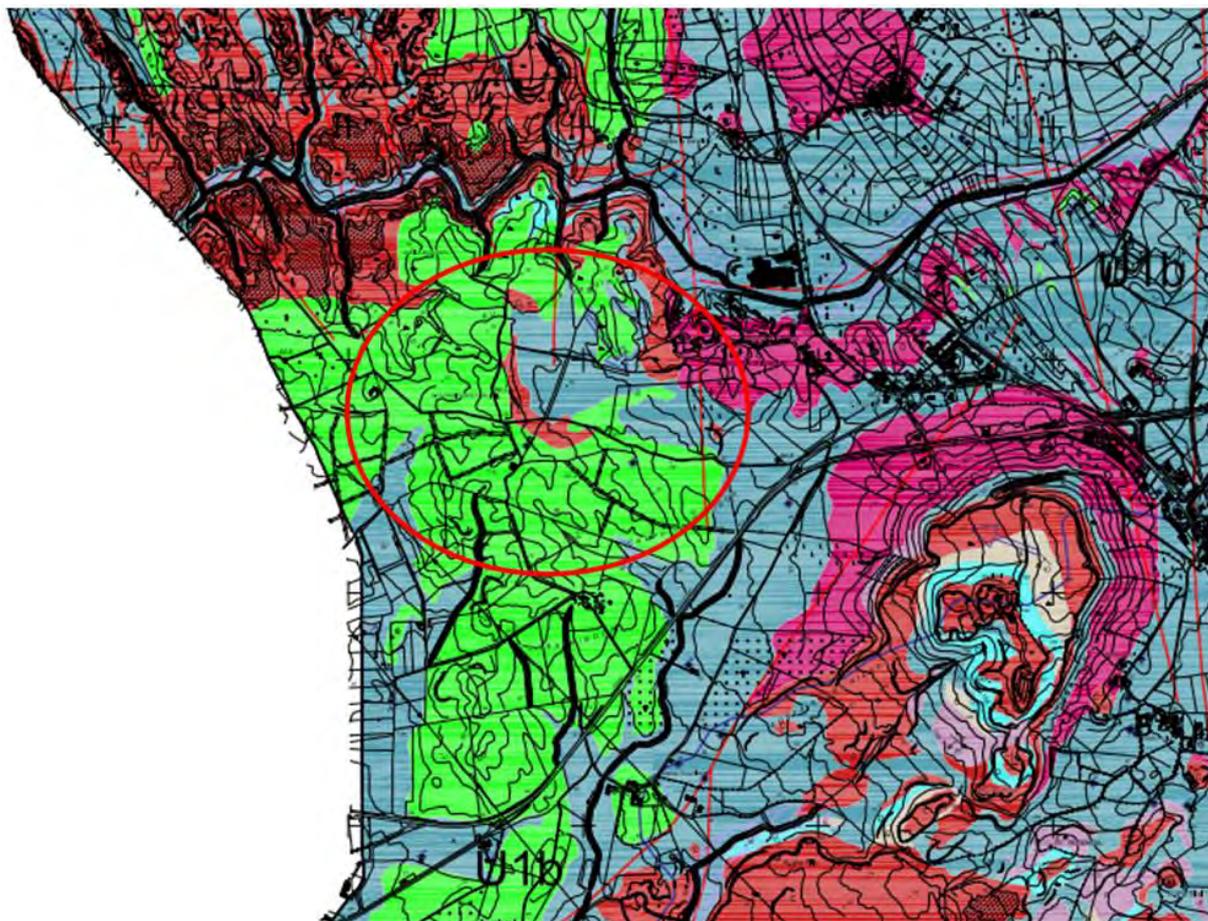


Figura 4.58: Schema strutturale del basamento ercinico del foglio 556 (estratto dalle note illustrative CARG)

Inquadramento idrogeologico



Unità dei terreni attuali e delle alluvioni Oloceniche			
A	2	2a	Discariche minerarie, discariche R.S.U., discariche industriali, depositi sabbiosi sia fini che grossolani, talora a elevata componente limosa, incoerenti o scarsamente addensati, spesso rimaneggiati da attività antropica, formanti la coltre detritica sia su substrato litoidale sia su substrati più o meno coerenti, depositi sabbioso-limosi di fondo valle talora associati a depositi alluvionali dei corsi d'acqua secondari, depositi alluvionali ciottolosi sabbiosi e/o limosi e depositi clastici sia fini che grossolani.
Unità delle alluvioni Pleistoceniche			
B	2	2b	Depositi alluvionali ciottolosi-sabbiosi a moderata componente limosa, poligenici ed eterometrici incoerenti, ben classificati, talora mediamente cementati e addensati con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi o limoso-argillosi, depositi sabbiosi talvolta a elevata componente limosa, moderatamente addensati e talora cementati da carbonati formanti i campi dunari pleistocenici (Wurmiani) dovuti a sedimentazione eolica, di colore giallastro-rossiccio, sono generalmente ben stratificati.
Unità vulcanica ignimbritica Miocenica			
C	7	7a	Ignimbriti comenditiche intensamente vescicolate o vetrose nella parte basale (Unità di Monte Ulmus), talora saldate e a struttura eutassica (Unità delle "Comendite" Auct.), ignimbriti riolitiche saldate in potenti coltri, spesso con livello vetroso basale, porfiricità accentuata, specie nella parte centro-somitale (Unità di Nuraxi), ignimbriti riolitiche, a struttura eutassica in più unità di flusso (Unità di Monte Crobu), ignimbrite riolitico-riodacitica a struttura eutassica talora con facies vetroso-basale (Unità di Seruci), ignimbrite dacitica, a struttura eutassica con frammenti lavici e facies vetroso-basale (Unità di Corona Maria)

Figura 4.59: Carta idrografica del Comune di Carbonia con dettaglio sull'area di studio (cerchio rosso)

Inquadramento sismico

Le NTC 2018 fissa i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e aggiorna le norme tecniche per le costruzioni nelle medesime zone.

L'art. 2 dell'Ordinanza OPCM 3274 del 2003 prevede che siano le Regioni, sulla base dei Criteri generali indicati dallo Stato ad individuare, formare ed aggiornare l'elenco delle zone sismiche.

Le Zone Sismiche sono fissate in numero di quattro, in funzione di quattro valori significati delle accelerazioni sismiche di progetto. Tutta la Sardegna appartiene alla Zona Sismica 4. L'assegnazione a tutto il territorio regionale della Sardegna a questa zona è stata in seguito confermata nell'Ordinanza del 2006 (OPCM 3519).

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV (Meletti C. e Valensise G., 2004). Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro più completo e aggiornato a livello nazionale.

Dall'analisi dei risultati riportati nella ZS9 si può evidenziare che la regione interessata dal progetto non è caratterizzata da nessuna area sorgente di particolare rilievo.

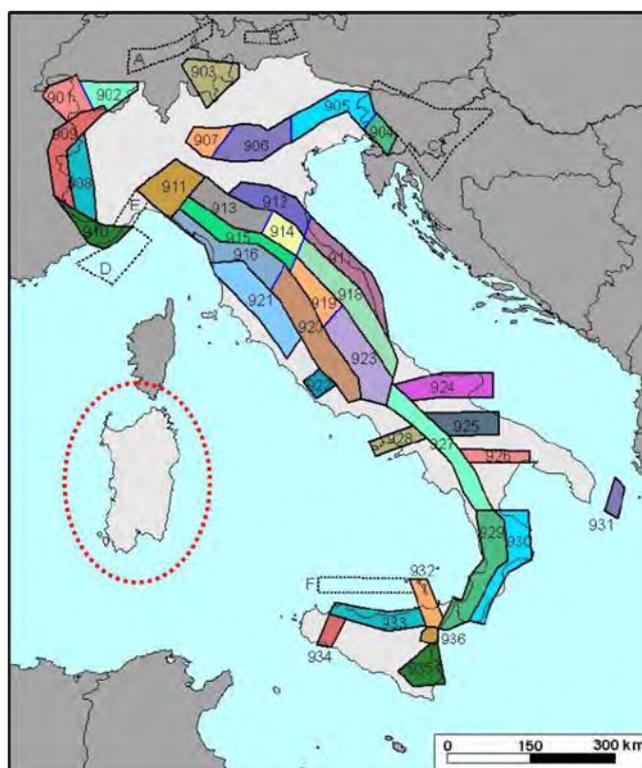


Figura 4.60: Mappa della zonizzazione sismogenetica ZS9 dell'Italia

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) già con il D.M. 14/01/2008, recentemente sostituito dal DM del 17/01/2018, si introduceva il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La "pericolosità sismica di base", nel seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture connesse con il funzionamento di opere come i metanodotti.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno).

Il reticolo di riferimento delle NTC 2018 suddivide l'intero territorio italiano in maglie elementari di circa 10 Km per 10 Km, per un totale di 10751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno (T_r) considerati dalla pericolosità sismica, sono forniti tre parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto:

- a_g accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica orizzontale (espressa in $g/10$);
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_{c^*} periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in s).

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione dell'opera rispetto ai nodi del reticolo di riferimento.

Le accelerazioni orizzontali massime attese al bedrock (a_g) non sono più valutate genericamente sulla base dell'appartenenza del comune in cui realizzare l'opera ad una zona sismica, ma sono calcolate in funzione dell'effettiva posizione geografica del sito ove sarà realizzata l'opera.

In particolare, la classificazione sismica del territorio nazionale è articolata in 4 zone a diverso grado di sismicità espresso dal parametro a_g = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

La Sardegna è classificata come categoria 4.

I valori convenzionali di a_g espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

Tabella 4.7: Valori massimi di a_g attesi per zona sismica

Zona	a_g
1	0.35 g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

Stato qualitativo acque sotterranee

La Figura 4.61 riporta la carta della permeabilità dei suoli scaricabile del geoportale della Regione Sardegna e mostra che l'opera in progetto ricade su suoli a media alta permeabilità.

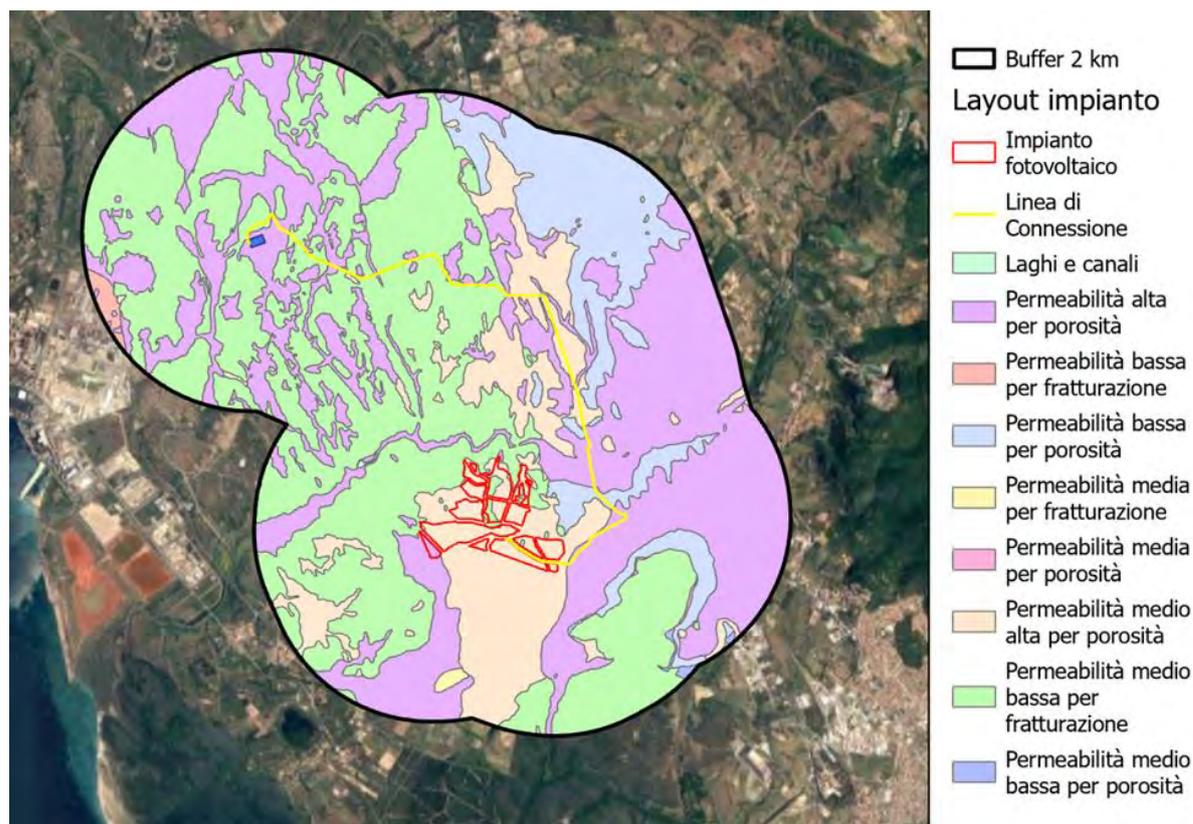


Figura 4.61: Carta della permeabilità dei substrati della Regione Sardegna 1:25.000, aggiornamento 2019 (fonte: Geoportale Regione Sardegna)

Per la valutazione dello stato chimico e quantitativo della componente acque sotterranee nell'area di intervento sono state visionate le informazioni delle analisi elaborate dalla Regione Sardegna nel Piano di Tutela delle Acque (PTA) e nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (PGDI). Come emerge dal PGDI, il sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna per il comparto civile, irriguo ed industriale utilizza, per la maggior parte, acque superficiali immagazzinate e regolate da invasi artificiali. Le stesse acque sono utilizzate in alcuni casi anche per la produzione di energia idroelettrica. Le acque sotterranee sono utilizzate soprattutto per fabbisogni locali.

Nell'area vasta, mostrata in Figura 4.62, sono presenti Acquiferi Sedimentari Plio Quaternari (acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Chilivani-Oschiri e Acquiferi Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Chilivani-Oschiri).

I complessi acquiferi significativi sono stati individuati sulla base della loro potenzialità e, secondariamente, della loro vulnerabilità intrinseca, ovvero la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo. Per quanto riguarda questo secondo aspetto è disponibile solo la tavola relativa agli acquiferi sedimentari terziari, di cui si riporta uno stralcio centrato sull'area vasta (), dove è valutata una vulnerabilità medio-bassa.



Figura 4.62: Stralcio Tavola 4a del PTA della Sardegna. In arancione la localizzazione indicativa dell'area vasta. Fonte: autorità di bacino della Regione Sardegna, Piano di Tutela delle Acque

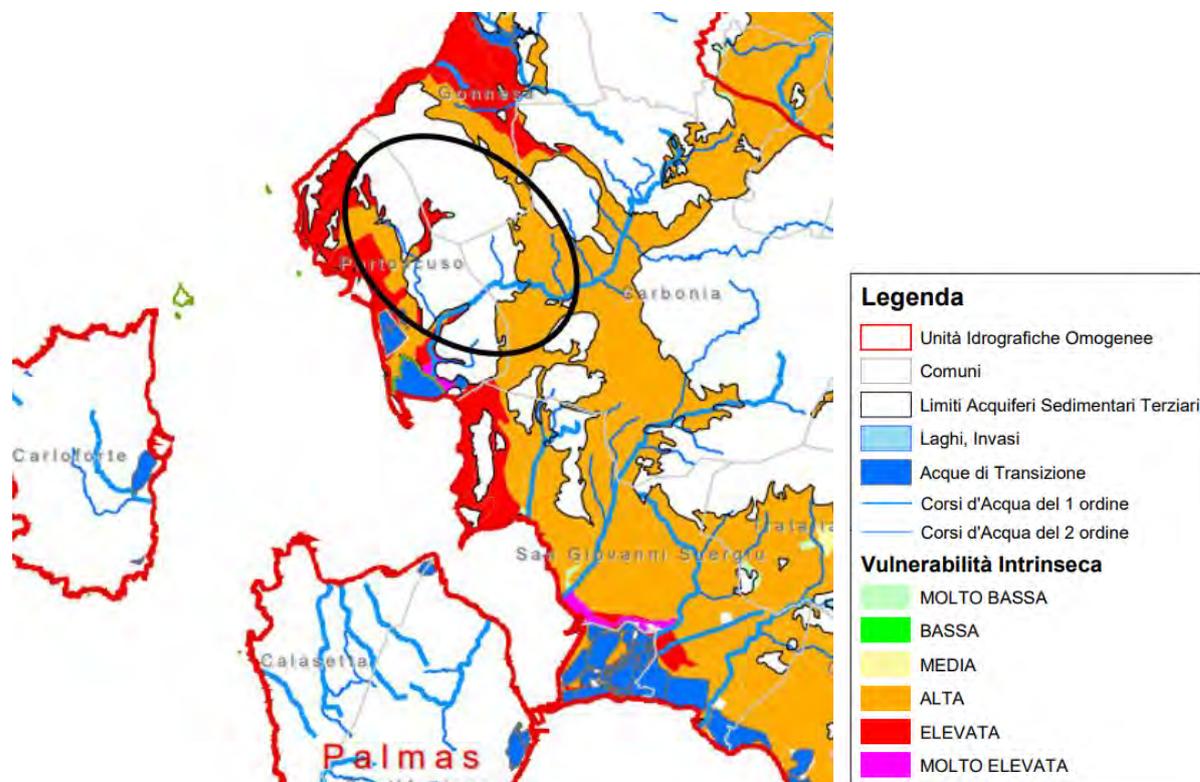


Figura 4.63: Stralcio carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sedimentari plio quaternari (tavola 8a del PTA della Sardegna). In nero la localizzazione indicativa dell'area vasta

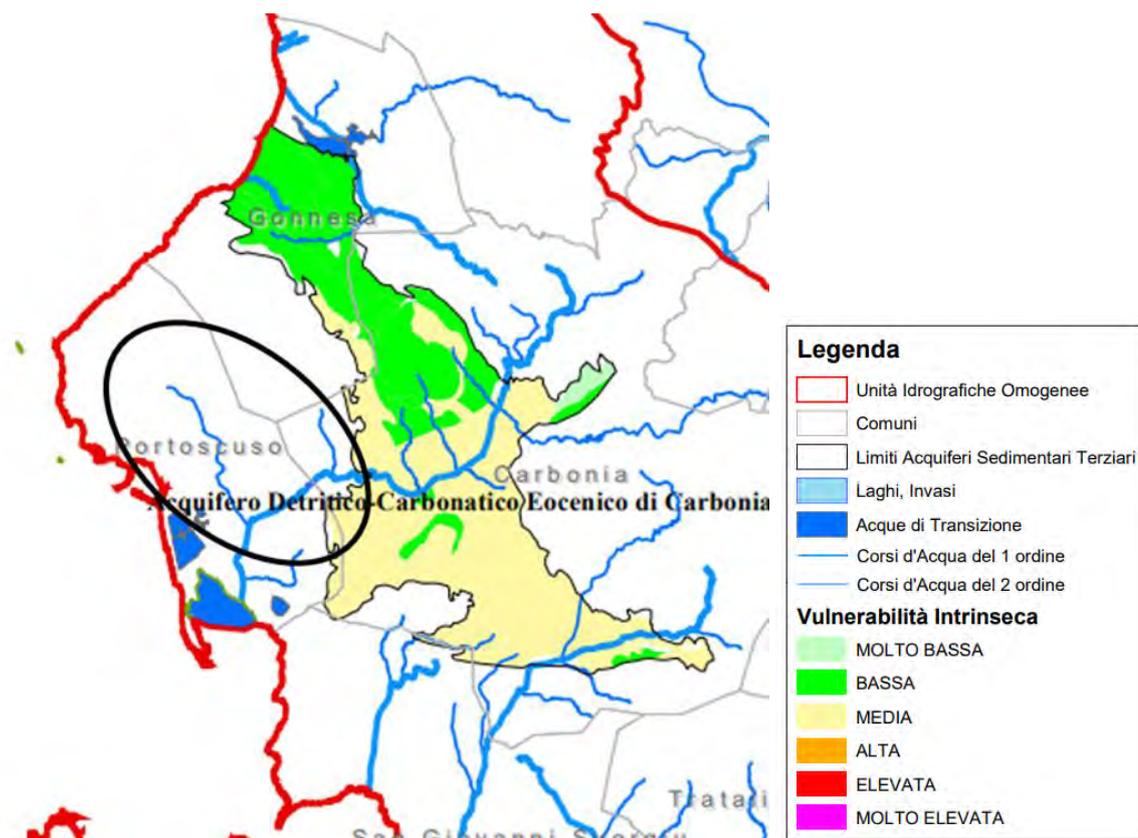


Figura 4.64: Stralcio carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi terziari (tavola 8c del PTA della Sardegna). In nero la localizzazione indicativa dell'area vasta

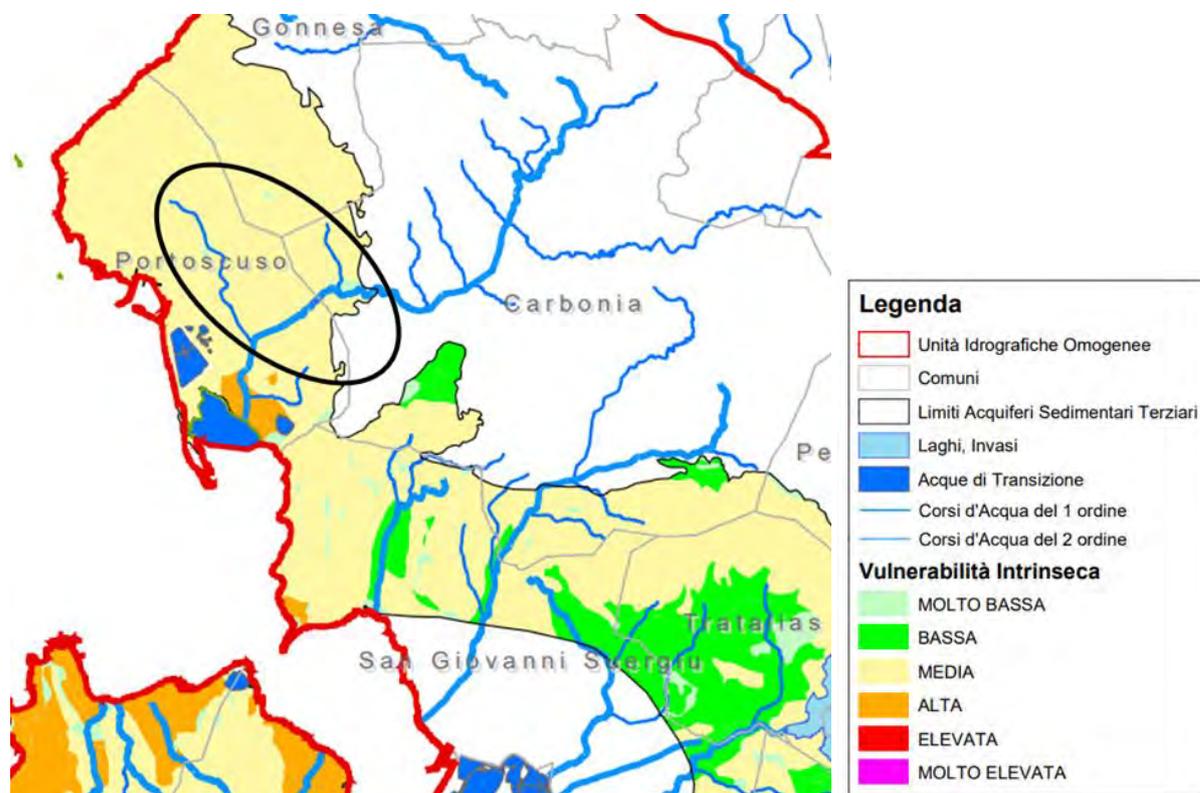


Figura 4.65: Stralcio carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi vulcanici terziari (tavola 8d del PTA della Sardegna). In nero la localizzazione dell'area vasta

4.4.2 Stima degli impatti potenziali

Identificazione delle azioni di impatto e dei potenziali recettori

Nel seguente paragrafo si riassumono le principali fonti di impatto su suolo e sottosuolo che, vista l'analisi effettuata, risultano essere:

- Occupazione di suolo da parte dei mezzi atti all'approntamento del cantiere e copertura del suolo per la disposizione dei moduli fotovoltaici e gli altri elementi del progetto, quali le cabine di servizio.
- Sversamento accidentale di idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti, o del serbatoio di alimentazione del generatore diesel di emergenza.
- Possibile compattamento del terreno con modifica della pedologia dei suoli.

Si evidenzia che i lavori di preparazione dell'area non avranno alcuna influenza sulla conformazione morfologica dei luoghi.

Impatto sulla componente – Fase di costruzione

Durante la fase di livellamento, in seguito ai movimenti terra superficiale e scavo per la posa dei moduli fotovoltaici, cavi e fondazioni delle cabine, saranno necessariamente indotte delle modifiche sull'utilizzo del suolo, circoscritto alle aree interessate dalle operazioni di cantiere, derivanti dal peso dei mezzi sul terreno. Tuttavia, al termine delle operazioni di costruzione, saranno attuati interventi atti a ripristinare la struttura dei suoli.

L'occupazione di suolo derivante dai mezzi di cantiere non produrrà significative limitazioni o perdite d'uso dello stesso. Inoltre, il criterio di disposizione delle apparecchiature sarà condotto con il fine di ottimizzare al meglio gli spazi, nel rispetto di tutti i requisiti di sicurezza.

Si ritiene pertanto che l'impatto avrà estensione locale e durata limitata alle attività di costruzione.

Si prevede che gli impatti potenziali su suolo e sottosuolo derivanti dalle attività di costruzione siano attribuibili all'utilizzo dei mezzi d'opera quali gru di cantiere e muletti, gruppo elettrogeno (se non disponibile energia elettrica), furgoni e camion per il trasporto del materiale. Durante la fase di costruzione, una delle poche sorgenti potenziali d'impatto per la matrice suolo e acque sotterranee è lo sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti. Tuttavia, essendo le quantità d'idrocarburi trasportati contenute e appurando che la parte di terreno incidentato sia prontamente rimosso in caso di contaminazione ai sensi della legislazione vigente, è corretto ritenere che non vi siano rischi specifici né per il suolo né per le acque sotterranee.

L'impatto è quindi limitato al punto di contatto (impatto locale) e di entità trascurabile.

Si ritiene utile sottolineare che, durante la costruzione dell'impianto e la preparazione del sito, non avverranno scottici e quindi non ci sarà asportazione di suolo.

Tra le misure di mitigazione per gli impatti potenziali legati alla fase di cantiere si ravvisano:

- Ottimizzazione del numero dei mezzi di cantiere previsti;
- Utilizzo di kit anti-inquinamento in caso di sversamenti accidentali dai mezzi. Tali kit saranno presenti o direttamente in sito o sarà cura degli stessi trasportatori avere le stesse a bordo dei mezzi;
- A termine delle attività di cantiere sarà eseguito un intervento meccanico al fine di arieggiare i terreni, inoltre, è previsto il mantenimento dell'inerbimento permanente esistente e la sua

eventuale integrazione in modo da ricostituire così la conformazione iniziale dell'area e mantenere la fertilità dei suoli.

Impatto sulla componente – Fase di esercizio

Gli impatti potenziali sulla componente derivanti dalle attività di esercizio sono riconducibili a:

- occupazione del suolo da parte dei moduli fotovoltaici ruotabili durante il periodo di vita dell'impianto (impatto diretto);
- occupazione del suolo da parte delle cabine elettriche e cabine di servizio durante il periodo di vita dell'impianto (impatto diretto);
- erosione/ruscellamento;
- contaminazione in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti, o dal serbatoio di alimentazione del generatore diesel di emergenza (impatto diretto).

Come descritto nella relazione di progetto, l'occupazione di suolo deriverà esclusivamente dai pali di sostegno dei pannelli che non inducono significative limitazioni o perdite d'uso del suolo stesso. Inoltre, è previsto l'utilizzo di strutture ad inseguimento tracker che, permettendo la rotazione dei moduli fotovoltaici, garantiscono una limitata occupazione del suolo ed evitano che esso si impermeabilizzi. Il criterio di posizionamento delle apparecchiature sarà condotto con il fine di ottimizzare al meglio gli spazi disponibili, nel rispetto di tutti i requisiti di sicurezza.

Infine, la presenza dei filari di ulivi tra i pannelli e l'inerbimento previsto tra le file consentirà di minimizzare l'effetto di erosione dovuto all'eventuale pioggia battente e ruscellamento.

Le acque meteoriche e derivanti dal lavaggio dei pannelli (per il quale non è previsto l'uso di detersivi) saranno inoltre utili all'irrigazione della vegetazione e delle colture previste tra i pannelli. Si evidenzia che il progetto non avrà nessun tipo di impatto sulla falda acquifera, in quanto la stessa è posizionata in profondità rispetto al piano campagna e le operazioni di gestione dei pannelli avverranno esclusivamente tramite acqua.

L'utilizzo dei mezzi meccanici impiegati per le operazioni di manutenzione della vegetazione, per le attività agricole, nonché per la pulizia periodica dei moduli fotovoltaici, potrebbe comportare, in caso di guasto, lo sversamento accidentale di idrocarburi quali combustibili o oli lubrificanti direttamente sul terreno. Data la periodicità e la durata limitata di questo tipo di operazioni, l'impatto si ritiene trascurabile. In caso di incidente, il suolo contaminato sarà immediatamente asportato e smaltito.

Per questa fase del progetto, per la matrice ambientale oggetto di analisi si ravvisano le seguenti misure di mitigazione:

- Consentire il naturale sviluppo di vegetazione erbacea nelle porzioni di terreno sottostante i pannelli e tra le file degli stessi e delle piante di ulivo;
- Prevedere il proseguimento delle attività agricole sul suolo con lo sviluppo di un impianto superintensivo olivinicolo tra i filari dei pannelli fotovoltaici.
- Per la gestione della vegetazione spontanea presente in sito verrà utilizzata la tecnica del sovescio inoltre, si prevede la trinciatura delle potature degli ulivi, pratica agronomica consistente nel mantenimento sul terreno dei residui degli sfalci ed il loro eventuale interrimento allo scopo di mantenere o aumentare la fertilità del terreno, permettere accumulo di carbonio organico e consentire la permeabilità del suolo.

Impatto sulla componente – Fase di dismissione

Si prevede che gli impatti potenziali derivanti dalle attività di dismissione siano assimilabili a quelli previsti nella fase di costruzione:

- Occupazione del suolo da parte dei mezzi atti al ripristino dell'area ed alla progressiva rimozione dei moduli fotovoltaici e delle cabine e locali tecnici (impatto diretto);
- Contaminazione in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti (impatto diretto).

La fase di ripristino del terreno superficiale e di dismissione dei moduli fotovoltaici e delle cabine darà luogo sempre a una modificazione dell'utilizzo del suolo sull'area di progetto.

In fase di dismissione dell'impianto saranno rimosse tutte le strutture facendo attenzione a non asportare porzioni di suolo e saranno ripristinate le condizioni esistenti. Si ritiene pertanto che l'impatto avrà estensione locale e durata breve.

L'utilizzo dei mezzi meccanici impiegati per le operazioni di ripristino dell'area, nonché per la rimozione e trasporto delle strutture previste nell'impianto fotovoltaico, potrebbe comportare, in caso di guasto, lo sversamento accidentale di idrocarburi quali combustibili o oli lubrificanti direttamente sul terreno. Le operazioni che prevedono l'utilizzo di questo tipo di mezzi meccanici avranno una durata limitata e pertanto la durata di questo tipo d'impatto è da ritenersi trascurabile, inoltre, si prevede che il cantiere sarà dotato di kit anti-inquinamento.

4.4.3 Azioni di mitigazione

Si riportano in seguito le misure di mitigazione previste per limitare gli impatti sulla componente suolo e sottosuolo.

In fase di cantiere e dismissione si provvederà ad un'ottimizzazione del numero di mezzi di cantiere previsti in modo tale da evitare il più possibile lo sversamento accidentale di inquinanti nel terreno. In sito o a bordo dei mezzi sarà inoltre presente un kit anti - inquinamento in modo tale da poter provvedere in maniera immediata ad eventuali incidenti. Per riportare la struttura dei suoli al suo stato ante-operam, ultimati i lavori gli stessi verranno arati in modo tale da permettere la crescita e l'attecchimento della vegetazione.

Il progetto prevede la 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 meteoriche, salvaguardia della biodiversità. Obiettivo primario del progetto oggetto di studio è quello di mantenere la vocazione agricola del suolo grazie alla realizzazione di un impianto agri-voltaico che prevede l'integrazione tra un mandorleto super-intensivo, erbai annuali e l'impianto fotovoltaico. Tra i filari di moduli fotovoltaici saranno realizzati i filari di ulivi.

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 delle potature degli olivi, pratica agronomica consistente nell'interramento di apposite colture allo scopo di mantenere o aumentare la fertilità del terreno.

Al fine di non interferire con la falda acquifera, il lavaggio dei pannelli fotovoltaici avverrà senza utilizzo di detergenti e l'agricoltura in sito verrà coltivata secondo principi dell'agricoltura biologica, senza utilizzo di pesticidi e composti chimici che potrebbero intaccare lo stato qualitativo delle acque e dei terreni.

4.5 ACQUE SUPERFICIALI

4.5.1 Descrizione dello scenario base

Idrografia superficiale

Con deliberazione in data 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale suddivide il Bacino Unico Regionale in sette Sub-Bacini, già individuati nell'ambito del Piano per il Razionale Utilizzo delle Risorse Idriche

della Sardegna (Piano Acque) redatto nel 1987. L'intero territorio della Sardegna è suddiviso in sette sub-bacini, ognuno dei quali caratterizzato da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale.

Secondo la classificazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) aggiornato al 2015 della Regione Autonoma Sardegna, l'area di progetto è inclusa nel sub-bacino num. 01 Sulcis. Il Sub-bacino si estende per 1640 Km², pari a circa il 7% dell'intero territorio sardo, ed è interessato da due invasi in esercizio. Dal punto di vista idrografico, i corsi d'acqua più rilevanti sono i seguenti:

- Rio Palmas, alimentato dalla confluenza del Rio Mannu di Narcao, del rio Gutturu de Ponti e del Rio Mannu di Santadi; il suo bacino imbrifero ricopre il territorio per la maggior parte.
- Rio Santu Milanu, attraversante la zona meridionale dell'abitato di Carbonia.
- Rio Cannas, attraversante la zona settentrionale dell'abitato di Carbonia.
- Rio Flumentepido, compreso fra Carbonia e Gonnese.
- Rio Mannu di Fluminimaggiore, che riceve i contributi del Rio Bega, del Rio Antas e del Rio is Arrus.

L'inquadramento dei sette sub bacini della regione Sardegna è mostrato in Figura 4.66.

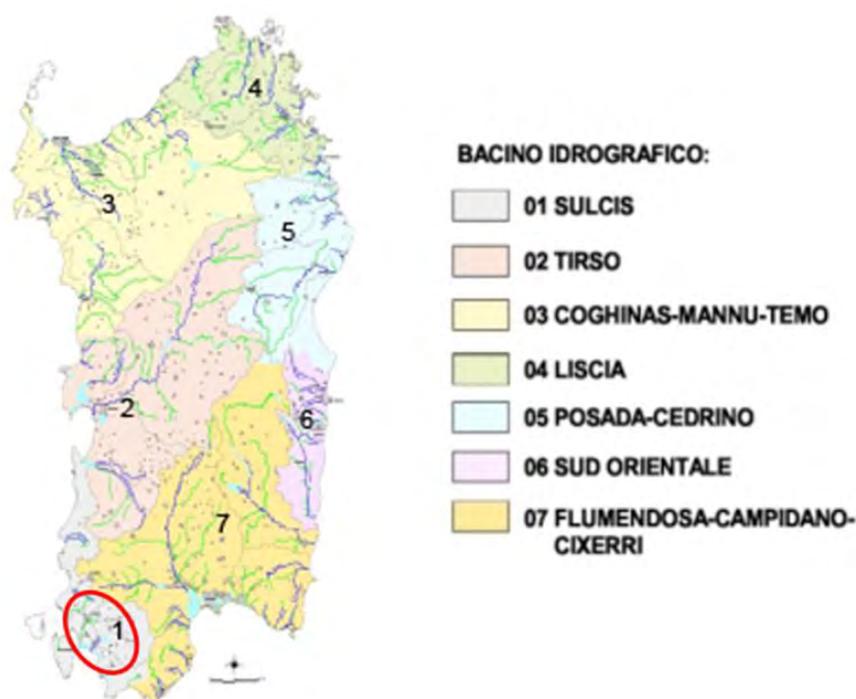


Figura 4.66: Inquadramento dell'area di progetto (cerchio rosso) e individuazione dei sette sub-bacini della Regione Sardegna. Fonte: Autorità di bacino della Regione Sardegna

L'impianto in progetto sarà realizzato a sud del Riu di Flumentepido. L'asta del riu Flumentepido si sviluppa secondo la direttrice tettonica Nord-Est Sud-Ovest, conformazione imputabile alla complessa evoluzione geologica che ha subito il territorio sulcitano. Nel tratto di monte riceve alcuni affluenti secondari di modesta entità, il riu Ariena, il riu Barbaraxinu e il riu Pabionis e durante il suo corso riceve le acque anche di alcuni scarichi significativi, tra cui quello più consistente è il Canale di Guardia collegato al Polo Industriale di Portovesme. In corrispondenza della confluenza con i tre affluenti secondari si riscontra un allargamento della piana alluvionale, fino a 300 m circa, dove ha avuto notevole sviluppo l'agricoltura. Verso valle, l'asta compie una doppia curva e la pianura alluvionale continua ad allargarsi fino a raggiunge un'ampiezza massima di circa 350 m, in corrispondenza della curva a monte del ponte della Ferrovia Carbonia-Villamassargia-Domusnovas. A valle del ponte, la geometria dei meandri appare interrompersi poiché l'alveo si presenta sostanzialmente canalizzato, assumendo un andamento

rettilineo per circa 4 km, fino ai due ponti della Strada Statale Sud Orientale Sarda N. 126, a valle dei quali risultano individuabili un'area estrattiva in sponda sinistra e la Fornace Fodde in sponda destra. Nel tratto successivo, il riu scorre all'interno di una piana alluvionale (A) nella quale risultano individuabili alcune evidenze del passaggio delle piene più gravose. In questo tratto la velocità risulta superiore rispetto ai tratti precedenti per via delle maggiori pendenze. Successivamente il corso d'acqua riprende il suo andamento meandriforme (B), in cui l'alveo, moderatamente stretto e poco inciso, risulta confinato da due versanti vallivi a pendenza elevata; in questo tratto non sono presenti forme e paleoforme fluviali esterne all'alveo a piene rive attuale. Tale andamento viene nuovamente interrotto a monte della confluenza con il Canale di Guardia (C), punto in cui l'alveo prende il nome di Canale di Paringianu, presentandosi canalizzato per il resto del suo corso, attraversando una valle larga e pianeggiante. Numerose risultano le opere di attraversamento nel tratto di pianura costituite essenzialmente da ponti stradali, mentre nel tratto montano e collinare sono presenti guadi, ponticelli, alcuni ponti stradali ed uno ferroviario.

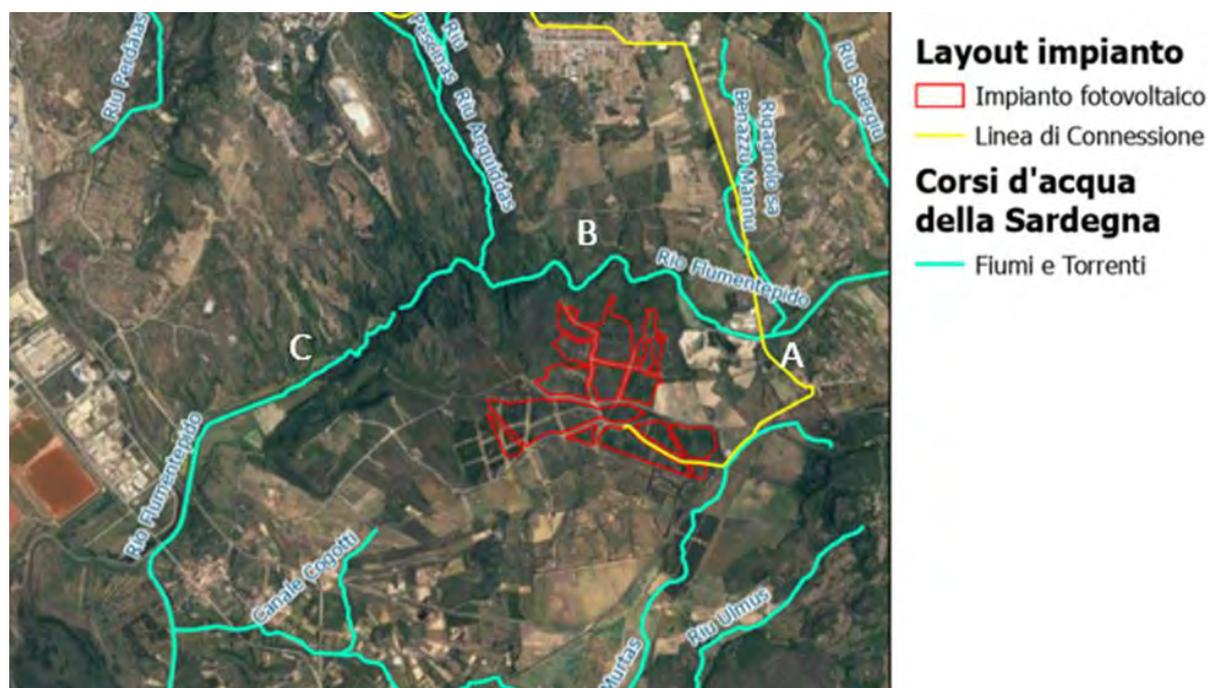


Figura 4.67: Dettaglio del tratto del Riu Flumentepido nelle vicinanze dell'impianto in progetto. A=tratto a scorrimento veloce all'interno di una piana alluvionale, B=tratto meandriforme, C=tratto canalizzato

La relazione monografica del sub bacino 01 "Sulcis" individua anche le aree alluvionali del corso d'acqua classificate ai sensi del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali in:

- Fascia A: aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=2$ anni o $T=50$ anni;
- Fascia B: aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=100$ anni o $T=200$ anni;
- Fascia C: aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=500$ anni e, nel caso siano più estese, comprendenti anche le aree storicamente inondate e quelle individuate mediante analisi geomorfologica.

Se nel tratto a monte la fascia C si posiziona sostanzialmente lungo il ciglio superiore delle sponde, a partire dal tratto canalizzato, la presenza di opere di attraversamento nonché l'impermeabilizzazione del canale stesso, provocano forti effetti sul deflusso in piena, soprattutto nei tratti a forte gradiente morfologico. Infatti, nel tratto di valle la fascia C si allarga, seguendo in generale il limite del fondovalle

alluvionale che corre lungo il piede di modeste ondulazioni della superficie topografica e di rilievi rocciosi (Figura 4.68).

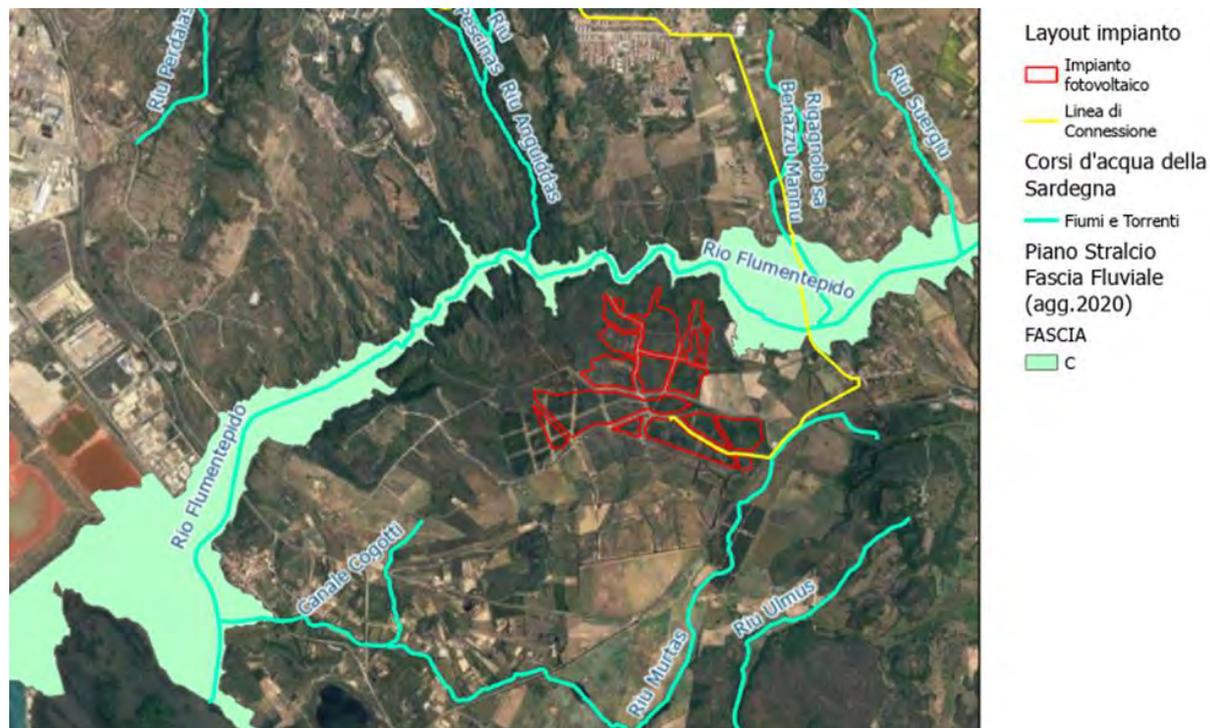


Figura 4.68: Fascia C del corso d'acqua del rio Flumentepido

La procedura di tipizzazione dei fiumi ai sensi del DM 131/08 segue l'applicazione del sistema B dell'allegato II della Direttiva 2000/60/CE e si basa sull'utilizzo di descrittori abiotici: geografici, fisico-chimici e geologici.

Nel Piano di Tutela delle Acque della Sardegna (approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006) sono individuati i corpi idrici significativi ai sensi del D.lgs 152/99, e i corsi d'acqua detti "di interesse", ovvero quei corpi idrici che, per valori naturalistici e/o paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale o che, per il carico inquinante da essi convogliato, possono avere una influenza negativa sui corpi idrici significativi.

La distinzione tra "corsi d'acqua significativi", richiamati nell'allegato I alla parte terza del D.Lgs 152/2006, e i "corsi d'acqua d'interesse" è in accordo con quanto previsto all'art. 76. (Disposizioni Generali) del D.Lgs 152/06.

Nella metodologia per l'individuazione dei tipi fluviali, i corsi d'acqua vengono inoltre definiti in base alle condizioni idrologiche ed in particolare in funzione della persistenza di acqua in alveo valutata in condizioni di naturalità. Si definiscono:

- "Corso d'acqua perenne": un corso d'acqua con acqua sempre presente in alveo. Sono classificati perenni tutti i corsi d'acqua aventi ogni anno del trentennio una portata non nulla (portata limite $Q > 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$)
- "Corso d'acqua temporaneo": un corso d'acqua soggetto a periodi di asciutta totale o di tratti dell'alveo annualmente o almeno 2 anni su 5 e ulteriormente distinti nel modo seguente:
 - "Corso d'acqua intermittente": corso d'acqua temporaneo con acqua in alveo per più di 8 mesi all'anno, che può manifestare asciutte anche solo in parte del proprio corso e/o più volte durante l'anno.

- “Corso d’acqua effimero”: corso d’acqua temporaneo con acqua in alveo per meno di 8 mesi all’anno, ma stabilmente; a volte possono essere rinvenuti tratti del fiume con la sola presenza di pozze isolate.
- “Corso d’acqua episodico”: corso d’acqua temporaneo con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni. I fiumi a carattere episodico sono da considerarsi ambienti limite, in cui i popolamenti acquatici sono assenti o scarsamente rappresentati, anche nei periodi di presenza d’acqua. Pertanto, tali corpi idrici non rientrano nell’obbligo di monitoraggio e classificazione.

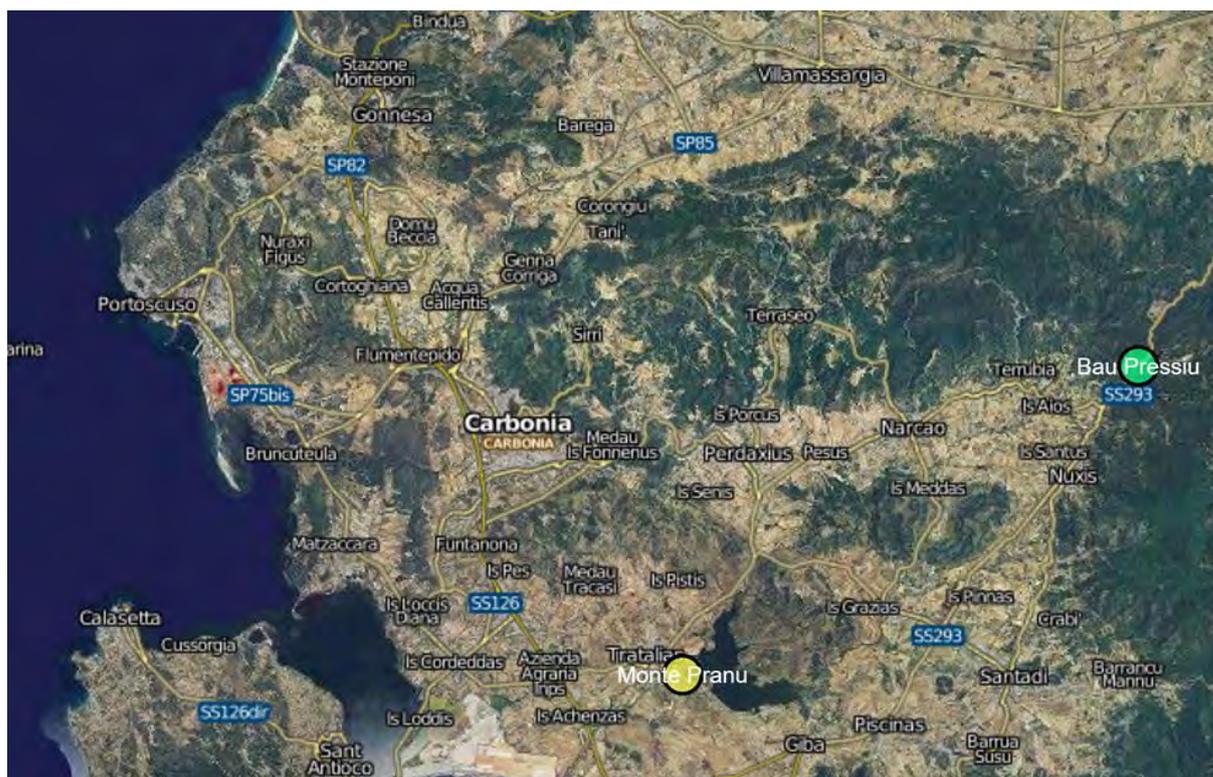
La Figura 4.69 riporta le principali informazioni relative al Rio Flumentepido. Il corso d’acqua rientra tra i corsi d’acqua d’interesse e presenta un regime temporaneo ed effimero.

Fiume	CODICE BACINO CEDOC	Sezione SISS di riferimento			Classificazione in funzione della persistenza di acqua in alveo			
		CODICE	Sezione	Area Bacino parziale [m ²]	Tipo (5)	Tipo (30)	Sottotipo (5)	Sottotipo (30)
Rio Flumentepido	0252	173	Flumentepido a Flumentepido	25'242'044.554	TEMPORANEO	TEMPORANEO	EFFIMERO	EFFIMERO
	0252	222	Flumentepido a Caput Aquas	33'390'944.867	TEMPORANEO	TEMPORANEO	EFFIMERO	EFFIMERO

Figura 4.69: Classificazione dei corsi d’acqua di interesse, in funzione della persistenza di acqua in alveo. Fonte: “Caratterizzazione dei corpi idrici della Sardegna – Relazione generale”

Caratteristiche qualitative delle acque superficiali

Attraverso il sistema informativo monitoraggio e preallarme siccità raggiungibile all’indirizzo <http://www.sardegnaicedoc.it/invasi/> è possibile visionare la situazione dei serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale della Sardegna e i relativi indicatori di stato per il monitoraggio e il preallarme della siccità. Lo stato attuale (giugno 2023) rappresentato in Figura 4.70 riporta lo stato di sorveglianza dell’invaso di monte Pranu. L’invaso è in uno stato di vigilanza.



REGIME ORDINARIO (normalità) I = 0,5 - 1	Gestione secondo gli indirizzi di pianificazione generale.
LIVELLO DI VIGILANZA (preallerta) I = 0,3 - 0,5	E' necessario monitorare i parametri climatici per stimare con prontezza l'innescio di eventuali fluttuazioni; nel contempo è opportuno controllare i consumi portandoli ad un primo livello di riduzione che non determina svantaggi agli utenti.
LIVELLO DI PERICOLO (allerta) I = 0,15 - 0,3	Il livello di erogazione deve essere ridotto in media, secondo le categorie di priorità degli usi, al fine di gestire in modo proattivo l'eventuale persistenza del periodo secco; contestualmente devono essere attivate le previste misure di mitigazione.
LIVELLO DI EMERGENZA I = 0 - 0,15	In questo campo non si dovrebbe entrare, a seguito degli interventi di riduzione delle erogazioni di cui ai punti precedenti, è necessario, comunque, attivare ulteriori restrizioni nelle erogazioni; se si verificano livelli di emergenza e, in precedenza, le misure previste sono state puntualmente osservate, tale evento potrebbe significare che i parametri statistici delle serie si sono ulteriormente modificati e che quindi deve essere rivalutata l'erogazione media ammissibile in regime ordinario.

Figura 4.70: Situazione dei serbatoi artificiali del sistema idrico multisetoriale della Sardegna e i relativi indicatori di stato per il monitoraggio e il preallarme della siccità (dettaglio dell'area area di studio, corrispondente indicativamente al cerchio rosso)

La Direttiva Quadro Acque, Dir. 2000/60/CE (DQA) ha istituito un quadro uniforme a livello comunitario per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e delle acque sotterranee. L'obiettivo fondamentale della DQA è quello di raggiungere il buon stato ambientale per tutti i corpi idrici e a tal fine individua nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico (PdG DIS) lo strumento per la pianificazione, l'attuazione e il monitoraggio delle attività e delle misure necessarie per il raggiungimento degli obiettivi ambientali e di sostenibilità nell'uso delle risorse idriche. L'art. 13 della DQA stabilisce che, a partire dal primo ciclo di pianificazione 2010-2015, il PdG DIS venga sottoposto a riesame ed aggiornamento ogni sei anni. In ossequio a tali disposizioni con la pubblicazione del riesame e aggiornamento del PdG a partire dal 2016, è stato avviato il secondo ciclo di pianificazione 2016-2021.

I parametri relativi allo Stato Ecologico e Chimico delle acque superficiali sono riassunti nel seguente schema.

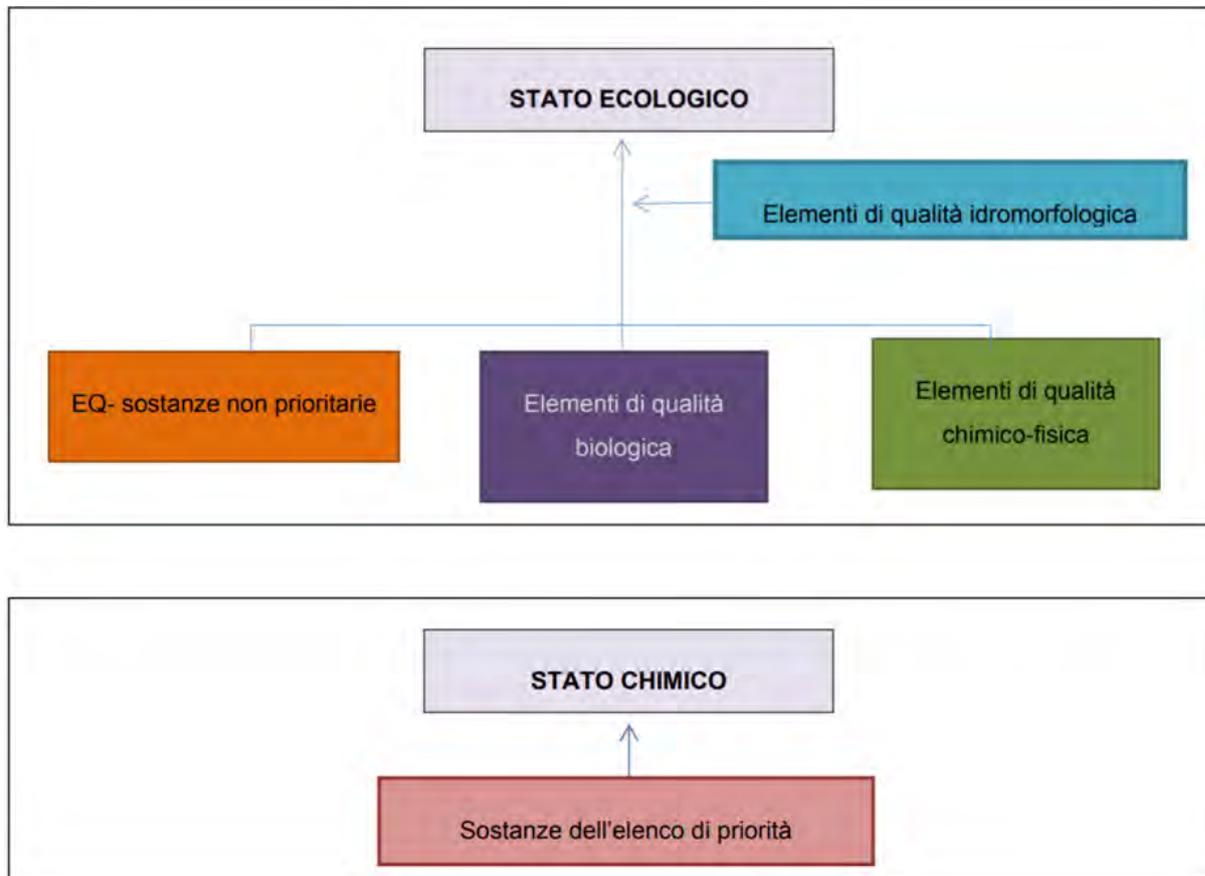


Figura 4.71: Parametri relativi allo stato ecologico e chimico

La classificazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici (CI) fluviali della Sardegna è stata effettuata tenendo conto di quanto previsto dal DM 260/10 e riporta il giudizio relativo agli elementi di qualità dei corsi d'acqua rappresentato da un colore specifico per classe di qualità. Il monitoraggio per lo stato chimico non è stato condotto su tutti i corpi idrici in cui è stato effettuato quello per lo stato ecologico, in quanto per il monitoraggio dello stato chimico si è tenuto conto della presenza o assenza di pressioni, della evidenza di scarichi, rilasci o immissioni nonché dei rilevamenti pregressi relativi alle sostanze di cui alla tabella 1/A del D.M. n. 260/2010 e s.m.i.

Lo Stato Ecologico delle acque superficiali nell'intorno dell'area di progetto relativo all'intervallo temporale più aggiornato (terzo ciclo di pianificazione 2021-2027) è mostrato nella Figura 4.72 ed evidenzia come il Riu Flumentepido sia in uno stato ecologico SCARSO. I valori risultano essere tali a causa delle elevate concentrazioni di nutrienti.

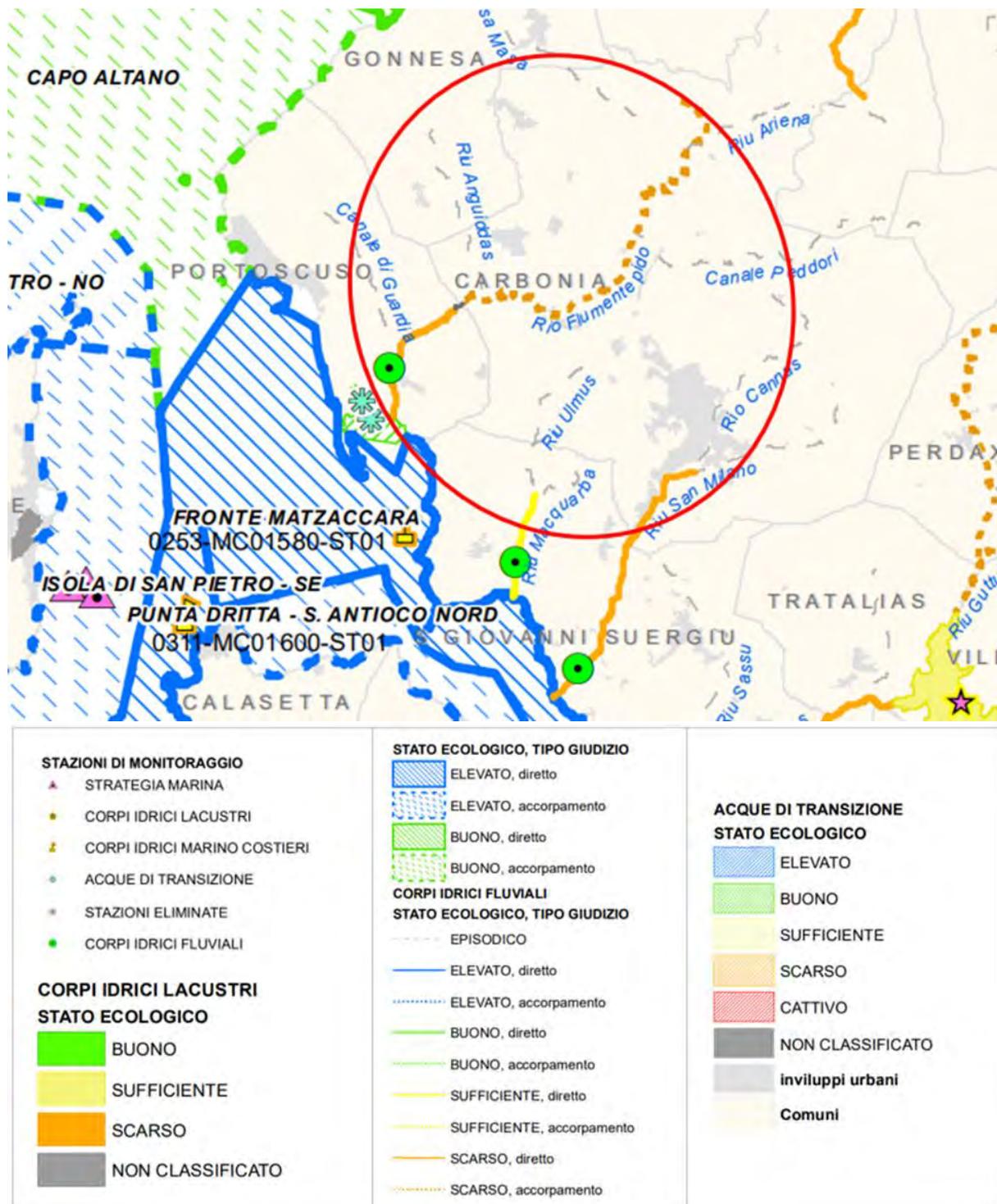


Figura 4.72: Riesame e aggiornamento del piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna 2021-2027 – Classificazione corpi superficiali: stato ecologico (Allegato n°6, tavola n°1)

Per quanto riguarda la classificazione dello Stato Chimico, nel nuovo ciclo di pianificazione 2021-2027, è stato considerato il giudizio derivante dalla valutazione del superamento della concentrazione media annuale (SQA-MA), per ogni parametro monitorato. Il monitoraggio operativo avvenuto tra il 2016 e il 2021 ha rilevato un BUONO stato chimico del Rio Flumentepido nel 2016, mentre negli anni successivi lo stato chimico è stato SCARSO.

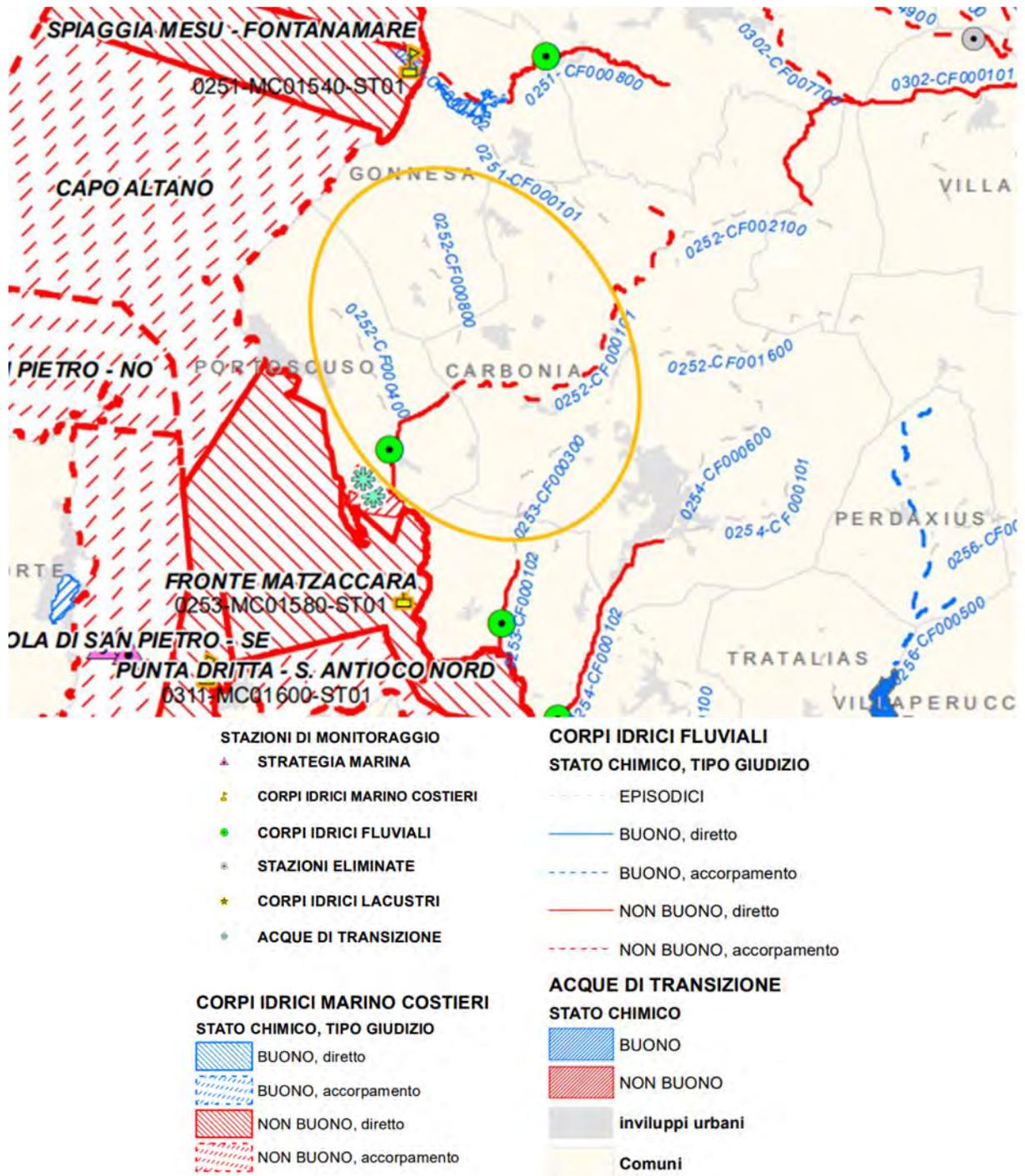


Figura 4.73: Riesame e aggiornamento del piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna 2021-2027 – Classificazione corpi superficiali: stato chimico (Allegato n°6, tavola n°2)

4.5.2 Stima degli impatti potenziali

In questo capitolo verranno individuati i possibili impatti, diretti o indiretti, sulle acque superficiali legati alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto, e saranno fornite le indicazioni per le misure di mitigazione.

Saranno analizzati i singoli interventi evidenziandone il possibile manifestarsi di incidenze positive o negative. Gli impatti sono stati definiti facendo riferimento alle diverse fasi d'opera:

- Fase di Costruzione;

- Fase di Esercizio;
- Fase di dismissione.

Identificazione delle azioni di impatto e dei possibili recettori

Le principali fonti di impatto saranno dovute a:

- Utilizzo di acqua per le necessità legate alle attività di cantiere;
- Utilizzo di acqua per la pulizia dei pannelli in fase di esercizio;
- Utilizzo di acqua per l'irrigazione del mandorleto in progetto;
- Possibile contaminazione delle acque in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti, o dal serbatoio di alimentazione del generatore di emergenza.

I principali corpi idrici in prossimità del sito risultano essere:

- il Rio Flumentepido a circa 200 m a nord dell'impianto;
- il Rio Murtas a sud, quest'ultimo risulta privo di acqua per la maggior parte dell'anno.

Impatto sulla componente – Fase di costruzione

Si ritiene che i potenziali impatti legati alle attività di costruzione siano i seguenti:

- Utilizzo di acqua per le necessità di cantiere (impatto diretto);
- Interazione delle opere in fase di costruzione con i drenaggi naturali (impatto indiretto);
- L'eventualità di possibili sversamenti accidentali di liquidi inquinanti provenienti dai mezzi d'opera o dalle aree di cantiere. L'impatto da considerare consiste in eventuali sversamenti accidentali di liquidi inquinanti che potrebbero verificarsi in caso di incidente o rottura meccanica; in questa eventualità l'impatto potrà assumere un livello di gravità variabile a seconda dell'entità dello sversamento (impatto diretto).

Il consumo di acqua per necessità di cantiere è legato alle operazioni di bagnatura delle superfici, al fine di limitare il sollevamento delle polveri prodotte dal passaggio degli automezzi sulle strade sterrate e dai movimenti terra inoltre, si prevede l'utilizzo di acqua necessaria per la preparazione del cemento e per usi domestici.

L'approvvigionamento idrico verrà effettuato mediante autobotte, qualora la rete di approvvigionamento proveniente dal pozzo artesiano presente in situ, non fosse disponibile. Non sono previsti prelievi diretti da acque superficiali.

La progettazione della rete di drenaggio sarà costruita sulla base dell'individuazione delle principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino, come pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria. Le canalette scaricheranno all'esterno della recinzione (all'interno dell'area catastale), in corrispondenza di percorsi naturali di drenaggio, ovvero nei punti in cui naturalmente si ricreano vie preferenziali di deflusso. Allo scarico sarà presente un elemento di tipo riprap al fine di dissipare l'energia e ridurre i problemi di erosione. Gli scarichi della rete di drenaggio, senza modifiche tra ante-operam e post-operam, convergeranno ai ricettori esistenti.

Tale scelta consente di evitare di modificare la rete naturale, permettendo ai deflussi superficiali di seguire i percorsi naturali, senza interferenze dovute alla costruzione della viabilità, alla disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto.

Tali interventi verranno realizzati in conformità con le pratiche agricole del sito. La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala di scotico, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività. La viabilità di cantiere è assunta in

materiale drenante. Non è prevista l'impermeabilizzazione di alcuna area se non trascurabilmente (cabine di campo ed isole bess). Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere complessive. La viabilità di cantiere sarà in materiale drenante. L'attività di preparazione dell'area descritta sarà, in termini idrologici, paragonabile alla preparazione del terreno presemina.

Un possibile impatto transitorio sarà costituito dalle aree di stoccaggio temporaneo che saranno rimosse al termine del cantiere. Nel caso di eventuali sversamenti saranno adottate le procedure previste dal sito che includono l'utilizzo di kit anti-inquinamento.

Per quanto concerne l'installazione della linea di connessione si prevede l'attraversamento di diversi corsi d'acqua riassunti in Tabella 4.8.

Tabella 4.8: Interferenze con il percorso di connessione

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I01	Fiume 6137	-	Cavo interrato/trenchless
I02	Riu Murtas	-	Cavo interrato
I03	Elemento idrico 46256	-	Cavo interrato
I04	Elemento idrico 46256	-	Cavo interrato/trenchless
I05	Elemento idrico 46236	-	Cavo interrato/trenchless
I06	Riu Flumentepido	PAI: molto elevata (Hi4) PGRA: Bassa probabilità di accadimento PSFF: fascia C	TOC
I07	Area allagabile	PAI: molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) PGRA: Bassa probabilità di accadimento PSFF: fascia C	Cavo interrato
I08	Rigagnolo Sa Benazzu Mannu	PAI: molto elevata (Hi4) PGRA: Bassa probabilità di accadimento PSFF: fascia C	Cavo interrato/trenchless
I09	Rigagnolo Sa Benazzu Mannu	PAI: molto elevata (Hi4) PSFF: Aree storiche	TOC
I10	Area allagabile	PAI: molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) PSFF: Aree storiche	Cavo interrato
I11	Fiume 20991	-	Cavo interrato/trenchless
I12	Fosso di scolo	-	Cavo interrato
I13	Fosso di scolo	-	Cavo interrato
I14	Fiume 32064	-	TOC
I15	Fiume 18118	-	Cavo interrato/trenchless

ID	INTERFERENZA	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE
I16	S'Acqua Sa Stoia	-	TOC
I17	Riu Sturruliu	PGRA: Elevata probabilità di accadimento PSFF: Aree storiche	TOC
I18	Riu Pescinas	PGRA: Elevata probabilità di accadimento PSFF: Aree storiche	TOC

Per l'attraversamento dei principali corsi d'acqua è previsto l'utilizzo della tecnologia TOC in questo modo non si effettueranno scavi a cielo aperto e senza dunque toccare o compromettere gli habitat presenti lungo tali ricettori. 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. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idraulica *2983_5376_CA_VIA_R06_Rev0_Relazione Idrologica e Idraulica*.

Impatto sulla componente – Fase di esercizio

Per la fase di esercizio i possibili impatti individuati sono i seguenti:

- Utilizzo di acqua per la pulizia dei pannelli;
- Utilizzo di acqua per l'irrigazione dell'impianto a Mandorleto;
- Minima modifica delle capacità idrologiche delle aree di installazione strutture.

L'impatto sull'ambiente idrico è riconducibile all'uso della risorsa per la pulizia dei pannelli in ragione di circa 800 m³/anno di acqua che andrà a dispersione direttamente nel terreno. Per la pulizia dei pannelli sarà utilizzata acqua senza detersivi. Tuttavia, si sottolinea che l'approvvigionamento idrico verrà effettuato mediante autobotte e/o il pozzo artesiano, attualmente dismesso, ma che sarà ripristinato, indi per cui sarà garantita la qualità delle acque di origine in linea con la legislazione vigente. Non sono previsti prelievi diretti da acque superficiali o da pozzi per le attività di realizzazione delle opere. Data la natura occasionale delle operazioni di pulizia dei pannelli (circa due volte all'anno) e visto quanto precedentemente esposto, si ritiene che l'impatto sia di estensione locale e di entità trascurabile.

Nell'area dell'impianto sarà presente un bagno a servizio degli operai addetti alla manutenzione, il consumo di acqua per uso domestico risulta essere di bassissima entità.

In merito alle considerazioni sull'impatto idrologico e idraulico per una trattazione più approfondita si fa riferimento all'elaborato (*Rif. 2983_5376_CA_VIA_R06_Rev0_Relazione Idrologica e idraulica*). Di seguito sono riassunte le principali considerazioni.

L'approccio utilizzato nella progettazione ha posto grande attenzione non solo alla progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile di raccolta e scarico con opere che implementassero la mitigazione.

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- Regimentazione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite laminazione;
- Realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- Rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- Realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione e gli indiretti processi di bioremediation;
- Contrastare i processi di erosione.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- Fossi di scolo in terra;
- Bacini di laminazione;
- Protezione scarichi verso solchi di drenaggio naturali mediante implementazione di opere di dissipazione e protezione del versante.

Il sistema di drenaggio è stato dimensionato sulla base dei tempi di ritorno in linea con la vita utile di progetto.

Lo Studio ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post-operam, ossia a seguito dell'installazione delle strutture, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Vista l'interdistanza esistente tra le strutture, l'altezza da piano campagna e la mobilità che varierà la copertura su suolo (rendendo quindi non permanente la schermatura), durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto non sono previste variazioni critiche della capacità di infiltrazione, così come delle caratteristiche di permeabilità del terreno nelle aree interessate dall'installazione di tracker. Analogamente le platee di appoggio delle cabine avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l'incidenza nell'ipotesi di fissità orizzontale dei tracker e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili. Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard - 2013 – American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di interfila.

Nelle aree interessate dal progetto, durante la fase post-operam, nello scenario più cautelativo, si registrerebbe un incremento dei deflussi totali di circa il 37%.

Si segnala come sia prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti che verranno realizzati in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base di una simulazione del modello digitale del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente. Tali scelte consentiranno di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità, nella disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto. L'interasse tra due file di canali di drenaggio rispetterà i vincoli della normativa vigente.

È inoltre prevista, se possibile, l'adozione di vasche di laminazione e infiltrazione rinverdite per alleggerire dal carico idrico la rete e portare quindi ad uno scenario post-operam maggiormente confrontabile con quello ante-operam.

Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica costituita da canalette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e rinverdite.

Tra i vantaggi idraulici essi immagazzinano e convogliano le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza. Tali opere sono state e sono tuttora largamente in uso nelle aree rurali.

Durante l'avvento dei sistemi di gestione sostenibile questa categoria è stata rielaborata progettualmente creando nuove funzioni quali detenzione, infiltrazione, bioremediation ed ecologica.

Di seguito alcuni esempi:

- Può essere promossa la sedimentazione mediante l'uso di una fitta vegetazione, solitamente piante erbacee, che garantisce basse velocità di flusso per intrappolare gli inquinanti particellari e indiretti effetti fitodepurativi;
- È possibile installare dighe o berme lungo il fosso per favorire ulteriormente lo stoccaggio, il rallentamento, la sedimentazione e l'infiltrazione;
- Mediante la formazione di sottofondo in materiale drenante è possibile incrementare l'infiltrazione creando opere miste con trincee drenanti;
- Utilizzo in commistione con bacini di detenzione come ingresso o uscita.

Le canalette sono posizionate in maniera prioritaria a protezione di strade e cabinati, parallelamente alle strade interne con i cabinati e lungo le strade perimetrali sul lato più critico di intercettazione delle acque di deflusso. Le canalette interne all'impianto sono collocate nell'interasse tra le strutture, siano esse fisse o mobili, con disposizione est-ovest per le fisse e nord-sud per i tracker. In linea generale, ove possibile, si evita il tracciamento di canalette perpendicolarmente ai filari delle strutture.

Le canalette saranno realizzate in scavo con una sezione trapezoidale di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di 26° (Figura 4.74).

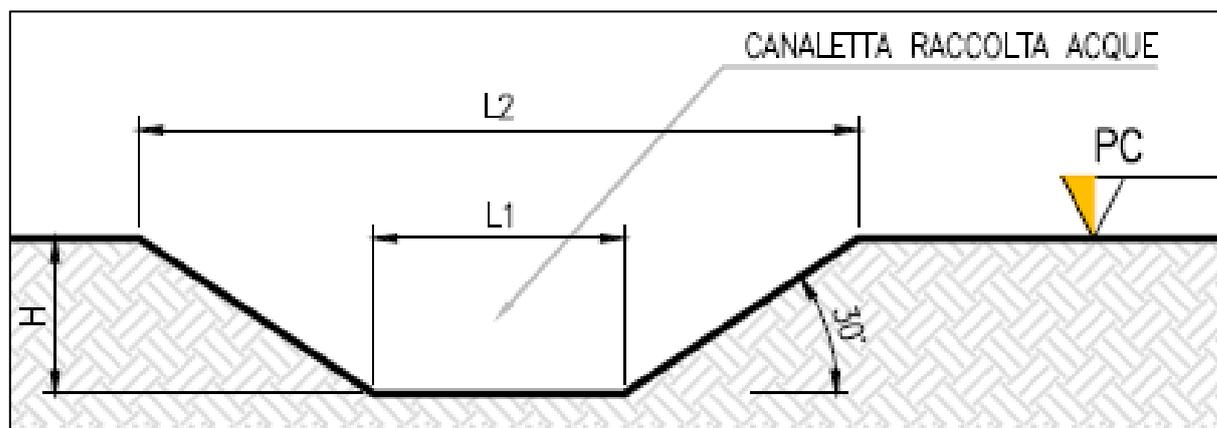


Figura 4.74: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolati in c.a. carrabili o da tubazioni in HDPE carrabili. Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa a un Tempo di Ritorno di 30 anni. Le canalette scaricheranno all'esterno della recinzione (all'interno dell'area catastale), in corrispondenza di percorsi naturali di drenaggio, ovvero nei punti in cui naturalmente si ricreano vie preferenziali di deflusso. Allo scarico sarà presente un elemento di tipo riprap al fine di dissipare l'energia e ridurre i problemi di erosione. Gli scarichi della rete di drenaggio senza modifiche tra ante-operam e post-operam convergeranno ai ricettori esistenti. In fase esecutiva verranno realizzati in conformità con le pratiche agricole del sito.

Anche per la gestione delle acque scolanti dalle cabine del sistema BESS si prevede l'utilizzo di opere di drenaggio sostenibile; si posizionano delle trincee drenanti in maniera perimetrale a ciascun cabinato in modo tale da renderlo idraulicamente indipendente.

Per quanto concerne l'utilizzo dell'acqua per l'irrigazione dell'impianto a mandorleto, pratica necessaria per garantire il successo vegetativo della proposta agronomica in progetto, 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 della resa 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.

Per l'erbaio non sono invece previsti interventi di irrigazione.

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. Per ulteriori informazioni si rimanda alla relazione Agronomica "2983_5174_CA_VIA_R04_Relazione agronomica e progetto agrivoltaico".

Il progetto prevede inoltre accorgimenti atti a limitare l'erosione del suolo e a non modificare la regimazione idraulica, nello specifico:

- La preparazione del sito non prevede opere di scotico su larga scala, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività.
- La viabilità di cantiere è assunta in materiale drenante.
- inerbimento permanente delle aree di margine non coltivate, da eseguire mediante l'utilizzo di fiorume locale.

Impatto sulla componente – Fase di dismissione

Come visto per la fase di Costruzione, il consumo di acqua per necessità di cantiere è strettamente legato alle operazioni di bagnatura delle superfici per limitare il sollevamento delle polveri dalle operazioni di ripristino delle superfici e per il passaggio degli automezzi sulle strade sterrate.

L'approvvigionamento idrico verrà effettuato mediante acquedotto o autobotte. Non sono previsti prelievi diretti da acque superficiali o da pozzi per le attività di Dismissione.

Sulla base di quanto precedentemente esposto e delle tempistiche di riferimento, si ritiene che l'impatto sia di durata temporanea, che sia di estensione locale e di entità non riconoscibile. Sulla base di quanto previsto dal piano di decommissioning non saranno lasciati in loco manufatti in quanto è previsto il ripristino allo stato iniziale dei luoghi.

4.5.3 Azioni di mitigazione

La progettazione della rete di drenaggio è stata eseguita sulla base dell'individuazione delle principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino (pendenze e isoipse). Definiti i principali solchi di drenaggio naturali esistenti, identificati grazie all'elaborazione del modello digitale del terreno, è stata dimensionata la rete di drenaggio di progetto principalmente lungo tali solchi naturali. Tale scelta consente di evitare di modificare la rete naturale, permettendo ai deflussi superficiali di seguire i percorsi naturali, senza interferenze dovute alla costruzione della viabilità, alla disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto.

Sono inoltre previste opere di laminazione, ovvero bacini che consistono in aree rinverdate e depresse con tiranti idrici episodici massimi di 1,2 m. Per la realizzazione è previsto il riuso del terreno in sito e la crescita spontanea di essenze vegetali.

Questa tipologia di sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS) sono generalmente realizzati con forme differenti in funzione dell'estensione del bacino afferente e degli aspetti paesaggistico/architettonici.

Oltre ai vantaggi in materia idraulica la scelta di inserimento di questi bacini consentirà:

- Incremento biodiversità e dell'habitat con creazione di isole di rifugio per la fauna;
- Discrete rese di bioremediation soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e adsorbimento;
- Ridotta necessità di manutenzione.

In fase esecutiva si verificheranno gli esatti valori di permeabilità del substrato e la soggiacenza della falda. Si consiglia in ogni caso di verificare, in fase esecutiva, la presenza del livello superficiale arenaceo che possa compromettere il corretto funzionamento dell'opera disperdente.

Inoltre, per l'area interna alla recinzione dove non sarà possibile il proseguo dell'attività agricola si prevede, di conservare e ove necessario integrare l'inerbimento a prato permanente, che porterà numerosi vantaggi:

- Limitare fortemente l'erosione del suolo provocata dalle acque e dal vento;
- Importante funzione di depurazione delle acque;
- Riduzione delle perdite di elementi nutritivi per lisciviazione grazie all'assorbimento da parte delle piante erbacee;
- Miglioramento della fertilità del suolo, attraverso l'aumento di sostanza organica;
- Produzione di O₂ e immagazzinando di carbonio atmosferico;
- Miglioramento dell'impatto paesaggistico con una gestione generalmente poco onerosa.

Per contenere l'impatto da dilavamento di fertilizzanti e trattamenti fitosanitari nell'impianto a mandorleto associato, verranno utilizzate tecniche (fertirrigazione) e prodotti compatibili. Inoltre, verrà utilizzato un sistema di microirrigazione, orientato all'efficienza e alla riduzione dei consumi di acqua a fini irrigui. Nel caso di eventuali sversamenti accidentali saranno in ogni caso adottate le procedure previste dal sito che includono l'utilizzo di kit anti-inquinamento.

4.6 ARIA E CLIMA

4.6.1 Descrizione dello scenario base

Lo scopo del presente paragrafo è quello di caratterizzare la situazione attuale della componente atmosferica in termini di contesto meteo-climatico e di qualità dell'aria.

La Sardegna, con una superficie di 24.083 km² ed uno sviluppo costiero complessivo di circa 2.400 km, presenta una morfologia piuttosto omogenea, a carattere prevalentemente collinare, con rilievi montuosi di modeste altitudini e l'assenza di vere e proprie valli.

I gruppi montuosi occupano il 14% del territorio, il più importante è quello del Gennargentu, nella parte centro-orientale, che culmina nella vetta più alta della Regione, la Punta La Marmora con 1834 metri d'altezza. L'assenza di rilievi montuosi e valli rilevanti esclude l'influenza significativa delle caratteristiche orografiche sui fenomeni di dispersione degli inquinanti atmosferici di origine antropica generati in Regione. La posizione geografica della Regione, al centro del mediterraneo occidentale, la espone a contributi significativi provenienti dall'esterno (sia dal quadrante ovest che da quello sud), prevalentemente di origine naturale.

Il clima è marcatamente Mediterraneo, caratterizzato da inverni miti, con temperature che raramente scendono sotto lo zero, ed estati calde e secche.

Utilizzando come dati di input i dati rilevati dalle stazioni meteorologiche gestite dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) è stato effettuato uno studio dei principali fattori che possono influenzare lo stato di qualità dell'aria della Regione.

Caratterizzazione meteorologica alla scala vasta e locale

Per la caratterizzazione meteorologica si è fatto riferimento ai dati raccolti presso le centraline meteorologiche della rete di misura gestita da ARPA Sardegna.

Le centraline più prossime al sito in esame e utilizzato per le seguenti analisi sono:

- La stazione di Carbonia, per le analisi della temperatura;
- La stazione di Bacu Abacis, per le analisi della precipitazione.

Temperatura

Temperatura media

La Temperatura Media Annuale per il trentennio 1971-2000 nei pressi del sito di intervento risulta essere compresa tra i 17 °C e i 18 °C.

Per l'analisi della Temperatura Media Annuale per il triennio 2019 – 2020 sono stati utilizzati i dati forniti dalla Stazione di Cagliari in località Marina Piccola, in quanto è quella in grado di fornire i dati più completi all'interno della fascia temporale oggetto di analisi.

Tabella 4.9: Temperatura media

MESE	TEMPERATURA (°C)			
	2018	2019	2020	Media periodo
Gennaio	11,7	8,4	12,4	10,8
Febbraio	12,9	12,0	11,5	11,3
Marzo	12,1	12,9	12,6	12,5
Aprile	16,7	14,9	16,1	15,9
Maggio	18,5	19,6	18,1	18,7
Giugno	23,1	25,0	22,8	23,6
Luglio	25,6	26,3	26,9	26,3
Agosto	25,2	26,7	25,5	25,8
Settembre	23,1	22,1	23,6	22,9
Ottobre	19,2	19,2	19,4	19,2
Novembre	15,1	13,2	14,7	14,3
Dicembre	12,1	9,9	11,5	11,7
Media Annuale	18,0	17,5	17,7	17,7

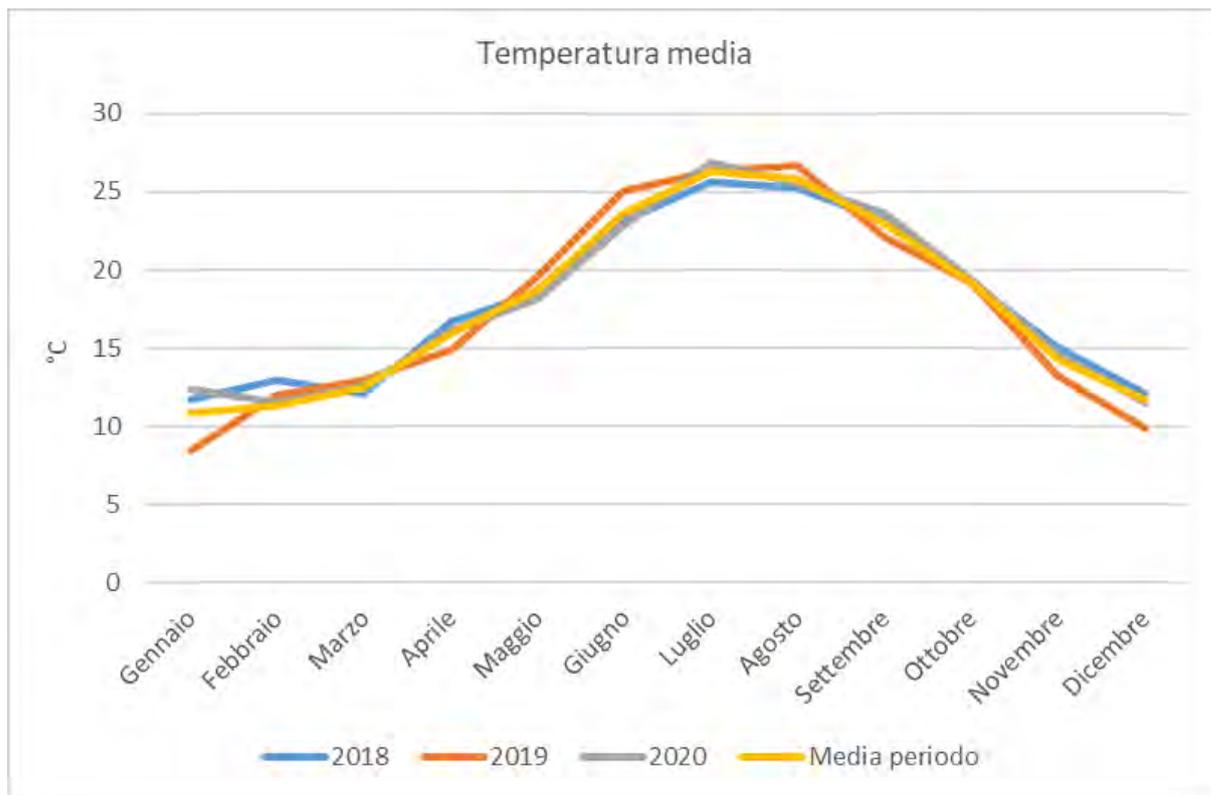


Figura 4.75: temperatura media

La temperatura annua media del periodo considerato è pari a circa 17,7°C, il trimestre più caldo è quello Luglio/Agosto/Settembre e i mesi più freddi dicembre/gennaio/febbraio. Nel Triennio considerato la temperatura più alta è stata raggiunta nel mese di Luglio 2018 ed è stata di 26,9°C, il mese più freddo è stato invece Gennaio 2017 con una temperatura di 8,4 °C.

Temperatura media minima

La Temperatura Media Minima Annua per il trentennio 1971-2000 nei pressi del sito di intervento risulta essere compresa tra i 12 °C e i 13 °C.

Per l’analisi della Temperatura Media Minima Annua per il triennio 2018 – 2020 sono stati utilizzati i dati forniti dalla Stazione di Cagliari in località Marina Piccola, in quanto è quella in grado di fornire i dati più completi all’interno della fascia temporale oggetto di analisi.

Tabella 4.10: Temperatura media minima

MESE	TEMPERATURA (°C)			
	2018	2019	2020	Media periodo
Gennaio		5,5	5,9	5,7
Febbraio	3,6	6,6	9,0	6,4
Marzo	6,3	5,5	9,1	7,0
Aprile	7,1	9,2	10,4	8,9
Maggio	10,9	11,7	14,7	12,4
Giugno	15,5	15,6	20	17,0
Luglio	19,0	17,6	21,7	19,4

Agosto	17,2	17,3	22,5	19,0
Settembre	15,5	16,7	17,7	16,6
Ottobre	12,5	12,2	15,5	13,4
Novembre	9,3	8,6	10,2	9,4
Dicembre	5,9	5,4	7,1	6,1
Media Annua	11,2	11,0	13,7	11,8

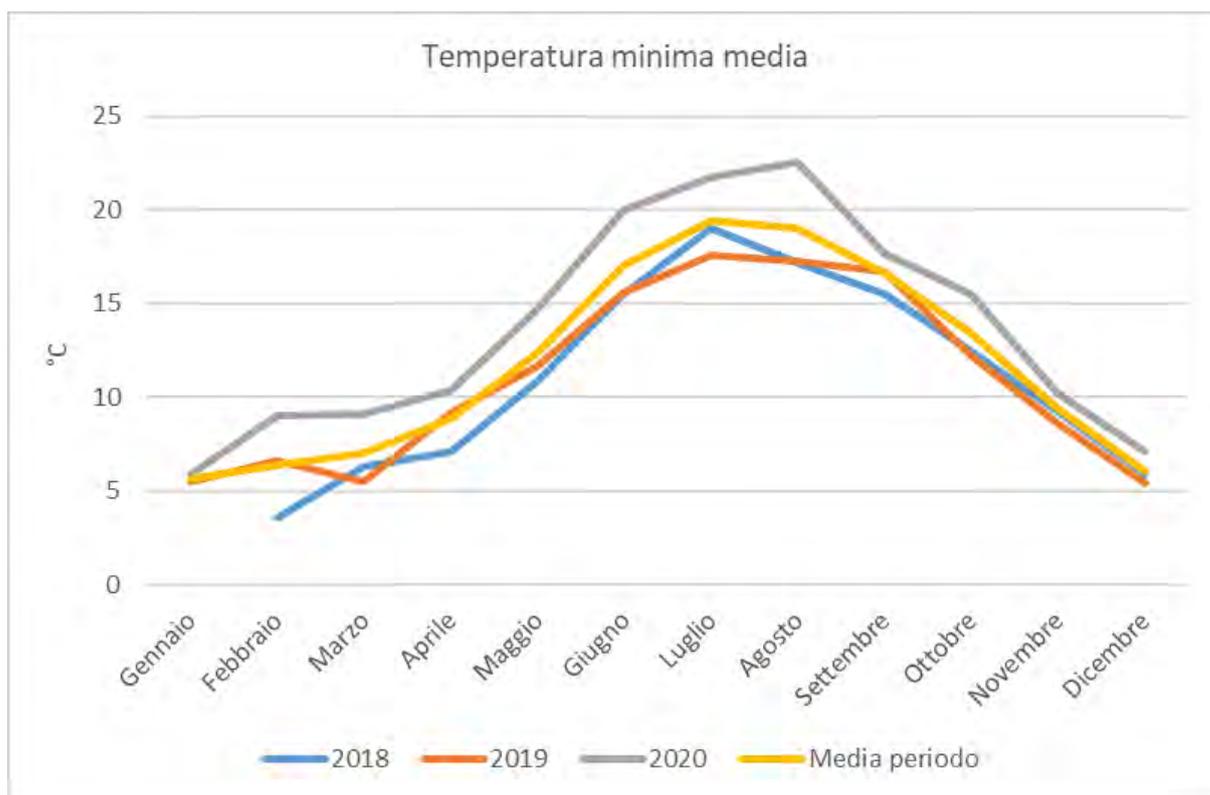


Figura 4.76: Temperatura minima media

La Temperatura Media Minima Annua del periodo considerato è pari a circa 12°C, il trimestre più caldo è quello Giugno/Luglio/Agosto e i mesi più freddi Dicembre/Gennaio/Febbraio. Nel triennio considerato la Temperatura Media Minima più alta è stata raggiunta nel mese di Agosto 2018 ed è stata di 22,5°C, il mese con la temperatura media minima più fredda è stato invece Dicembre 2017 con una temperatura di 5,4 °C.

Temperatura media massima

La Temperatura Media Massima Annua per il trentennio 1971-2000 nei pressi del sito di intervento risulta essere compresa tra i 21 °C e i 22 °C.

Per l'analisi della Temperatura Media Massima Annua per il triennio 2018 – 2020 sono stati utilizzati i dati forniti dalla Stazione di Cagliari in località Marina Piccola, in quanto è quella in grado di fornire i dati più completi all'interno della fascia temporale oggetto di analisi.

Tabella 4.11: Temperatura media massima

MESE	TEMPERATURA (°C)
------	------------------

	2018	2019	2020	Media periodo
Gennaio		16,5	13,3	14,9
Febbraio	12,5	17,6	17,2	15,8
Marzo	16,3	18,1	19,5	18,0
Aprile	20,5	23,6	21,7	21,9
Maggio	26,7	24,7	26,4	25,9
Giugno	29	31,1	31,1	30,4
Luglio	34,3	34,4	32,5	33,7
Agosto	32,6	33,6	34,2	33,5
Settembre	28,8	30,1	28,5	29,1
Ottobre	23,5	26	25,4	25,0
Novembre	19,5	20,7	18,2	19,5
Dicembre	17	17,9	15,4	16,8
Media Annua	23,7	24,5	23,6	23,9

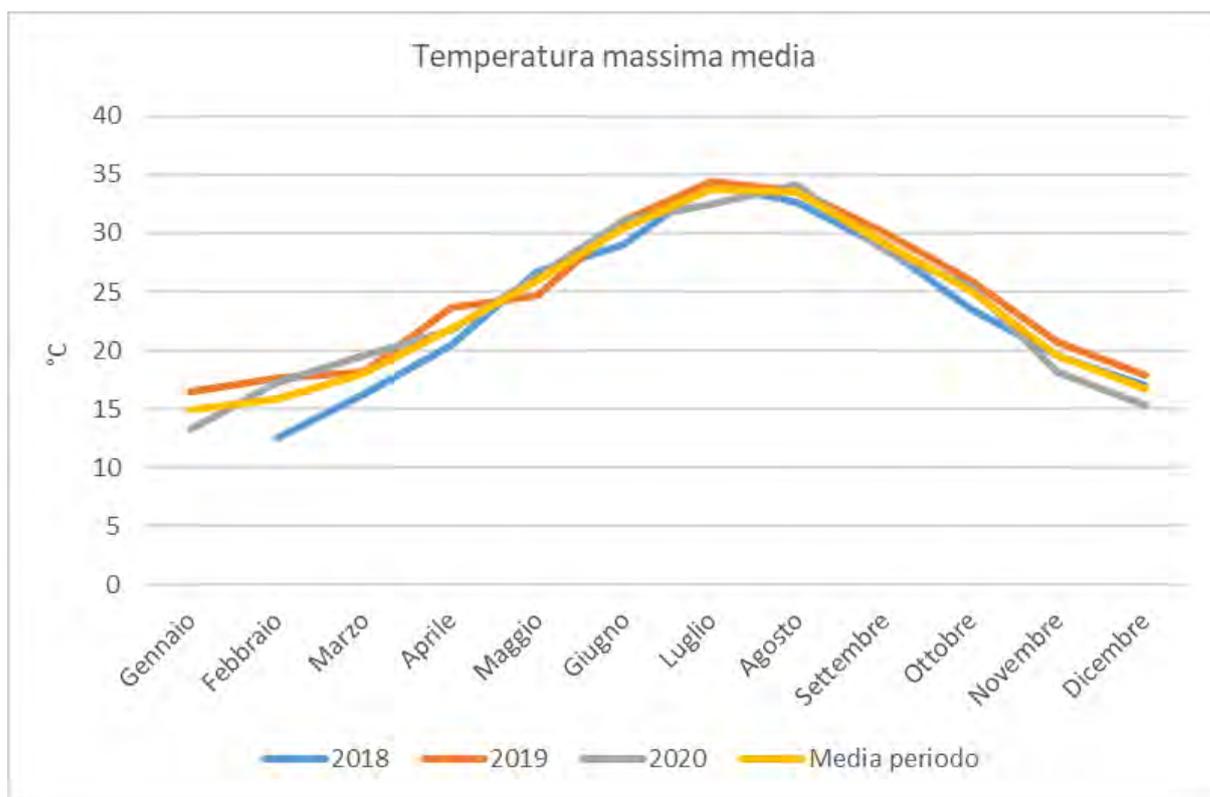


Figura 4.77: Temperatura massima media

Precipitazioni

L'annata del 2020 è risultata piovosa sull'intero territorio regionale, le piogge sono risultate del tutto eccezionali nel periodo estivo, che ha avuto le piogge più abbondanti di sempre, con cumulati di gran

lunga superiori a tutti gli anni a partire dal 1922; tale surplus ha più che compensato il deficit delle piogge autunnali che, invece, sono state particolarmente carenti.

Le Precipitazioni Medie Annue per il trentennio 1971-2000 nei pressi del sito di intervento risultano essere comprese tra i 550 e i 600 mm.

Per l'analisi delle Precipitazioni Medie Cumulate Annue per il triennio 2016 – 2018 sono stati utilizzati i dati forniti dalla Stazione di Cagliari in località Marina Piccola, in quanto è quella in grado di fornire i dati più completi all'interno della fascia temporale oggetto di analisi.

Tabella 4.12: Precipitazione cumulata

MESE	PRECIPITAZIONE MEDIA CUMULATA [mm]			
	2018	2019	2020	Media periodo
Gennaio	53,8	11,8	54,8	40,1
Febbraio	117,4	58,2	33,4	69,6
Marzo	134,4	37,2	2,6	58
Aprile	7	2,8	39	16,3
Maggio	2,2	30,4	0	10,9
Giugno	16,8	4,2	1,2	7,4
Luglio	16,2	0	0	5,4
Agosto	6,8	0	0	2,2
Settembre	36,4	95,6	10	47,3
Ottobre	66,6	9,6	0,6	25,3
Novembre	14,8	60,2	41,6	38,8
Dicembre	2	68,8	42,2	37,6
Somma	474,4	378,8	225,4	359,2

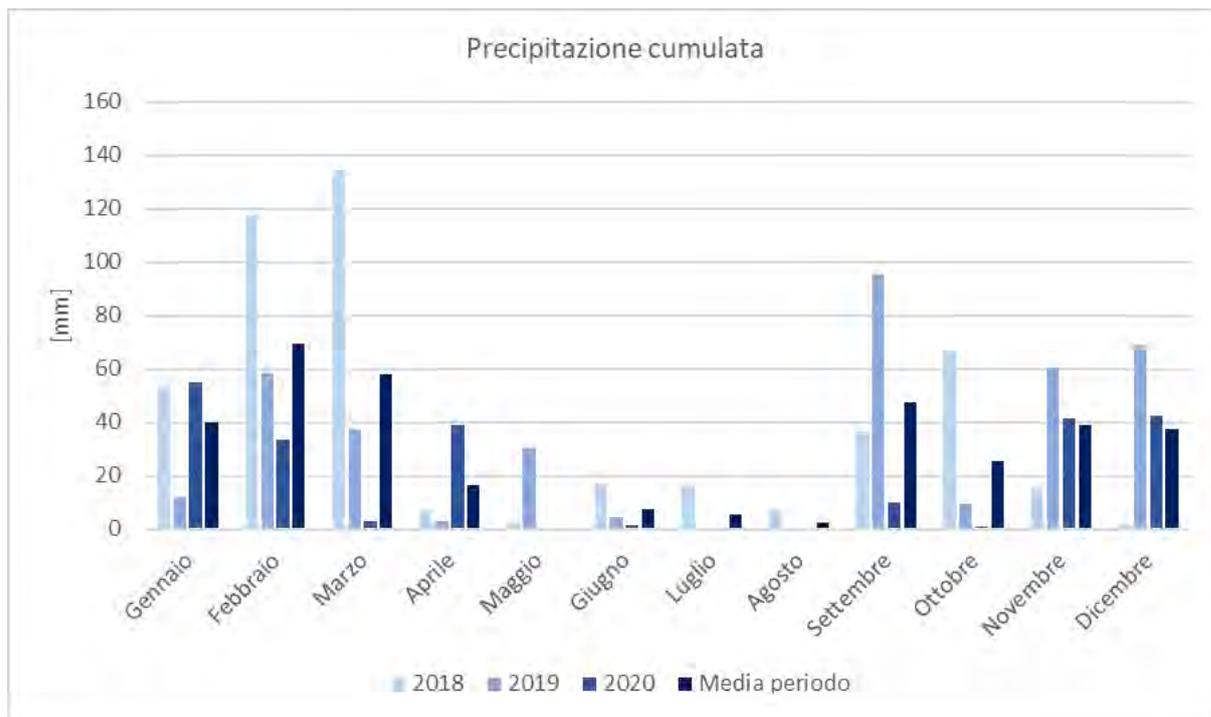


Figura 4.78: Precipitazione cumulata

Copertura nuvolosa

Il grafico fornito da WorldWeatherOnline mostrato in Figura 4.79 fornisce la percentuale di copertura nuvolosa mensile per l'area di Carbonia tra gennaio 2018 e dicembre 2022. Si nota un andamento ciclico della copertura nuvolosa con minimi estivi (inferiori al 10%) e picchi invernali compresi tra il 40 e il 60%.



Figura 4.79: Distribuzione mensile della copertura nuvolosa 2018-2022, fonte: WorldWeatherOnline

Eliofania

L'eliofania rappresenta il numero di ore di insolazione dell'arco della giornata. La misura è stata rilevata utilizzando i dati forniti da WorldWeatherOnline per l'area di Carbonia considerando un intervallo temporale tra il gennaio 2018 e il dicembre 2022. Si nota un andamento ciclico delle ore di sole giornaliero con un minimo invernale inferiore alle 150 ore e un massimo estivo superiore alle 300 ore.



Figura 4.80: Distribuzione mensile dell'eliofania nel periodo 2018-2022, fonte: WorldWeatherOnline

Venti

Per l'analisi dei venti vengono riportate in Figura 4.81, le statistiche inerenti alla direzione e velocità del vento nel periodo temporale 2000-2023, registrate presso la stazione aeroportuale di Cagliari e distribuite dal sito Windfinder. La stazione è localizzata a circa 48 km dal sito in esame.

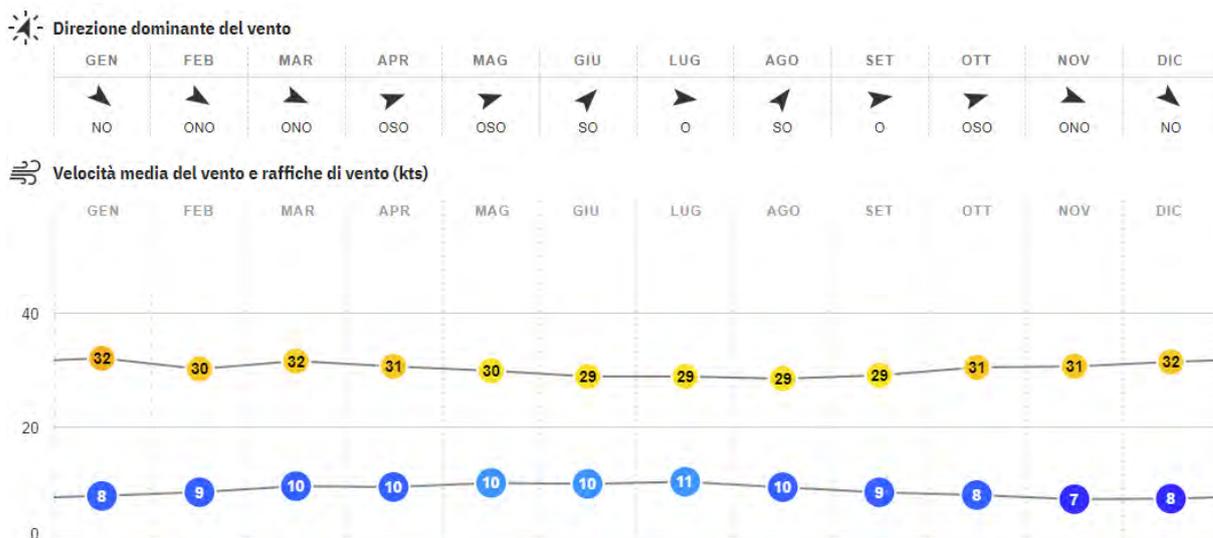


Figura 4.81: Velocità media e direzione predominante del vento nel periodo 2000-2023, fonte: Windfinder

Si nota che la velocità del vento ha massimi primaverili-estivi intorno a 10-11 nodi e minimi invernali intorno a 7-8 nodi- La direzione prevalente è O.

Qualità dell'aria a scala provinciale

Per l'analisi della qualità dell'aria si è fatto riferimento ai dati registrati presso le stazioni di rilevamento più prossime al sito di Carbonia, che sono collocate nel comune di Portoscuso e sono denominate CENPS4, CENPS6 e CENPS7 e sono deputate a misurare la qualità nell'aria nei dintorni dell'area industriale di Portoscuso.

Il sito oggetto del seguente Studio di Impatto Ambientale rientra all'interno dell'area omogenea IT2010 – zona rurale. Questo capitolo analizza la qualità dell'aria nel territorio regionale pugliese nel corso del 2019 – 2021, sulla base dei dati provenienti dalla rete di monitoraggio regionale, gestita da Arpa, nel rispetto del D. Lgs 155/2010⁹.

⁹ https://www.arpa.puglia.it/pagina2873_report-annuali-e-mensili-qualit-dellaria-rrqa.html

Le stazioni di rilevamento invece sono collocate nella zona omogenea IT2009 – zona industriale.

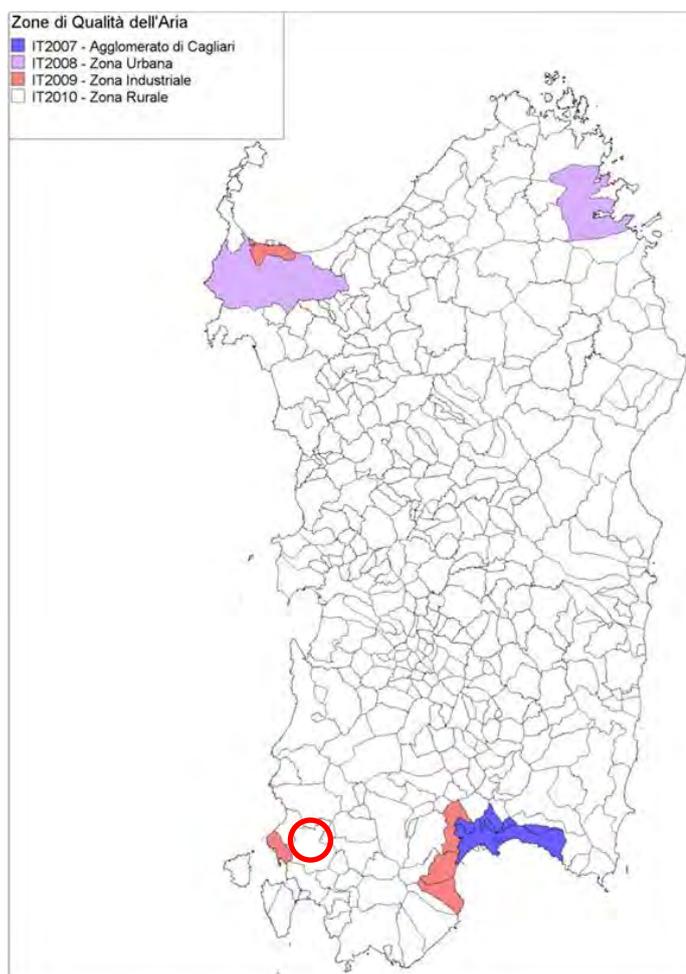


Figura 4.82: zonizzazione del territorio Regionale ai sensi del D.Lgs. 155/2010 (in rosso l'area in esame)

La Tabella 4.13 riassume i limiti e le soglie di legge, per il controllo dei dati di qualità dell'aria.

Tabella 4.13: Limiti e soglie di legge per il controllo dei dati di qualità dell'aria

INQUINANTE	TIPO DI LIMITE	PARAMETRO STATISTICO	VALORE
PM10 – particolato con diametro < 10 µg	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	Media giornaliera	50 µg/m ³
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM2,5– particolato con diametro < 2,5 µg	Limite annuale	Media annuale	25 µg/m ³
NO2 – biossido di azoto	Limite orario per la protezione della salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	Media oraria	200 µg/m ³
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
	Soglia di allarme (valore misurato su 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria)	Media oraria	400 µg/m ³
O3 - ozono	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero di 24 medie mobili su 8 ore	120 µg/m ³

	Soglia di informazione	Media oraria	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	Media oraria	240 µg/m ³
	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40 calcolato su valori medi orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ x h
CO – monossido di carbonio	Limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero di 24 medie mobili su 8 ore	10 µg/m ³
C6H6 - benzene	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5 µg/m ³
SO ₂ – biossido di zolfo	Limite orario per la protezione della salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	Media oraria	350 µg/m ³
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	Media giornaliera	125 µg/m ³
	Soglia di allarme (valore misurato su 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria)	Media oraria	500 µg/m ³
Pb - piombo	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0,5 µg/m ³
B(a)p– Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media annuale	1,0 ng/m ³
Ni - nichel	Valore obiettivo	Media annuale	20 ng/m ³
As - arsenico	Valore obiettivo	Media annuale	6,0 ng/m ³
Cd - cadmio	Valore obiettivo	Media annuale	5,0 ng/m ³

Particolato fine (PM₁₀)

Il PM₁₀ è l'insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Il PM₁₀ può penetrare nell'apparato respiratorio, generando impatti sanitari la cui gravità dipende, oltre che dalla quantità, dalla tipologia delle particelle. Il PM₁₀ si distingue in primario, generato direttamente da una fonte emissiva (antropica o naturale), e secondario, derivante cioè da altri inquinanti presenti in atmosfera attraverso reazioni chimiche. Il D. Lgs 155/10 fissa due valori limite per il PM₁₀: la media annua di 40 µg/m³ e la media giornaliera di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte nel corso dell'anno solare.

Tabella 4.14: PM10 - valori medi annuali

STAZIONE	2019	2020	2021	VALORE LIMITE
Portoscuso – CENPS4	24,7	15,2	19,2	40 µg/m ³
Portoscuso – CENPS6	18,5	17,8	17,2	
Portoscuso – CENPS7	27,3	24,3	24,4	

Tabella 4.15: PM10 - superamenti del valore medio giornaliero

STAZIONE	2019	2020	2021	VALORE LIMITE
Portoscuso – CENPS4	13	3	11	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
Portoscuso – CENPS6	2	0	2	
Portoscuso – CENPS7	12	11	16	

Dall'analisi condotta sul PM₁₀ non si evidenziano superamenti del valore medio annuale e del valore medio giornaliero fissati rispettivamente a 40 e 50 µg/m³.

Particolato fine (PM_{2,5})

Il PM_{2,5} è l'insieme di particelle solide e liquide con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm. Analogamente al PM₁₀, il PM_{2,5} può avere origine naturale o antropica e può penetrare nell'apparato respiratorio raggiungendone il tratto inferiore (trachea e polmoni).

A partire dal 2015 il D. Lgs. 155/10 prevede un valore limite di 25 µg/m³ e un valore limite da fissarsi (tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m³ a partire dal 2020).

Tabella 4.16: PM_{2,5} - valori medi annuali

STAZIONE	2019	2020	2021	VALORE LIMITE
Portoscuso – CENPS6	9,6	7,9	6,4	25 µg/m ³
Portoscuso – CENPS7	8,8	6,6	8,5	

Dall'analisi condotta sul PM_{2,5} non si evidenziano superamenti del limite normativo per il valore medio annuale fissato a 25 µg/m³.

Biossido di azoto (NO₂)

Gli ossidi di azoto, indicati con il simbolo NO_x si formano soprattutto nei processi di combustione ad alta temperatura e rappresentano un sottoprodotto dei processi industriali e degli scarichi dei motori a combustione interna. I limiti previsti dal D. Lgs. 155/10 per l'NO₂ sono la media oraria di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno e la media annua di 40 µg/m³.

Tabella 4.17: NO₂ - valori medi annuali

STAZIONE	2019	2020	2021	VALORE LIMITE
Portoscuso – CENPS4	3,8	3,5	5,3	40 µg/m ³
Portoscuso – CENPS6	2,8	3,6	4,0	
Portoscuso – CENPS7	3,5	1,6	0,7	

Dall'analisi condotta sul NO₂ non si evidenziano superamenti del limite normativo per il valore medio annuale fissato a 40 µg/m³. Di conseguenza non si evidenziano superamenti per quel che riguarda il limite orario per la protezione della salute umana, il cui valore limite è fissato a 200 µg/m³ e per quel che riguarda soglia di allarme il cui valore limite è fissato a 400 µg/m³.

Ozono (O₃)

L'ozono è un inquinante secondario che si forma in atmosfera attraverso reazioni fotochimiche tra altre sostanze (tra cui gli ossidi di azoto e i composti organici volatili). Poiché il processo di formazione dell'ozono è catalizzato dalla radiazione solare, le concentrazioni più elevate si registrano nelle aree soggette a forte irraggiamento e nei mesi più caldi dell'anno. Il D. Lgs. 155/10 fissa un valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m³ sulla media mobile delle 8 ore, da non superare più di 25 volte l'anno e un valore obiettivo a lungo termine, pari a 120 µg/m³.

L'ozono (O₃) è misurato dalla stazione Portoscuso - CENPS7. La massima media mobile di otto ore è di 113 µg/m³ mentre il valore massimo orario è di 119 µg/m³, valore decisamente al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m³) e della soglia di allarme (240 µg/m³). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra nessuna violazione.

Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è una sostanza gassosa che si forma per combustione incompleta di materiale organico, ad esempio nei motori degli autoveicoli e nei processi industriali. Il monossido di carbonio può risultare letale per la sua capacità di formare complessi con l'emoglobina più stabili di quelli formati da quest'ultima con l'ossigeno impedendo il trasporto nel sangue. Il D. Lgs 155/2010 fissa un valore limite di 10 mg/m^3 calcolato come massimo sulla media mobile delle 8 ore.

Il monossido di carbonio (CO) registra una massima media mobile di otto ore che varia da $0,6 \text{ mg/m}^3$ (CENPS7) a $1,1 \text{ mg/m}^3$ (CENPS4). Le concentrazioni rilevate si mantengono quindi ampiamente entro il limite di legge (10 mg/m^3 sulla massima media mobile di otto ore).

Benzene (C₆H₆)

Il benzene è un idrocarburo aromatico che, a temperatura ambiente, si presenta come un liquido incolore, dall'odore dolciastro. È una sostanza dall'accertato potere cancerogeno. Il D. Lgs 155/2010 fissa un valore limite di concentrazione annuo di $5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Tabella 4.18: C₆H₆ - valore medio annuale

STAZIONE	2019	2020	2021	VALORE LIMITE
Portoscuso – CENPS7	0,6	0,5	0,3	$5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$

Dall'analisi condotta sul benzene non si evidenziano superamenti del limite normativo per il valore medio annuo fissato a $5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Biossido di zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo deriva dalla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. In passato è stato un importante inquinante atmosferico poiché la sua ossidazione porta alla formazione di acido solforoso e solforico. Il biossido di zolfo è un gas incolore facilmente solubile in acqua.

Le fonti naturali, come i vulcani, contribuiscono ai livelli ambientali di anidride solforosa. Le emissioni antropogeniche sono invece legate all'uso di combustibili fossili contenenti zolfo per il riscaldamento domestico, la generazione di energia e nei veicoli a motore. Nel tempo il contenuto di zolfo nei combustibili è sensibilmente diminuito, portando i livelli di SO₂ in area ambiente a livelli estremamente bassi.

Le stazioni di misura considerate non effettuano rilevamenti di SO₂; tuttavia, nessuna stazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Sardegna ha rilevato superamenti dei valori limite tra il 2019 e il 2021.

Metalli nel PM₁₀

I metalli pesanti per i quali la legislazione prescrive il monitoraggio in aria ambiente sono l'arsenico, il cadmio, il nichel e il piombo. Nell'atmosfera le sorgenti predominanti di origine antropica di metalli pesanti sono la combustione e i processi industriali, la produzione energetica e l'incenerimento dei rifiuti. L'entità degli effetti tossici esercitati dai metalli dipende da molteplici fattori quali: le concentrazioni raggiunte nei tessuti, le interazioni che si stabiliscono tra il metallo e i componenti cellulari, lo stato di ossidazione e la forma chimica in cui il metallo è assorbito o viene a contatto con le strutture bersaglio dell'azione.

Il D. Lgs 155/2010 prevede la determinazione dei metalli pesanti contenuti nel PM10 fissando i seguenti valori obiettivi annui: Arsenico: $6,0 \text{ ng/m}^3$; Cadmio: $5,0 \text{ ng/m}^3$; Nichel $20,0 \text{ ng/m}^3$, Per il piombo è invece in vigore un limite annuo di 500 ng/m^3 .

Tabella 4.19: Cadmio - valore medio annuo

STAZIONE	2019	2020	2021	VALORE LIMITE
Portoscuso – CENPS4	3,7	4	6,2	5 mg/m ³
Portoscuso – CENPS6	1,3	2,5	2,9	
Portoscuso – CENPS7	4,5	3,9	5,7	

Dall'analisi condotta sul cadmio si evidenziano superamenti per le stazioni CENPS4 e CENPS7 del limite normativo per il valore medio annuo di 5 mg/m³. La stazione CENPS7 risulta tra le più critiche della regione registrando anche diversi superamenti tra il 2012 e il 2017.

Gli altri inquinanti non vengono misurati dalle stazioni considerate.

4.6.2 Stima degli impatti potenziali

Identificazione delle azioni di impatto e dei potenziali recettori

Le principali fonti di impatto saranno:

- Emissione temporanea di gas di scarico in atmosfera da parte dei veicoli coinvolti nella costruzione dell'impianto e nel trasporto dei componenti ai siti di installazione;
- Emissione temporanea di polveri dovuta al movimento mezzi e alle fasi di preparazione delle aree di cantiere, i movimenti terra e gli scavi nei siti di installazione e per i lavori di realizzazione della linea di connessione.
- Emissione temporanea di gas di scarico da parte dei veicoli coinvolti durante la fase di raccolta e gestione del mandorleto e dell'erbaio annuale.
- I potenziali recettori presenti nell'area di progetto sono identificabili principalmente con la popolazione residente, nello specifico si individua:
 - La popolazione del Comune di Carbonia e del comune di Gonnese che risiede in prossimità delle Aree di Progetto o lungo le reti viarie interessate dal movimento dei mezzi di cantiere.
 - Il centro abitato più prossimo all'area di intervento risulta essere il centro urbano di Flumentepido (frazione del Comune di Carbonia) risulta essere localizzata a circa 800 m dal sito oggetto della realizzazione dell'impianto.
- In prossimità dell'area di intervento sono stati rilevati i seguenti recettori:
 - n.3 abitazioni di tipo popolare/economico;
 - n.2 fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole;
 - n.4 magazzini e locali di deposito;
 - n.1 unità collabenti;
 - n.1 negozi e botteghe;
 - n. 1 Costruzioni e Fabbricati per speciali esigenze pubbliche;
 - n. 1 Uffici e Studi privati
 - n. 3 fabbricati non meglio specificati.
- Si evidenzia inoltre che la linea di connessione interessa la SS126 Strada Occidentale Sarda e una serie di stradi locali.



Impatto sulla componente – Fase di costruzione

Durante la fase di costruzione del Progetto che può essere suddiviso in due principali attività (realizzazione impianto e realizzazione della linea elettrica di connessione), i potenziali impatti diretti sulla qualità dell'aria sono legati:

- All'utilizzo di veicoli/macchinari a motore nelle fasi di costruzione con relativa emissione di gas di scarico (PM, CO, SO₂ e NO_x);
- A lavori di livellamento e movimento terra per la preparazione delle aree di cantiere e la costruzione del progetto, con conseguente emissione di particolato (PM₁₀, PM_{2.5}) in atmosfera inoltre si prevede la sospensione di polveri dovute al transito di veicoli su strade non asfaltate.

La realizzazione dell'impianto avrà una durata di circa 18 mesi, durante i quali all'interno dell'area di cantiere si prevede che, nelle fasi di maggior attività, opereranno contemporaneamente un numero massimo di 28 mezzi, si prevedono:

- 5 macchine battipalo
- 5 escavatori
- 5 macchine multifunzione
- 2 pale cingolate
- 3 trattori apripista
- 5 camion per movimenti terra
- Occasionalmente si prevede la presenza di mezzi speciali di sollevamento, che opereranno per un tempo limitato pari a singole giornate.

Per quanto riguarda la realizzazione della sottostazione elettrica si prevede che la durata del cantiere sarà pari a circa 18 mesi. In questo tempo si prevede un flusso massimo di 6 camion per il trasporto di materiale entro e fuori dal sito.

All'interno dell'area di cantiere si prevede che, nelle fasi di maggior attività, opereranno contemporaneamente un numero massimo di 6 mezzi, nello specifico:

- 2 miniescavatori
- 2 escavatori
- 2 macchine multifunzione
- Occasionalmente si prevede la presenza di mezzi speciali di sollevamento, che opereranno per un tempo limitato pari a singole giornate.

Infine, per quanto riguarda la realizzazione della connessione si prevede che la durata del cantiere sarà pari a circa 7 mesi. Il cantiere della connessione sarà di tipo lineare e si prevede che, nelle fasi di maggior attività, opereranno contemporaneamente un numero massimo di 3 mezzi, nello specifico:

- 2 camion per il trasporto di materiale fuori dal sito
- 2 escavatori
- 2 macchinari TOC (se necessari per particolari tratti di posa)
- Occasionalmente si prevede la presenza di mezzi speciali di sollevamento, che opereranno per un tempo limitato pari a singole giornate.

Per quanto riguarda la gestione delle colture previste dal progetto agronomico si prevede il ricorso alla minima lavorazione: è previsto un solo passaggio di discatura eseguito con erpice a dischi o una fresatura. Infine, per quanto riguarda i seminativi si prevede il passaggio di un'unica macchina capace di eseguire in un unico passaggio semina e concimazione, un successivo passaggio con macchina capace

di raccogliere e pressare il materiale vegetale in balle e una macchina trinciatrice in caso di produzione di trinciato.

Per quanto riguarda l'eventuale transito di veicoli su strade non asfaltate, con conseguente sospensione di polveri in atmosfera, la viabilità utilizzata è costituita principalmente da strade esistenti asfaltate. Gli unici tratti non asfaltati sono costituiti dalla strada di accesso al sito di intervento e alla viabilità interna all'area di cantiere.

Considerando la tipologia di sorgenti di impatto si ritiene che non si verificheranno ricadute significative al di fuori della recinzione di cantiere. La durata degli impatti è di breve durata, discontinua e limitata nel tempo. Gli impatti risulteranno trascurabili e a bassa significatività.

Al fine di contenere quanto più possibile le emissioni di inquinanti gassosi e polveri, durante la fase di costruzione saranno adottate norme di pratica comune e, ove richiesto, misure a carattere operativo e gestionale.

In particolare, per limitare le emissioni di gas si garantirà il corretto utilizzo dei mezzi e macchinari, una loro regolare manutenzione e buone condizioni operative. Dal punto di vista gestionale si limiterà la velocità dei veicoli e si eviterà di tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e macchinari.

Per quanto riguarda la produzione di polveri, saranno adottate, ove necessario, idonee misure a carattere operativo e gestionale, quali:

- Bagnatura delle gomme degli automezzi;
- Umidificazione del terreno nelle aree di cantiere per impedire il sollevamento delle polveri, specialmente durante i periodi caratterizzati da clima secco;
- Riduzione della velocità di transito dei mezzi.

Impatto sulla componente – Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio non sono attesi potenziali impatti negativi sulla qualità dell'aria, vista l'assenza di significative emissioni di inquinanti in atmosfera. Le uniche emissioni attese, discontinue e trascurabili, sono ascrivibili ai veicoli che saranno impiegati durante le attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e della Stazione di utenza. Inoltre, saranno previsti gli interventi di gestione del mandorleto e dell'erbaio annuale, principalmente le attività prevederanno l'intervento di una macchina potatrice e di una macchina per la raccolta meccanizzata delle mandorle.

Analogamente alla fase di cantiere, anche in esercizio per quanto riguarda la produzione di polveri saranno adottate, ove necessario, le seguenti misure a carattere operativo e gestionale:

- In fase d'esercizio dovranno essere utilizzate macchine operatrici e di trasporto omologate, attrezzature in buone condizioni di manutenzione e a norma di legge, macchinari dotati di idonei silenziatori e marmitte con l'obiettivo di ridurre alla fonte i rischi derivanti dall'esposizione alle emissioni inquinanti nell'ambiente esterno.
- In fase di cantiere dovranno essere adottate tutte le precauzioni per ridurre la produzione e la propagazione delle polveri soprattutto durante la stagione estiva ed in condizioni di forte vento, in particolare dovranno essere bagnate le aree di movimento terra, i cumuli di materiale nelle aree di cantiere e la viabilità sterrata all'interno dei singoli lotti.
- La velocità di transito dei mezzi dovrà essere limitata al fine di ridurre il sollevamento delle polveri.
- I motori dei mezzi circolanti nell'area di intervento, ogni qualvolta ciò sia possibile, dovranno essere spenti.

Non sono previste attività di manutenzione per la linea di connessione, pertanto dato il numero limitato dei mezzi coinvolti, l'impatto è da ritenersi non significativo.

L'esercizio del Progetto determina un impatto positivo sulla componente aria, consentendo un notevole risparmio di emissioni, sia di gas ad effetto serra che di macro inquinanti, rispetto alla produzione di energia mediante combustibili fossili tradizionali.

Sulla base del calcolo della producibilità riportato nell'elaborato "2983_5376_CA_VIA_R18_Rev0_Calcolo Producibilità", è stata stimata la seguente produzione energetica dell'impianto fotovoltaico 113.840 MWh/anno. Partendo da questi dati, è possibile calcolare quale sarà il risparmio in termini di emissioni in atmosfera evitate (CO₂, NO_x, SO_x, CO e polveri), ossia quelle che si avrebbero producendo la medesima quantità di energia utilizzando combustibili fossili.

Partendo da questi dati, è possibile calcolare quale sarà il risparmio in termini di emissioni in atmosfera evitate (CO₂, NO_x, SO_x, CO e polveri), ossia quelle che si avrebbero producendo la medesima quantità di energia utilizzando combustibili fossili. Per il calcolo delle emissioni risparmiate di CO₂ è stato utilizzato il metodo da rapporto ISPRA 2022 (Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico, rapporti 363/2022) che determina i fattori di emissione di CO₂ da produzione termoelettrica lorda per combustibile definendolo pari a 449,1 gCO₂/kWh (solo fossile, anno 2020).

Tabella 4.20: Fattore di emissione di CO₂ da produzione termoelettrica lorda per combustibile

INQUINANTE	FATTORE EMISSIVO	ENERGIA PRODOTTA	EMISSIONI RISPARMIATE
	g/kWh	MWh/anno	T/anno
CO ₂	449,1	113.840	51.126

A questo si aggiunge il mandorleto, che è in grado di fissare CO₂. In termini di fissazione del Carbonio netto le piante arboree, visto il loro ciclo poliennale, sono più efficienti rispetto alle piante erbacee; questa capacità delle piante arboree può essere inoltre aumentata con delle strategie di coltivazione, come per esempio la gestione del suolo, attraverso l'uso di cover crops (per un maggiore accumulo di carbonio) che eviti la lavorazione del terreno. È importante precisare che le piante assorbono CO₂ dall'atmosfera e rilasciano ossigeno (O₂). Una porzione della CO₂ assorbita ritorna nell'atmosfera attraverso la respirazione, mentre una parte è stoccata in varie componenti organiche, creando così un "carbon sink", ovvero un sito di accumulo del Carbonio.

Sebbene le piante agrarie abbiano un ciclo vitale breve rispetto a quello delle specie forestali e non coprano permanentemente il suolo con la chioma, possiedono un alto potenziale di fissazione del Carbonio e l'ulivo, tra le colture agrarie, è una specie che possiede un ciclo vitale più lungo (in alcuni casi millenario), quindi di grande importanza nell'assorbimento della CO₂ atmosferica (Van der Werf et al., 2009).

Per il calcolo delle emissioni dei principali macroinquinanti emessi dagli impianti termoelettrici sono stati utilizzati i fattori di emissione dei contaminanti atmosferici emessi dal settore elettrico per la produzione di energia elettrica e calore (g/kWh), pubblicati nel rapporto ISPRA 2022 (i valori si riferiscono al 2020).

Tabella 4.21: Fattori di emissione dei contaminanti atmosferici emessi dal settore elettrico per la produzione di energia elettrica e calore (g/kWh)*

INQUINANTE	FATTORE EMISSIVO	ENERGIA PRODOTTA	EMISSIONI RISPARMIATE
	g/kWh	MWh/anno	T/anno
NO _x	0,211	113.840	24,02
SO _x	0,048		5,46

CO	0,095		10,81
PM10	0,003		0,34

* energia elettrica totale al netto dei pompaggi + calore in KWh

Impatto sulla componente – Fase di dismissione

Per la fase di dismissione si prevedono impatti sulla qualità dell'aria simili a quelli attesi durante la fase di costruzione, principalmente collegati all'utilizzo di mezzi/macchinari a motore e generazione di polveri da movimenti mezzi.

In particolare si prevedono le seguenti emissioni:

- Emissione temporanea di gas di scarico (PM, CO, SO2 e NOx) in atmosfera da parte dei mezzi e veicoli coinvolti nella rimozione, smantellamento e successivo trasporto delle strutture di progetto e ripristino del terreno;
- Emissione temporanea di particolato atmosferico (PM10, PM2.5), prodotto principalmente da movimentazione terre e risospensione di polveri da superfici/cumuli e da transito di veicoli su strade non asfaltate.

Rispetto alla fase di cantiere si prevede l'utilizzo di un numero inferiore di mezzi e di conseguenza la movimentazione di un quantitativo di materiale pulverulento limitato. La fase di dismissione durerà circa 12 mesi, determinando impatti di natura temporanea. Inoltre le emissioni attese sono di natura discontinua nell'arco dell'intera fase di dismissione.

Di conseguenza, la valutazione degli impatti è analoga a quella presentata per la fase di cantiere, con impatti trascurabili e significatività bassa.

Concludendo, il progetto nel suo complesso (costruzione, esercizio e dismissione) non presenta particolari interferenze con la componente aria e la valutazione condotta non ha ravvisato alcun tipo di criticità. Al contrario, si sottolinea che l'impianto di per sé costituisce un beneficio per la qualità dell'aria, in quanto consente la produzione di **113.840 MWh/anno** di energia elettrica senza il rilascio di emissioni in atmosfera, tipiche della produzione di energia mediante l'utilizzo di combustibili fossili.

4.6.3 Azioni di mitigazione

Considerate le sorgenti di impatto si ritiene che non si verificheranno ricadute significative, data la breve, limitata e discontinua durata degli impatti nel tempo.

Le misure di mitigazione e compensazione previste al fine di contenere quanto più possibile le emissioni di inquinanti gassosi e polveri, durante la fase di costruzione e dismissione comprenderanno l'adozione di norme di pratica comune e, ove richiesto, misure a carattere operativo e gestionale.

In particolare, per limitare le emissioni di gas si garantiranno il corretto utilizzo di mezzi e macchinari, una loro regolare manutenzione e buone condizioni operative. Dal punto di vista gestionale si limiterà le velocità dei veicoli e si eviterà di tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e macchinari.

Per quanto riguarda la produzione di polveri, saranno adottate, ove necessario, idonee misure a carattere operativo e gestionale, quali:

- Bagnatura delle gomme degli automezzi;
- Umidificazione del terreno nelle aree di cantiere per impedire il sollevamento delle polveri, specialmente durante i periodi caratterizzati da clima secco;
- Riduzione della velocità di transito dei mezzi.

4.7 BENI MATERIALI, PATRIMONIO CULTURALE E PAESAGGIO

4.7.1 Descrizione dello scenario base

Gli ambiti di paesaggio rappresentano un'articolazione del territorio regionale in coerenza con il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (art. 135 – comma 2).

Gli ambiti del PPTR costituiscono sistemi territoriali e paesaggistici individuati alla scala subregionale e caratterizzati da particolari relazioni tra le componenti fisico-ambientali, storico-insediative e culturali che ne connotano l'identità di lunga durata.

Gli ambiti sono individuati attraverso una visione sistemica e relazionale in cui prevale la rappresentazione della dominanza dei caratteri che volta a volta ne connota l'identità paesaggistica.

L'individuazione delle figure territoriali e paesaggistiche (unità minime di paesaggio) e degli ambiti (aggregazioni complesse di figure territoriali) è scaturita da un lungo lavoro di analisi che, integrando numerosi fattori, sia fisico-ambientali sia storico-culturali, ha permesso il riconoscimento di sistemi territoriali complessi (gli ambiti) in cui fossero evidenti le dominanti paesaggistiche che connotano l'identità di lunga durata di ciascun territorio. Per l'individuazione delle figure territoriali e degli ambiti paesaggistici sono stati intrecciati due grandi campi:

- L'analisi morfotipologica, che ha portato al riconoscimento di paesaggi regionali caratterizzati da specifiche dominanti fisico-ambientali;
- L'analisi storico-strutturale, che ha portato al riconoscimento di paesaggi storici caratterizzati da specifiche dinamiche socio-economiche e insediative.

Il PPTR della regione Sardegna identifica e perimetra i seguenti ambiti costieri:

1. Golfo di Cagliari
2. Nora
3. Chia
4. Golfo di Teulada
5. Anfiteatro del Sulcis
6. Carbonia e Isole Sulcitane
7. Bacino metallifero
8. Arburese
9. Golfo di Oristano
10. Montiferru
11. Planargia
12. Monteleone
13. Alghero
14. Golfo dell'Asinara
15. Bassa valle del Coghinas
16. Gallura costiera nord-occidentale
17. Gallura costiera nord-orientale
18. Golfo di Olbia
19. Budoni e San Teodoro
20. Monte Albo
21. Baronia
22. Supramonte di Baunei e Dorgali
23. Ogliastra
24. Salto di Quirra
25. Bassa valle del Flumendosa
26. Castiadas
27. Golfo orientale di Cagliari

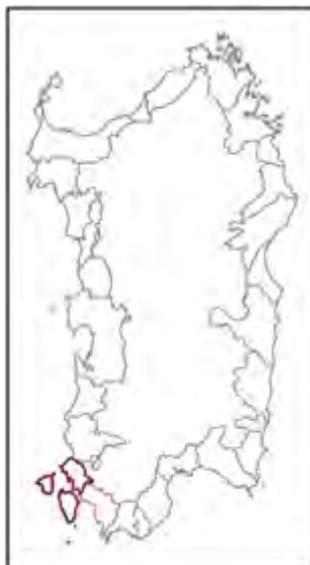


Figura 4.83. Ambiti di paesaggio costieri della Sardegna, evidenziato quello interessato

Il sito in esame appartiene all'ambito numero 6 di Carbonia e delle Isole Sulcitane.

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.

Beni materiali e patrimonio culturale

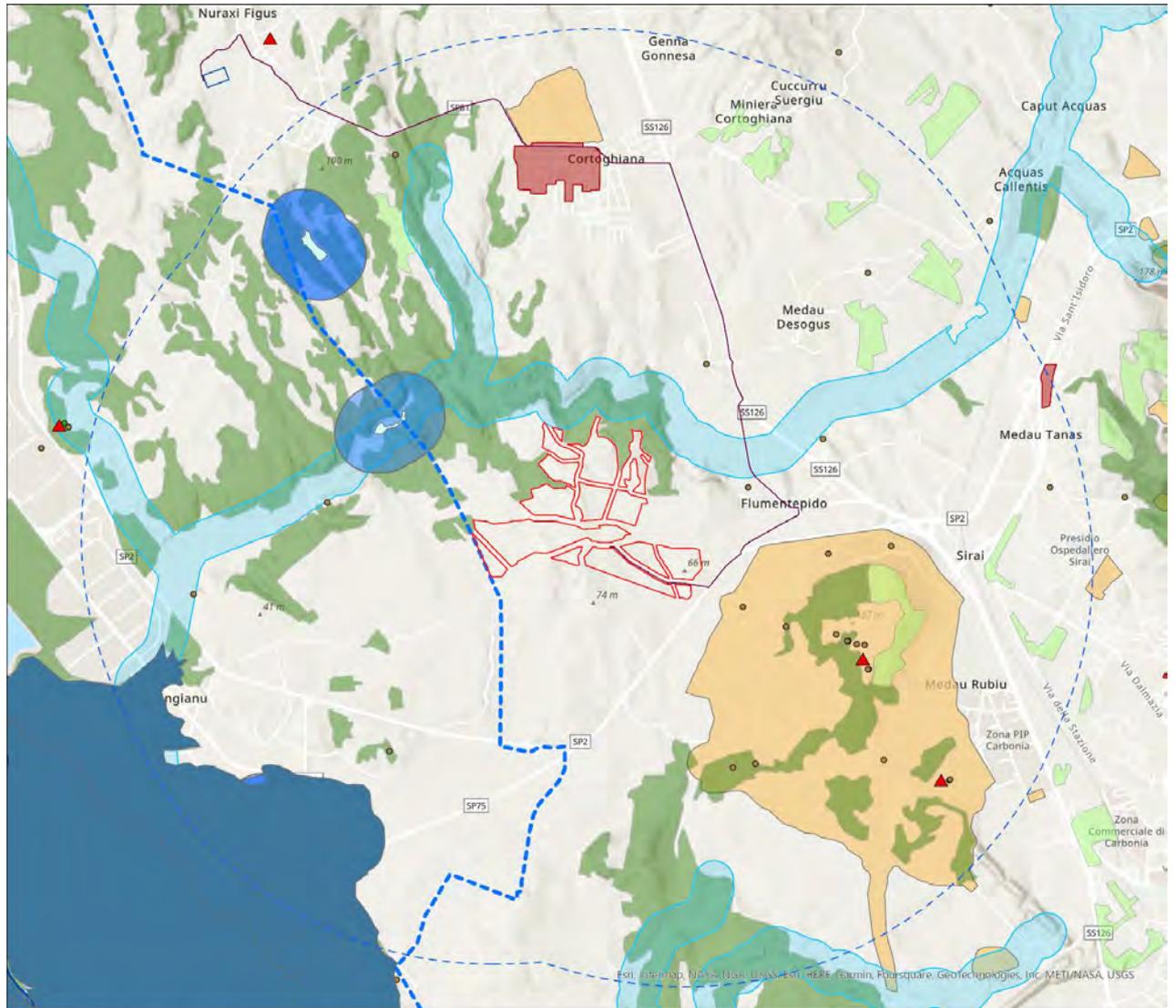


Figura 4.84: Elementi di interesse paesaggistico nell'area di interesse - inquadramento generale

L'area in cui ricade il sito oggetto del seguente Studio di Impatto Ambientale 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.

Patrimonio agroalimentare

L'analisi dello stato di fatto del settore agroalimentare è volta ad individuare coltivazioni, processi o prodotti a cui sia riconosciuta una qualifica o un marchio di qualità o tipicità.

Il quadro normativo di riferimento relativo alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni di origine dei prodotti agricoli e alimentari e delle specialità tradizionali garantite, è costituito dai Regolamenti CEE n 2081/1992 e 2082/1992, successivamente modificati e integrati dai Regolamenti CEE/UE n.509/2006 e n.510/2006, relativi rispettivamente alle specialità tradizionali garantite dei prodotti agricoli e alimentari e alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni d'origine dei prodotti agricoli e alimentari.

Prodotti DOP, IGP e STG

I sopracitati regolamenti hanno definito le seguenti denominazioni:

- Prodotti a Denominazione d'Origine Protetta – DOP: nome che identifica un prodotto originario di un luogo, regione o, in casi eccezionali, di un determinato Paese, la cui qualità o le cui caratteristiche sono dovute essenzialmente o esclusivamente ad un particolare ambiente geografico ed ai suoi intrinseci fattori naturali e umani e le cui fasi di produzione si svolgono nella zona geografica delimitata;
- Prodotti a Indicazione Geografica Protetta – IGP: nome che identifica un prodotto anch'esso originario di un determinato luogo, regione o paese, alla cui origine geografica sono essenzialmente attribuibili una data qualità; la reputazione o altre caratteristiche e la cui produzione si svolge per almeno una delle sue fasi nella zona geografica delimitata;
- Specialità Tradizionali Garantite – STG: riconoscimento relativo a specifici metodi di produzione e ricette tradizionali. Materie prime ed ingredienti utilizzati tradizionalmente rendono questi prodotti delle specialità, a prescindere dalla zona geografica di produzione.

Secondo quanto riportato dal "Portale Dop/Igp: Qualità, turismo e agricoltura per la valorizzazione del territorio" (sito web: <https://dopigp.politicheagricole.it/>), la provincia del Sud Sardegna, area di riferimento del presente documento, ospita in particolare la produzione dei seguenti prodotti:

Tabella 4.22: Prodotti DOP – IGP – STG – Provincia del Sud Sardegna

DENOMINAZIONE	DOP, IGT, STG	IMMAGINE	AREA DI PRODUZIONE
Pecorino Sardo	DOP		

DENOMINAZIONE	DOP, IGT, STG	IMMAGINE	AREA DI PRODUZIONE
Fiore Sardo	DOP		
Zafferano di Sardegna	DOP		
Cagliari	DOP		
Campidano di Terralba / Terralba	DOP		
Cannonau di Sardegna	DOP		

DENOMINAZIONE	DOP, IGT, STG	IMMAGINE	AREA DI PRODUZIONE
Carciofo Spinoso di Sardegna	DOP		
Sardegna	DOP		
Girò di Cagliari	DOP		
Monica di Sardegna	DOP		
Moscato di Sardegna	DOP		
Nasco di Cagliari	DOP		

DENOMINAZIONE	DOP, IGT, STG	IMMAGINE	AREA DI PRODUZIONE
Nuragus di Cagliari	DOP		
Vermentino di Sardegna	DOP		
Sardegna Semidano	DOP		
Carignano del Sulcis	DOP		
Agnello di Sardegna	IGP		
Culurgionis d'Ogliastra	IGP		

DENOMINAZIONE	DOP, IGT, STG	IMMAGINE	AREA DI PRODUZIONE
Provincia di Nuoro	IGP		
Isola dei Nuraghi	IGP		
Marmilla	IGP		
Ogliastra	IGP		
Parteolla	IGP		
Trexenta	IGP		

DENOMINAZIONE	DOP, IGT, STG	IMMAGINE	AREA DI PRODUZIONE
Valli di Porto	IGP		
Sibiola	IGP		
Pecorino romano	DOP		
Pizza Napoletana	STG		
Mozzarella	STG		

Prodotti Agroalimentari Tradizionali (PAT)

I Prodotti Agroalimentari Tradizionali (PAT) sono prodotti caratteristici di un territorio, ottenuti con metodi di lavorazione, conservazione e stagionatura consolidati nel tempo, omogenei per tutto il territorio interessato, secondo regole tradizionali, per un periodo non inferiore ai venticinque anni.

Le norme per l'individuazione dei PAT sono fissate dal DM 350/99. In particolare, un prodotto agroalimentare può essere insignito di tale riconoscimento dalla Regione o dalle Province autonome di Trento e Bolzano qualora vengano accertati i requisiti specifici. Non possono rientrare tra i PAT prodotti ai quali siano già stati attribuiti il marchio di tutela DOP o il marchio di origine IGP.

La denominazione PAT offre al consumatore garanzie in termini di tipicità del prodotto, legandone la produzione e la lavorazione alle metodiche tradizionali utilizzate.

I prodotti PAT sardi riconosciuti sono:

Tabella 4.23: Prodotti PAT Sardegna

TIPOLOGIA	PRODOTTO
BEVANDE ANALCOLICHE, DISTILLATI E LIQUORI	Acquavite, Filu' e ferru, File e ferru, Bevanda di genziana, Binu de arangiu, Liquore di cardo selvatico, Likori de gureu, Sapa di fico d'india, Saba de figu morisca, Villacidro murgia, Villacidro murgia bianco
CARNI E FRATTAGLIE, FRESCHE E LORO LAVORAZIONE	Capretto da latte, Crabittu, Carne di razza Sardo-bruna, Carne bovina di razza Sardo bruna, Carne Sardo-Modicana, Carne bovina di razza Sardo-Modicana, Coccoi de fracca, Cordula, corda, Guanciale, Musteba-Mustela, Ortau, Porcetto da latte, Suinetto da latte, Porcheddu, Proheddu, Porcheddeddu, Prosciutto di pecora, Presuttu 'e brebei, Prosciutto di suino-presuttu, Salame di Pozzomaggiore, Su Salamu de Putumajore, Salsiccia sarda, Satizza, Sartizza, Sanguinaccio, Sanguedd'e porcu, Sanguinedda, Sanguineddu, Sambene durche, Sambene salidu, Sitzigorry, Testa in cassetta, Trattalia, Trattaliu, Coratella allo spiedo
CONDIMENTI	Zafferano, Tsanfarànu, Zanfarànu, Tanforànu, Tafferànu tanfarànu, Tonfarànu, Tafferànu, Thaffarànu, Thamfarànu, Toffarànu
FORMAGGI	Axridda, Biancospino, Bonassai, Casizolu di pecora – Prittas, Casizolu, Tittighedda, Figu, Casu axedu, Fruhe, Frughe, Frua merca, Fiscidu, Viscidu, Ischidu, Bischidu, Vischidàle, Préta, Piéta, Casàdu, Cagiadda, Casu agèru, Casu e fitta, Latte cazàdu, Latti callà, Casu cottu (di capra), Casu frazigu, Casu becciu, Casu fattittu, Casu marzu, Hasu muhidu, Formaggio marcio, Casu in filixi, Casu friscu, Formaggio fresco, Dolcesardo Arborea, Formaggio di colostro ovino, Formaggi di pecora nera di Arbus, Fresa, Fresa de attunzu, Greviera di Ozieri, Ircano, Pecorino di Nule, Pecorino di Osilo, Provoletta di latte vaccino sardo provola, Peretta, Semicotto di capra, Trizza
GRASSI	Olio di lentischio, Ollu de stincini
PRODOTTI VEGETALI ALLO STATO NATURALE O TRASFORMATI	Agrumi, Arancio di Muravera, Asparago selvatico, Ispàrau, Sparàu, Ipàramu, Capperi e Capperoni di Selargius, Tappara, Tapparono, Cardi selvatici sott'olio, Gureu aresti cunfittau, Cardu gureu, Cardu freu, Cece di Musei o Cixiri de Musei, Cicerchia sarda, Ciliegia furistera – Kariasa 'e ispiritu, Ciliegio – Carrufale, Cipolla di San Giovanni, Cipolla rossa, Cuppetta, Lattuga, Fagiolo bianco di Fluminimaggiore, Fagiolo bianco di Terraseo, Fagiolo tianese, Fassobeddu corantinu, Finocchietto selvatico, Grano cotto, Trigu cottu, Grano duro varietà Senatore Cappelli, Trigu Cappelli, su Senadori, Grano Cappelli, Granturco bianco, Triguxianu, Lenticchia nera di Calasetta, Lentiggia naigra de Cadesetta, Limone dolce di Muravera, Mandorle arrubbia, Mandorle cossu, Mandorle olla, Mandorle schina de porcu, Mela appicadorza – Baccalana – Baccalarisca – Mela 'e ferru, Melo – Melappia – Melappiu – Appio, Melo – Noi unci, Melo miali, Melo trempa orrubia, Mela trempa orrubia, Melone de Jerru – Melone

TIPOLOGIA	PRODOTTO
	coltivato in asciutto (Melone d’inverno), Melone verde, Olive a scabecciu, Olive verdi in salamoia, Pera bianca di Bonarcado – Pira bianca, Pera Camusina, Pero brutta e bona, Bugiarda, Pero de su duca, Cento doppie – Del duca, Pesca di San Sperate, Pianta del mirto, Mulsta, Multa, Murta, Murtin, Murtizzu, Muta, Murtauccia, Murtaurci, Murtaucci, Pira de bau, Pira limoi, Pera limone, Piru ruspu – Pero, Pomodoro secco, Tamata siccada, Tomata siccada, Pilarda di pomodori, Pibarba, Pibadra, Pompia, Prezemolo, Perdusemini, Ravanello lungo, Arreiga e sestu, Arreiga, Riso prodotto e lavorato in Sardegna, Sapa di arancia, Sindria call’e boi, Tardivo di San Vito, Tamatiga de appasibis, Pomino, Tamatiga de appiccai, Tomata Maresa, Tricu Cossu, Trigu denti de cani
PASTE FRESCHE E PRODOTTI DELLA PANETTERIA, BISCOTTERIA, PASTICCERIA E CONFETTERIA	Amaretto, Amarettos de mendula, Anicini, Anicinus, Anicinus sorresusAranzadaBianchittos, Bianchini, Marigosos, Suspiros, Bianchinus, BiancheddusBiscotto di FonniBrugnolusu de arrescottu, Brugnoli di ricotta, OrrobiolosoBucconettesCandelaus, Candelaus prenuCaombasa, ColombelleCarapigna – Karapigna – AstròreCaschettas – TiliccasCatalufas TzacarramanuCivraxiu, Civràxu, CivàrzuCoccoi a pitzus – Su scetti – Pasta dura – Coccoi de is sposusCoccoietto con l’uovo, Anguglia, Coccoi de pasca, Coccoi de ouCopuletas – CopulettaCrogoristasa, Creste di gallo e di gallinaCruxionneddu de mindua, Culungioneddos de mendula, Ravioletti dolci alle mandorle– Culurgiones – CulingionisFainèFilindeuFocacce di ricotta – Cozzulas de regottu – Pane e regottuFocaccia portoscuseseFregola, FregulaFrisjoli longhi – Frittelle lunghe – FrisjolasGallettinis – Pistoccheddus grussus – GallettineGateauGnocchetti, Maccarones, Cravoas, Cigiones, CigioniGueffus, Guelfos, Guelfusls Angulesls Coccoisi de casuLi Chiusoni – CiusoniLorighittasMalloreddeMandagadas – Mendegadas – Trizzas – AcciuleddhiMichitus nieddusModdizzosuMorettusMostaccioli, MustazzolosOrilletasPanada – EmpanadaPanada AssaminesaPane ammodigadu, Pane tundu, TinturaPane carasau, Pane carasatu, Carta da musicaPane cicci, Pane di DesuloPane con gerda – Pani cun edra – Pani cun erdaPane con il pomodoro – Fogazza cun tamatica – Mustazzeddus – Mustatzzedus dePane d’orzo – Pane ‘e oxiu – Pane ‘e oxruPane ‘e cariga – Pane ‘e mendulaPane guttiauPani e saba, Pani e sapaPapassinusPa PunyatPardulas, CasadinasPastine di mandorle, PastissusPastillas, Pastiglias di IglesiasPicchirittusuPirikitos – PiricchittosPistidduPistoccheddus de cappa, Pistoccus incappausuPistoccuPistoccu de NuxiPompia intréaRavioli dolci – Puligioni – Bruglioni – Pulicioni – Buldzoni Ravioli dolci ripieni di formaggio fresco acido – S’azza de casu – Coccias de casuRaviolini dolci ripieni di melacotogna – Culingioneddus de melairanniS’AliguSebadas, Seadas, SebadaSos pinosSospiri di OzieriSpianada – Spianata – Cozzula – Panedda Tallaniusu, Pasta po brodu, Tallaniusu cun casu, Pasta po su lori, TallarinusTallutzas, OrecchietteTorrone di mandorle – Su TurroneTundaUciatini – Utzatini – Coccu ‘e jelda – Cozzula ‘e beldaZichi
PRODOTTI DELLA GASTRONOMIA	Simbua frita cun satizu
PREPARAZIONI DI PESCI, MOLLUSCHI, CROSTACEI E TECNICHE PARTICOLARI DI ALLEVAMENTO DEGLI STESSI	Bottarga di muggine, Bottariga di muggineBelu, Trippa di tonnoBottarga di tonno, Bottariga di tonno, Buttariga de tonnu, Buttarga de tonnu, Buttarla de scampirruBurrada alla casteddaia, Burrada alla cagliaritanaCuore, Cuore di tonnoFigatello, LattumeMerca di muggineMolluschi bivalvi del Golfo di OlbiaMolluschi bivalvi vivi del Golfo di OristanoMusciame di tonno – Filetto di tonno RiccioSpinellaTonno affumicatoTonno sott’olioTuninia
PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE	AbbameleCaglio di capretto, Caggiu de crabittuCasadaGioddu, Miciuratu, Mezzoraddu, Latte ischiduLatte di capra alimentare, Latti de craba, Latti e’crabaLumacheMiele di asfodelo, CadilloniMiele di cardo, Cardu pintuMiele di castagnoMiele di corbezzolo, Melalidone olioneMiele di eucaliptoMiele di

TIPOLOGIA	PRODOTTO
	rosmarinoRicotta di colostro ovinoRicotta di pecora nera di ArbusRicotta di pecora o di capra lavorata – Arrescottu spongiuRicotta fresca ovina, Ricotta gentileRicotta moliterna, RicottoneRicotta mustiaRicotta testa di morto, Ricotta greca, Testa di moro, RicottoneRicotta toscanelle, Ricottone

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.

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.

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 4.85: La macchia mediterranea nei pressi dell'area in esame

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 4.86: Aree agricole nei pressi dell'area in esame

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 4.87: La chiesa di Santa Maria in Flumentepido

Componente urbana-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).

Analisi dello stato della componente

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 4.88) 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 4.88: Coltivazione di specie arboree non gestite a livello agronomico

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



Figura 4.89: 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.

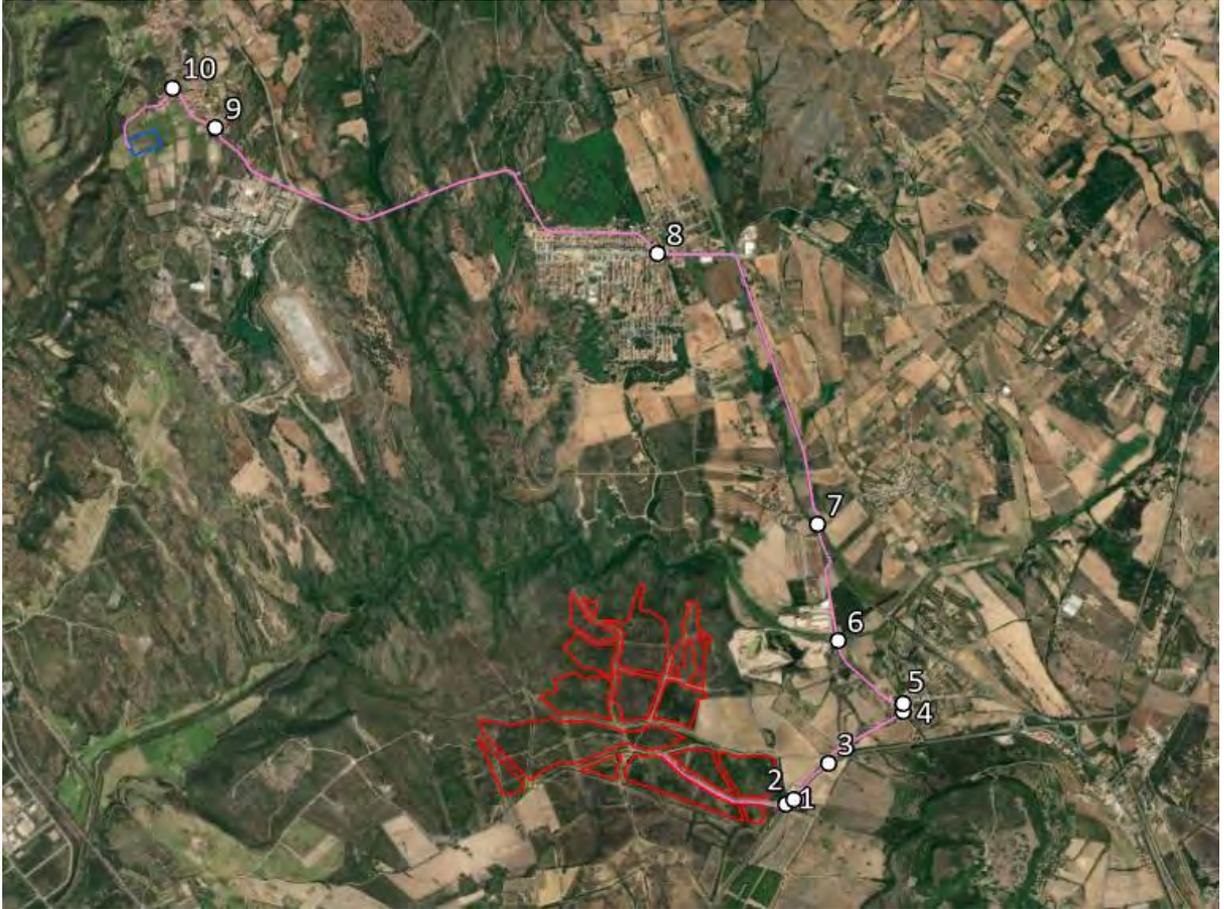


Figura 4.90: Punti di presa fotografica connessione



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

4.7.2 Stima degli impatti potenziali

Identificazione delle azioni di impatto e dei potenziali recettori

Le principali fonti di impatto per la componente oggetto del paragrafo, 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 l'impianto oggetto del seguente Studio di Impatto Ambientale 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 4.91: 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.

Impatto sulla componente – Fase di costruzione

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.

Impatto sulla componente – 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 4.92: Vista aerea - stato di fatto



Figura 4.93: Vista aerea - stato di progetto

La Figura 4.93 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.

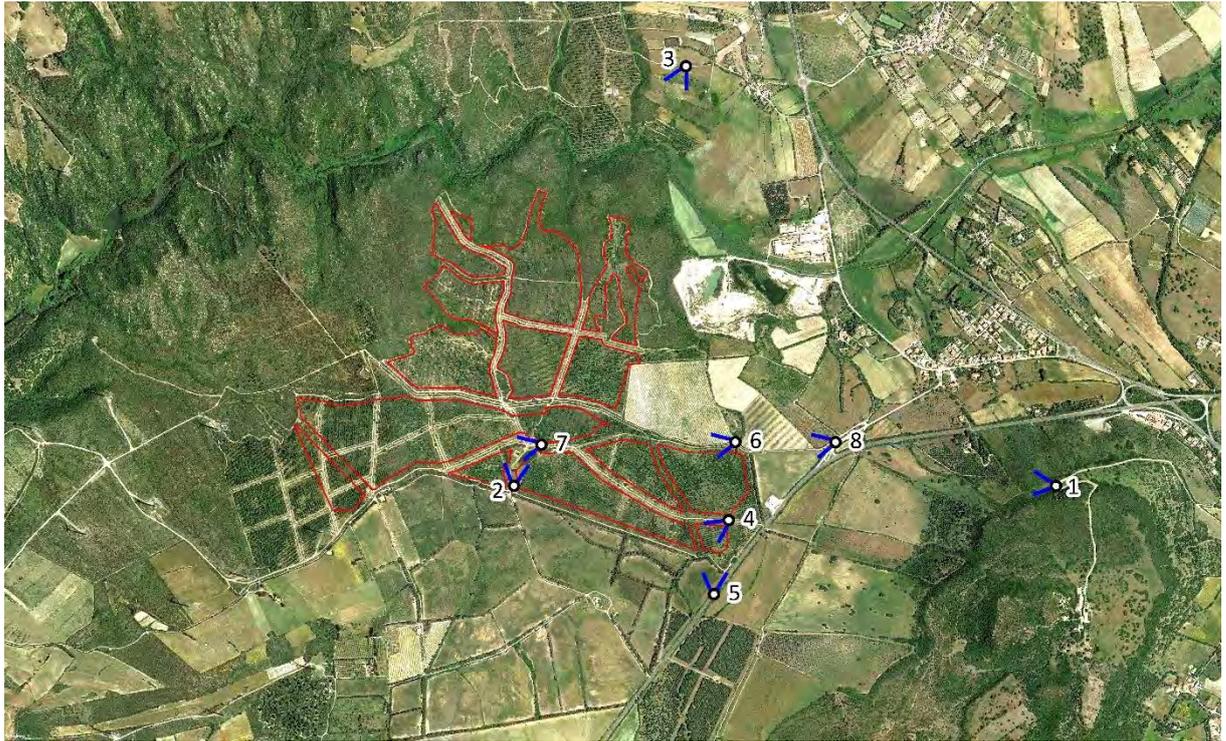


Figura 4.94: Punti di presa fotografica per i fotoinserimenti



Fotoinserimento 1 – Stato di Fatto

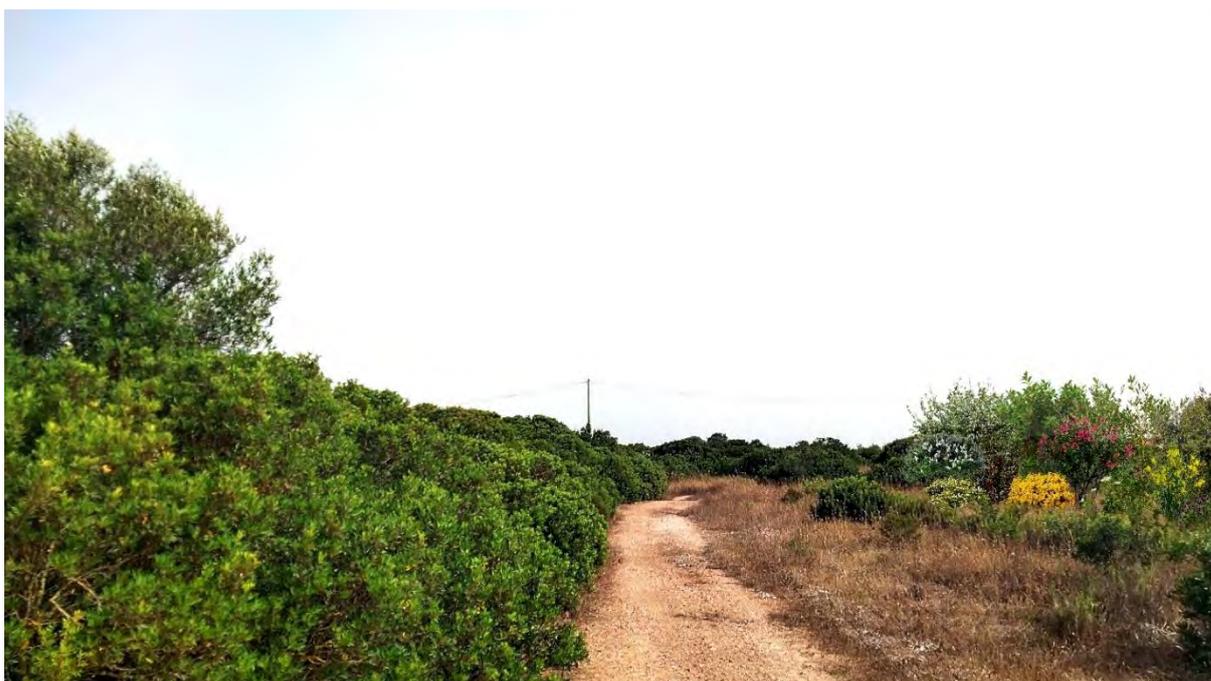


Fotoinserimento 1 – Stato di Progetto

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.

Impatto sulla componente – 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.

4.7.3 Azioni di mitigazione

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 2.34):

- 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 regionali¹⁰ 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.

¹⁰ 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 4.95: 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 2.35) 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.

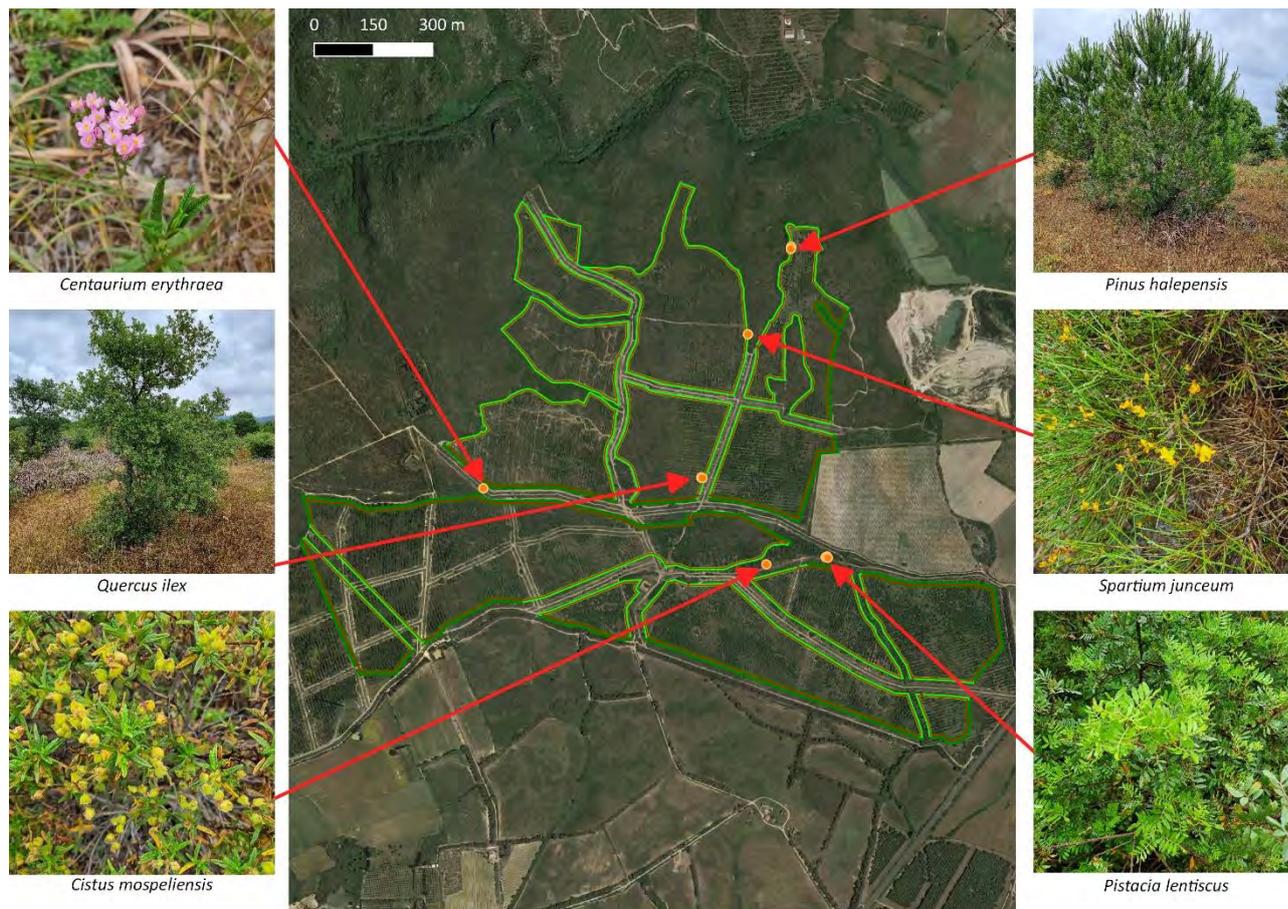


Figura 4.96: Specie vegetali individuate nel corso dei sopralluoghi.

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 2.37 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

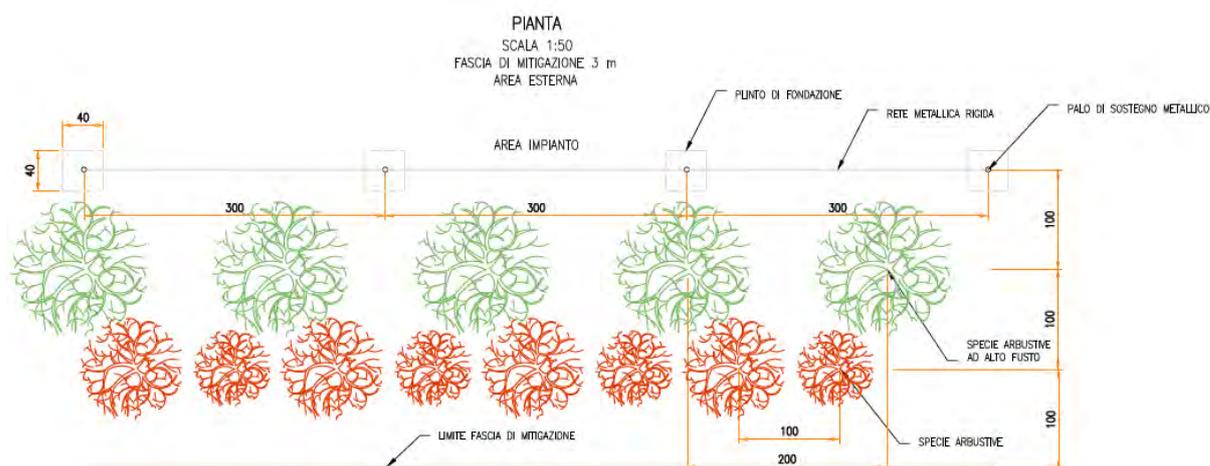
1: Biancospino *Crataegus monogyna* / Corbezzolo *Arbutus unedo* / Filirea *Phillyrea angustifolia* / Alaterno *Rhamnus alaternus* L.

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 4.97: Distribuzione indicativa delle specie all'interno della siepe perimetrale



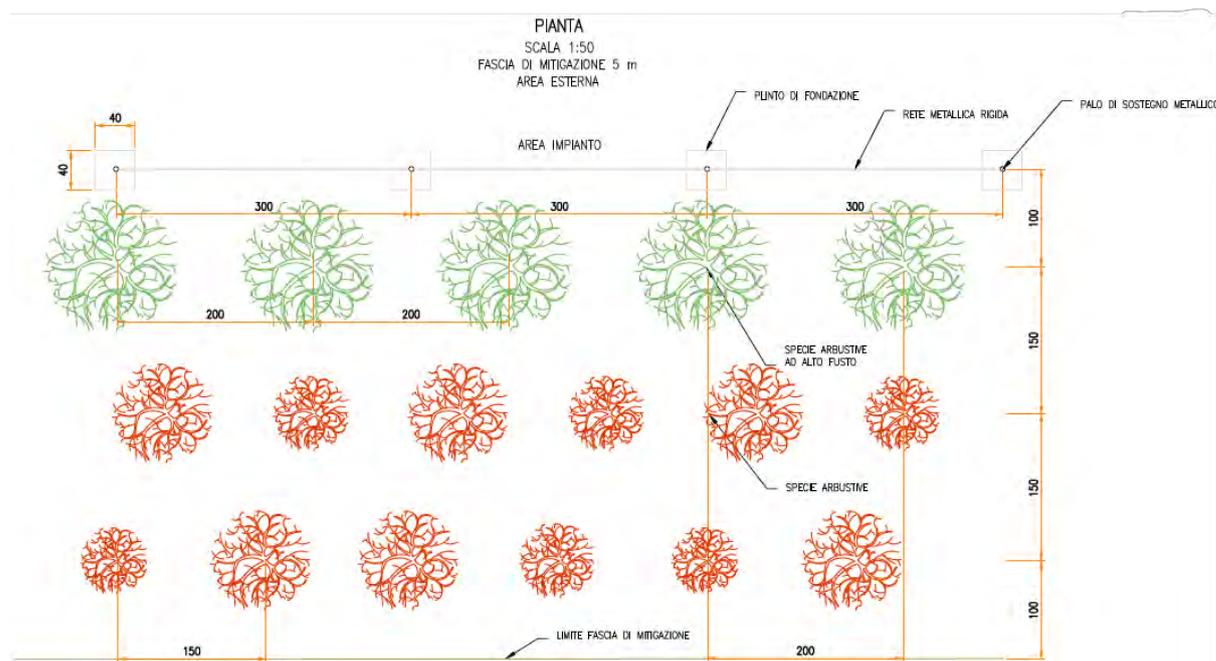


Figura 4.98: Tipologici della siepe perimetrale

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 massimo¹¹) 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.

¹¹ 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.

4.8 MOBILITA' E TRASPORTI

4.8.1 Descrizione dello Scenario Base

Il Piano Regionale dei Trasporti

Al fine di approfondire il tema relativo ai trasporti della Regione sulla mobilità regionale è stato consultato il Piano Regionale dei Trasporti (P.R.T.) approvato in via definitiva con deliberazione della Giunta regionale n. 66/23 del 27.11.2008.

Il P.R.T. è lo strumento di pianificazione di medio e lungo termine della politica regionale nei settori della mobilità aerea, marittima, viaria e ferroviaria e costituisce uno dei presupposti essenziali per una programmazione ed organizzazione unitaria del sistema dei trasporti della Regione.

La proposta definitiva del P.R.T. è costituita dai seguenti documenti:

3. Prima parte - Stato di fatto che definisce gli obiettivi prioritari da perseguire, attraverso la rilettura dei più importanti atti di politica programmatica esistenti; descrive lo stato attuale dal punto di vista socioeconomico e territoriale, dell'offerta delle infrastrutture e dei servizi di trasporto, della domanda di mobilità, dell'assetto istituzionale e organizzativo.
4. Seconda parte – Scenari futuri che prospetta gli scenari di assetto futuro del sistema dei trasporti e del sistema economico-territoriale, articolati in scenari di non intervento e scenari di intervento, su un arco temporale di 15 anni. Rapporto di sintesi che espone, in breve, gli elementi descrittivi dei fenomeni contenuti nel documento "Prima parte - Stato di fatto", e fornisce una sintesi approfondita degli scenari di riassetto del sistema socio-economico territoriale e dei trasporti, delineati nel documento "Seconda parte - Scenari futuri".

Il Sistema Portuale della Sardegna

Il sistema portuale sardo può essere descritto attraverso l'individuazione di diversi poli portuali rappresentati da uno o più scali di diversa caratterizzazione.

1. Polo di Cagliari, costituito dal porto commerciale, dallo scalo industriale, dove è in forte crescita la movimentazione di container in transhipment, e dai terminal industriali di Assemmini e di Porto Foxi.
2. Polo di Arbatax, costituito dal porto commerciale e da quello industriale di Arbatax e Totolì;
3. Polo di Olbia, costituito dal complesso del porto commerciale e industriale di Olbia e dal porto commerciale e il terminale ferroviario di Golfo Aranci;
4. Polo Nord Orientale, costituito dai porti di Palau, La Maddalena, Santa Teresa di Gallura;
5. Polo di Porto Torres, costituito dal porto commerciale e da quello industriale a supporto della relativa zona ed, in particolare, delle raffinerie localizzate nel retroterra portuale;
6. Polo del Sulcis-Iglesiente, costituito dallo scalo di Portovesme, da quello di Calasetta e da quello di Carloforte, a cui si aggiunge lo scalo di Sant'Antioco dedicato alla movimentazione delle merci e al diportismo.

La Figura 4.99 riporta il sistema portuale della Regione Sardegna.



Figura 4.99: Il Sistema Portuale della Sardegna

L'ordinamento marittimo nazionale, come richiamato dalla Legge 84 del 28 Gennaio del 1994, prevede che i porti marittimi nazionali siano ripartiti in categorie e classi. Il porto di Cagliari è classificato di rilevanza economica internazionale (II categoria e I classe), mentre il porto di Portovesme è classificato di rilevanza economica regionale e interregionale (II categoria III classe).

Al fine di individuare in maniera puntuale i porti più vicini all'area d'impianto sono state effettuate analisi territoriali mediante il sistema GIS. I dati relativi alla tipologia e alla localizzazione delle aree portuali sono scaricabili dal Geoportale della regione Sardegna.

La classificazione dei porti è basata sulle indicazioni fornite dalla Delibera Regionale 35/24 del 11.08.1983 e dal Piano dei Trasporti RAS approvato dalla Giunta Regionale nel marzo 1997 e aggiornato al settembre-dicembre 2001. In particolare, si definiscono:

- porti industriali i porti a servizio delle principali aree industriali maggiori;
- porti commerciali sono i porti destinati principalmente allo scambio merci e al trasporto dei passeggeri;
- porti commerciali/turistici sono i porti destinati a piccoli scambi commerciali e trasporto passeggeri verso le isole minori, sempre integrati con strutture portuali turistiche;

- porti turistici sono quelli destinati al diporto nautico;
- terminal industriali sono terminali di grandi industrie utilizzati per lo scarico di materie prime e il successivo invio del prodotto lavorato.

Tenuto conto di tali definizioni sono stati individuati i porti commerciali ed industriali più vicini all'area d'impianto (Figura 4.100)

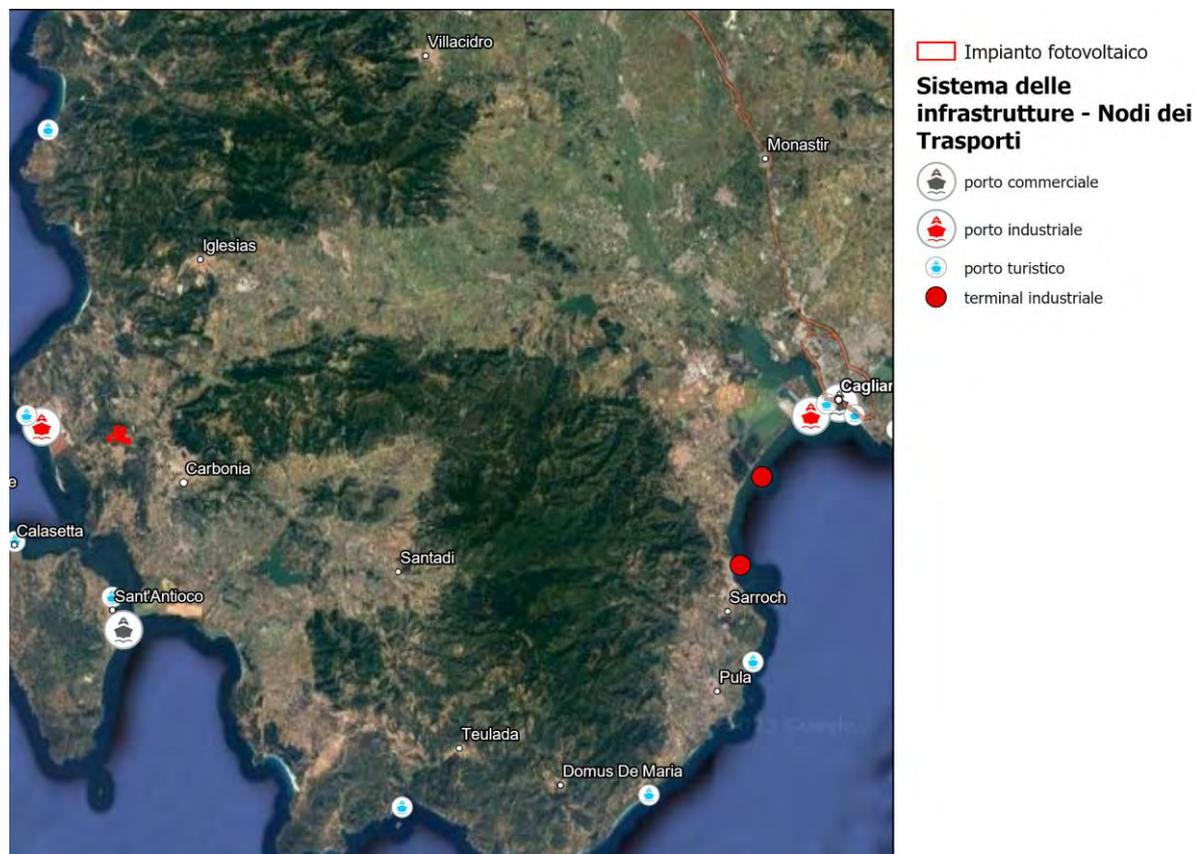


Figura 4.100: Porti industriali e commerciali della Regione Sardegna – fonte Geoportale della Sardegna

L'individuazione delle aree portuali ha permesso di ipotizzare tre diversi percorsi. I percorsi sono stati identificati attraverso l'utilizzo di Google Maps:

1. La prima ipotesi prevede l'arrivo dei container presso il porto commerciale di Cagliari situato a circa 70 km dall'impianto. Il porto è destinato allo scambio merci e al trasporto dei passeggeri. Il porto svolge inoltre un ruolo fondamentale di collegamento tra l'isola della Sardegna e la penisola. Il porto è collegato all'area di cantiere attraverso un tratto di raccordo della **SS 195** (circa 2 km), la **SS 130** (circa 45 km) e la **SP 2** (20 km) per un complessivo di circa 70 km.
2. La seconda ipotesi prevede l'arrivo dei container presso il porto industriale di Cagliari situato a circa 71 km dall'impianto. I mezzi gommati percorreranno un circa 1 km di "Strada Statale Sulcitana - **SS 195**" per poi inserirsi raccordo della SS 195 e seguire il medesimo tracciato individuato per l'ipotesi 1.
3. La terza ipotesi prevede l'arrivo dei container presso il porto industriale di Portovesme. I mezzi da cantieri percorreranno circa 12 km di Strada Provinciale **SP 2**.

Per tutte e tre le ipotesi si prevede che i mezzi da cantiere utilizzino la viabilità su entrambi i sensi di marcia prediligendo le strade a scorrimento veloce come SP e SS. I tre differenti percorsi sono mostrati in Figura 4.101, mentre la Figura 4.102, la Figura 4.103 e la Figura 4.104 riportano rispettivamente il

dettaglio del percorso relativo all'ipotesi 1, 2 e 3. Il sistema stradale in esame è discusso nel paragrafo successivo.

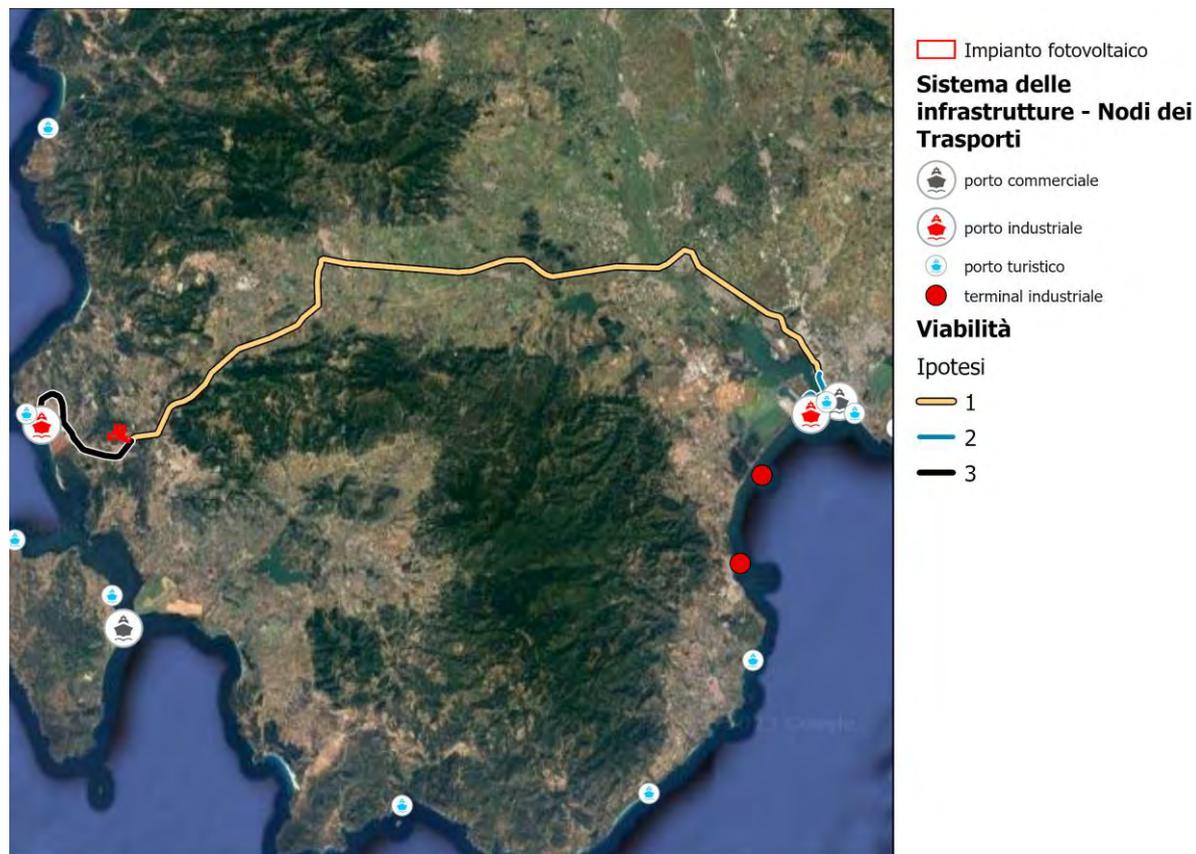


Figura 4.101: Individuazione dei porti della regione Sardegna e individuazione delle tre ipotesi viabilistiche.

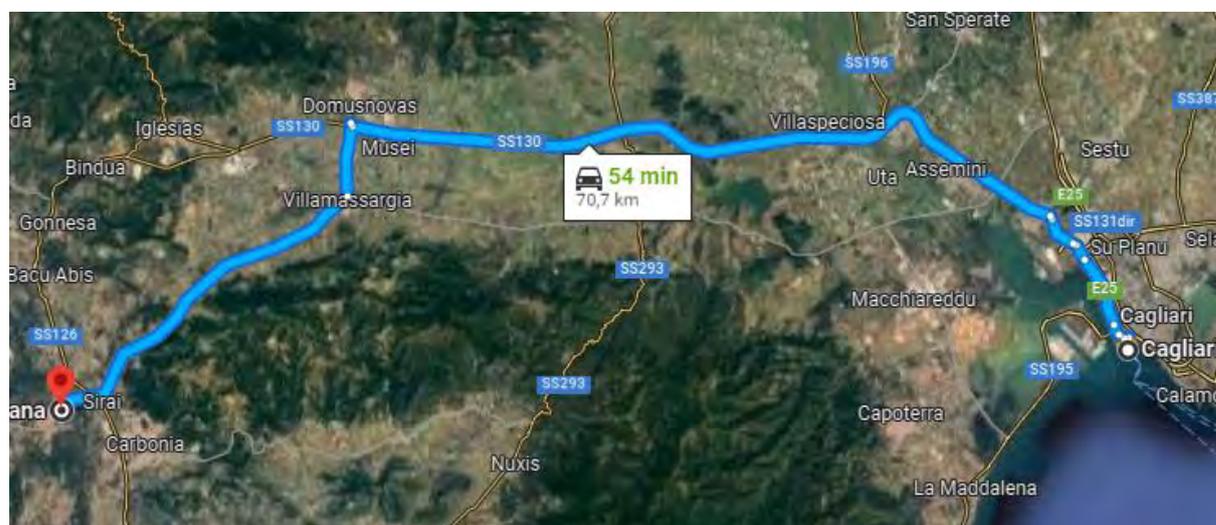


Figura 4.102: Ipotesi 1 - dal porto commerciale di Cagliari all'area d'impianto.

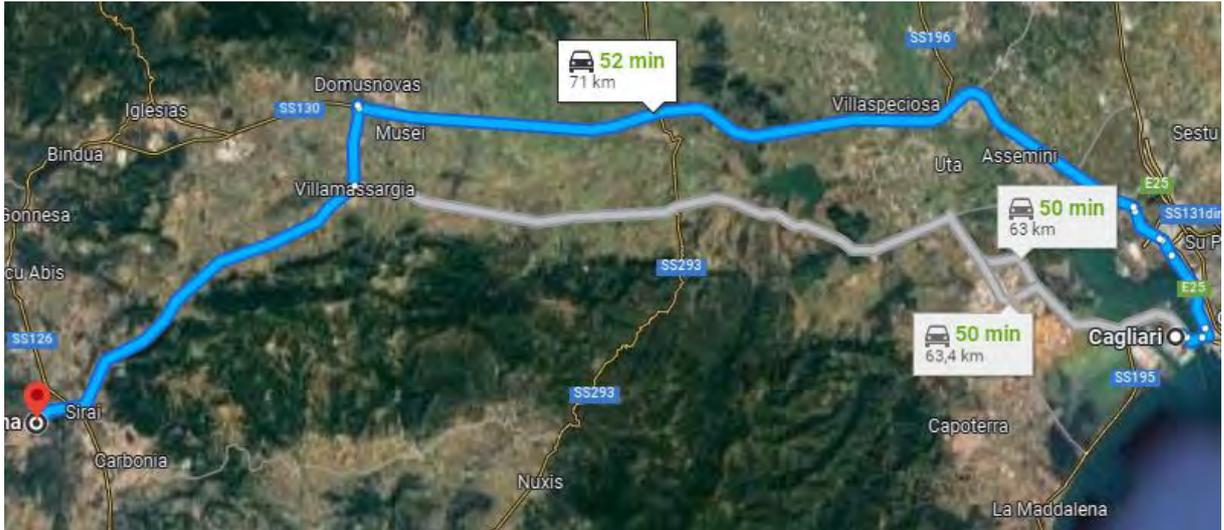


Figura 4.103: Ipotesi 2 - dal porto industriale di Cagliari all'area d'impianto.

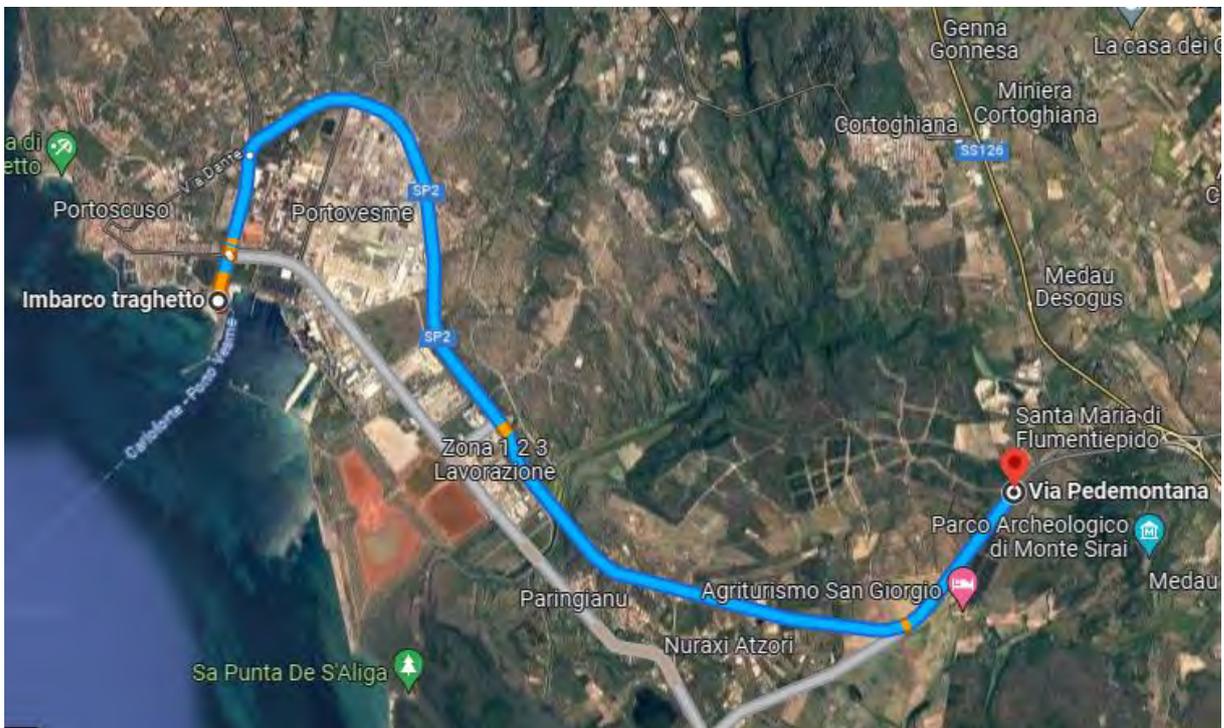


Figura 4.104: Ipotesi 3 - dal porto Industriale di Portovesme all'area di cantiere.

Viabilità della Regione Sardegna

La rete stradale sarda assume, nel panorama del sistema dei trasporti regionale, un ruolo fondamentale in quanto su di essa si svolgono oltre il 68% degli spostamenti interni all'isola per soli motivi di lavoro/studio (ISTAT 2001), e che prima delle ore 9.00 del mattino tale percentuale sale al 75% del totale degli spostamenti intercomunali realizzati nell'isola. Il PGTL, Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (elaborato dal Ministero delle Infrastrutture ed approvato nel luglio 2000) ha quindi come obiettivo primario quello di individuare il nuovo assetto del sistema dei trasporti nazionali, principalmente basati sulla necessità di razionalizzare la gestione delle infrastrutture già presenti nel territorio. Il PGTL individua, come struttura portante dell'assetto infrastrutturale nazionale, il **Sistema Nazionale Integrato dei Trasporti (SNIT)**, costituito dall'insieme delle infrastrutture esistenti sulle quali si svolgono i servizi di trasporto di livello nazionale. La rete stradale che fa parte dello SNIT è composta

dalle autostrade e dalle principali strade statali. Poiché le strade della rete SNIT di primo livello svolgono la funzione prevalente di collegamento extraurbano a lunga distanza, esse dovrebbero avere le caratteristiche geometriche di autostrade o di strade extraurbane principali (secondo l'art. 2 del CdS), mentre i restanti assi della rete SNIT, hanno invece la funzione di distribuire sul territorio il traffico proveniente dalla rete di primo livello anche se comunque, data la loro importanza, mantengono pur sempre un interesse nazionale.

Per quanto riguarda la Sardegna, le strade che appartengono alla rete di 1° livello SNIT sono:

1. S.S. 131 Porto Torres-Sassari-Cagliari;
2. S.S. 597-S.S. 199 Olbia-Sassari;
3. S.S. 291 Sassari-Aeroporto di Alghero.

Le altre strade che in Sardegna fanno parte dello SNIT, ma non della rete di 1° livello, sono tutte le strade che restano di competenza dello Stato dopo il conferimento alle Regioni e Enti Locali delle funzioni in materia di viabilità. Tali infrastrutture stradali collegano fra loro gli assi principali della rete, rafforzando l'interconnessione anche con i porti e gli aeroporti di interesse nazionale. Tali strade sono riportate nella Figura 4.105.

Il raccordo della SS 195 e la SS 130 Iglesiente sono incluse nella rete di secondo livello dello SNIT.

S.S. N°	Denominazione	Capisaldi Strada
125	ORIENTALE SARDA	Intero percorso
126	SUD OCCIDENTALE SARDA	Da inn. S.S.195 a inn. S.S.131
130	IGLESIENTE	Intero percorso
131 DCN	DIR. CENTRALE NUORESE	Da inn. S.S.131 presso Abbasanta a inn. S.S.199 presso Olbia
133	DI PALAU	Da inn. S.S.133 Bis a Ponte Liscia, a inn. S.S.125
133 Bis	DI PALAU	Intero percorso
195 Rac	Via San Paolo	Da inn. S.S.195 presso Cagliari a inn. S.S.130
198	DI SEUI E LANUSEI	Da inn. S.S.389 a Tortoll
389	DEL BUDDUSO E DEL CORREBOI	Da Nuoro a inn. S.S.198
554	CAGLIARITANA	Intero percorso

Figura 4.105: Tratte stradali sarde incluse nella rete di secondo livello dello SNIT (Fonte: PGT e D.P.C.M. del 21 settembre 2001)

In merito alla ripartizione percentuale, delle strade all'interno delle province sarde (Fonte: Elaborazioni CIREM su dati provinciali) la Figura 4.106, mostra che, nel complesso, le strade provinciali, statali e statali di interesse nazionale o regionali risultano più frequenti nella provincia di Sassari (24,64 %), Nuoro (17,31 %) e Cagliari (14,77 %).

Province	% di Strade Statali	% di S.S. di interesse nazionale	% di S.S. di interesse regionale	% di S.P.	% sul Totale
Cagliari	17,41%	19,14%	16,16%	13,34%	14,77%
Medio Campidano	5,87%	4,35%	6,96%	5,42%	5,58%
Carbonia - Iglesias	4,43%	7,52%	2,21%	5,54%	5,15%
Ogliastra	7,31%	11,89%	4,03%	2,83%	4,41%
Oristano	10,02%	8,53%	11,09%	16,18%	14,02%
Nuoro	19,71%	21,60%	18,36%	16,01%	17,31%
Olbia - Tempio	15,09%	15,65%	14,69%	13,60%	14,13%
Sassari	20,16%	11,32%	26,50%	27,07%	24,64%
Totale Km	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Figura 4.106: Percentuale di ripartizione delle strade all'interno delle province sarde (Fonte: Elaborazioni CIREM su dati provinciali)

Tuttavia, la provincia di Cagliari possiede 27,61 km di strade per 100 kmq di superficie e risulta pertanto tra le province con la dotazione più bassa, (superiore solo all'Ogliastra) e con un valore molto basso (4,41 km/ 10.000 ab) rispetto alla popolazione. Cagliari presenta quindi un evidente deficit infrastrutturale, ancora più marcato nei territori periferici.

La Figura 4.107 riporta l'estensione stradale regionale distinguendo tra Strade Provinciali, Strade Statali di interesse Regionale, Strade Statali di Interesse Nazionale e Strade Statali.

Province	Km strade provinciali per 100 Kmq	Km Strade Statali di Interesse Regionale per 100 Kmq	Km Strade Statali di Interesse Nazionali per 100 Kmq	Strade Statali per 100 Kmq	Totale Strade per 100 Kmq
CAGLIARI	16,17	6,19	5,25	11,44	27,61
MEDIO CAMPIDANO	19,82	8,02	3,60	11,62	31,44
CARBONIA - IGLESIAS	20,46	2,58	6,29	8,86	29,32
OGLIASTRA	8,46	3,80	8,04	11,84	20,30
ORISTANO	29,50	6,38	3,52	9,90	39,40
NUORO	22,56	8,16	6,88	15,05	37,61
OLBIA - TEMPIO	22,18	7,56	5,77	13,33	35,51
SASSARI	35,03	10,82	3,32	14,14	49,17
SARDEGNA	23,00	7,26	5,20	12,46	35,46
ITALIA MERIDIONALE			8,40		
ITALIA			5,70		

Figura 4.107: Indicatori di ripartizione provinciale dell'estensione stradale regionale in Strade Provinciali, S.S. di interesse Regionale, S.S. di Interesse Nazionale e in Strade Statali (Fonte: Elaborazioni CIREM)

Per quanto riguarda le sezioni stradali, calcolate considerando la carreggiata, le banchine e gli elementi marginali della strada, la regione Sardegna possiede oltre il 35% della rete stradale con sezioni inferiori a 7 m, mentre il dato nazionale è del 13.5%. Le infrastrutture stradali con sezione inferiore a 9 m nell'isola rappresentano invece il 73%, mentre la media nazionale è del 59%. Tra gli obiettivi prioritari del P.R.T. si prevede quindi il conseguimento di interventi finalizzati a raggiungere importanti obiettivi

di natura quantitativo - funzionale, quali il miglioramento dei tempi di percorrenza, l'aumento del livello di servizio su molte arterie, il miglioramento degli standard di sicurezza e di comfort di marcia.

Tenuto conto che i camion e altri mezzi pesanti possiedono, mediamente carreggiate che variano tra i 2,20 a 2,60 metri e che richiedono larghezze maggiori per poter circolare in maniera sicura, sono state individuate le strade con un dimensionamento della carreggiata adeguato alla tipologia di mezzi coinvolti. La Figura 4.108 mostra le sezioni della viabilità utilizzata dai mezzi da cantiere per le tre diverse ipotesi.

In particolare, la viabilità considerata nell'ipotesi 1 e 2 si caratterizza per sezioni generalmente con larghezza maggiori di 14 m; sono presenti solo alcuni tratti aventi larghezze comprese tra i 6 e gli 8 m.

L'ipotesi 3 prevede invece l'utilizzo di strade aventi larghezze comprese tra i 6 e gli 8 m. Le dimensioni maggiori sono probabilmente da attribuirsi al ridotto dettaglio di scala che non permette di distinguere il fitto reticolo stradale presente nel polo industriale di Portovesme.

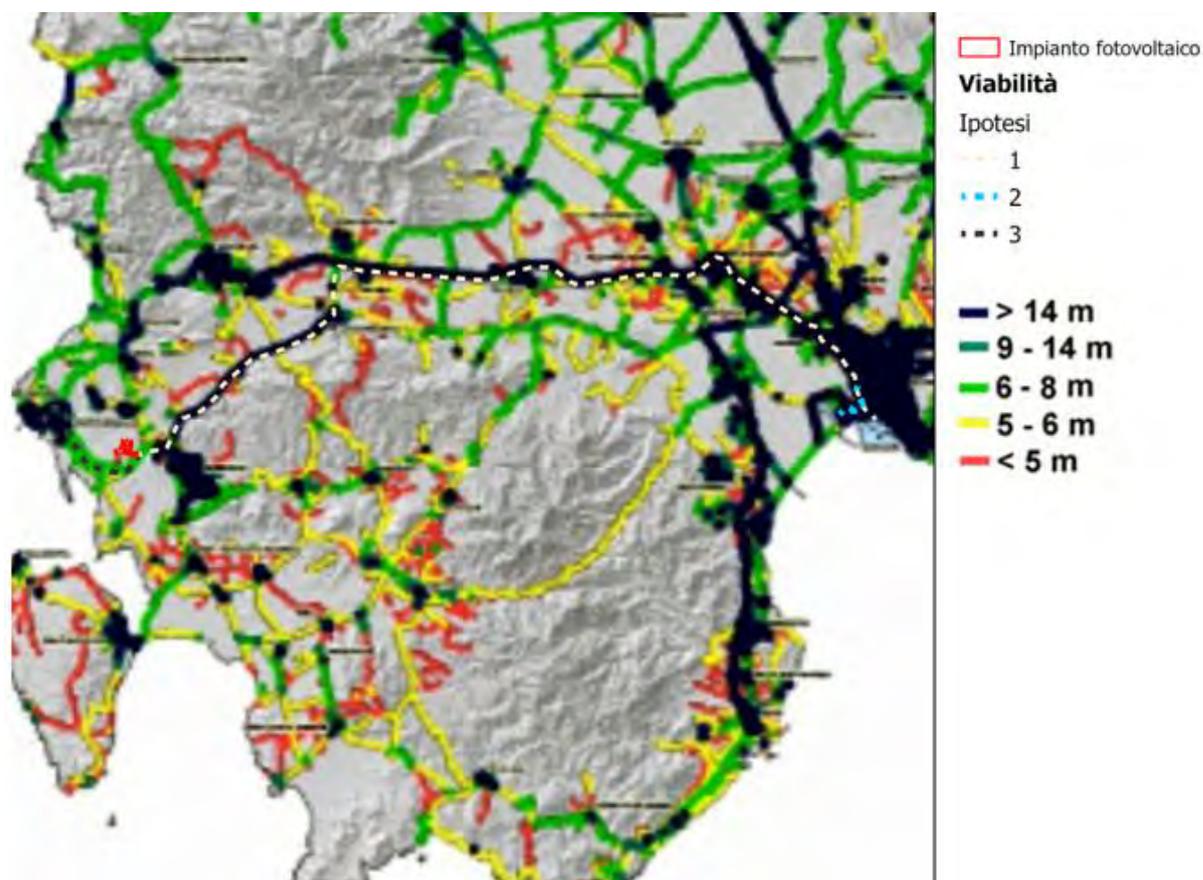


Figura 4.108: Distribuzione della larghezza della sezione stradale (comprensiva di banchine) (Fonte: Elaborazioni Assessorato LLPP su database topografico regionale, 2005)

La Figura 4.109 illustra invece le velocità consentite sull'attuale rete stradale della Sardegna. Essa esemplifica in modo ancora più evidente le zone del territorio regionale dove si verificano le condizioni di percorribilità più vantaggiose allo spostamento di mezzi pesanti. Le strade utilizzate dai mezzi da cantiere hanno limiti di velocità fino a 90 km/h.

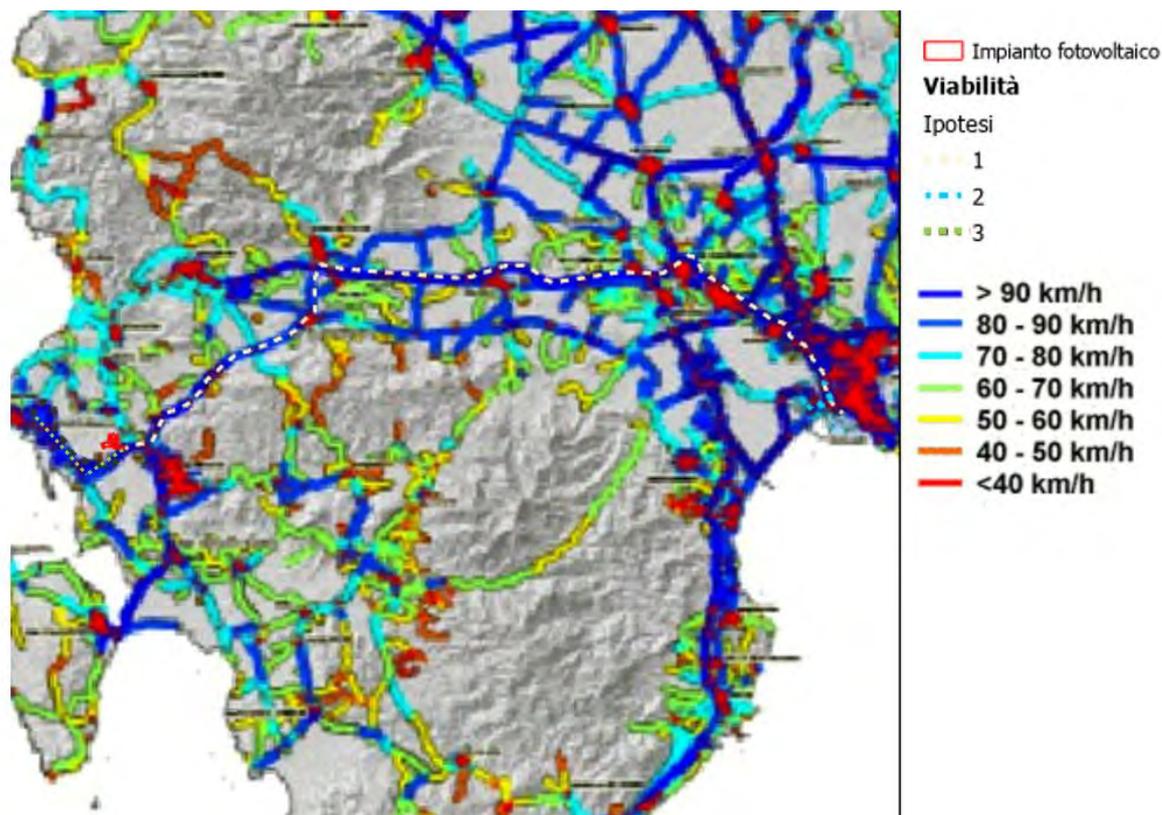


Figura 4.109: Distribuzione delle velocità (VTFFS) sulla rete stradale (Fonte: Elaborazioni Assessorato LLPP su database topografico regionale, 2005)

Nel P.R.T. del 2001 è stata proposta una suddivisione della rete stradale sarda in quattro categorie, distinte per le diverse funzionalità ad esse assegnate:

- La rete fondamentale, che individua la grande maglia di livello nazionale ed europeo con funzioni di collegamento tra i capoluoghi di provincia e i nodi di interscambio con l'esterno.
- La rete di interesse regionale (e di connessione nazionale) di primo livello con la funzione di collegare tra loro le nuove province ed i centri urbani di riferimento e le stesse con i principali nodi di interscambio a completamento della rete fondamentale. In questo primo livello vengono fatti rientrare anche gli itinerari che presentano particolare interesse per lo sviluppo socio-economico dell'isola a sostegno dei sistemi produttivi, turistici ed insediativi.
- La rete di interesse regionale (e di connessione nazionale) di secondo livello con le funzioni direttrici di connettività per le nuove province ed il relativo sistema urbano di riferimento e di collegamento e/o raccordo con la rete di primo livello.
- La rete di interesse regionale (e di connessione nazionale) di terzo livello;
- La rete dei livelli di interesse sub-regionale e provinciale, a completamento della maglia della rete provinciale e locale, che deve realizzare in particolare i collegamenti di ambito locale in riferimento allo schema di assetto territoriale d'ambito (connessione costa-zone interne, ecc.).

Alla ripartizione proposta dal P.T.R del 2001, nel P.T.R. vigente sono state fatte una serie di integrazioni necessarie per le trasformazioni subite nel tempo da alcuni itinerari precedentemente individuati.

Secondo tali aggiornamenti sia la SP 2 che la SS 130 rientrano nella categoria della viabilità d'interesse regionale e di connessione nazionale di primo livello e più precisamente:

La strada provinciale **SP 2** permette la connessione più veloce tra la zona industriale di Portovesme e la S.S. 130 e quindi con la restante rete stradale regionale, mentre la **S.S. 130** rappresenta il collegamento Cagliari – Decimo – Iglesias attraverso la valle del Cixerri e costituisce la connessione fondamentale della

provincia di Iglesias - Carbonia con il resto della rete stradale sarda. Figura 4.110 riporta uno stralcio della rete di interesse regionale di I livello con dettaglio sulla SS 130 e sulla SP 2.

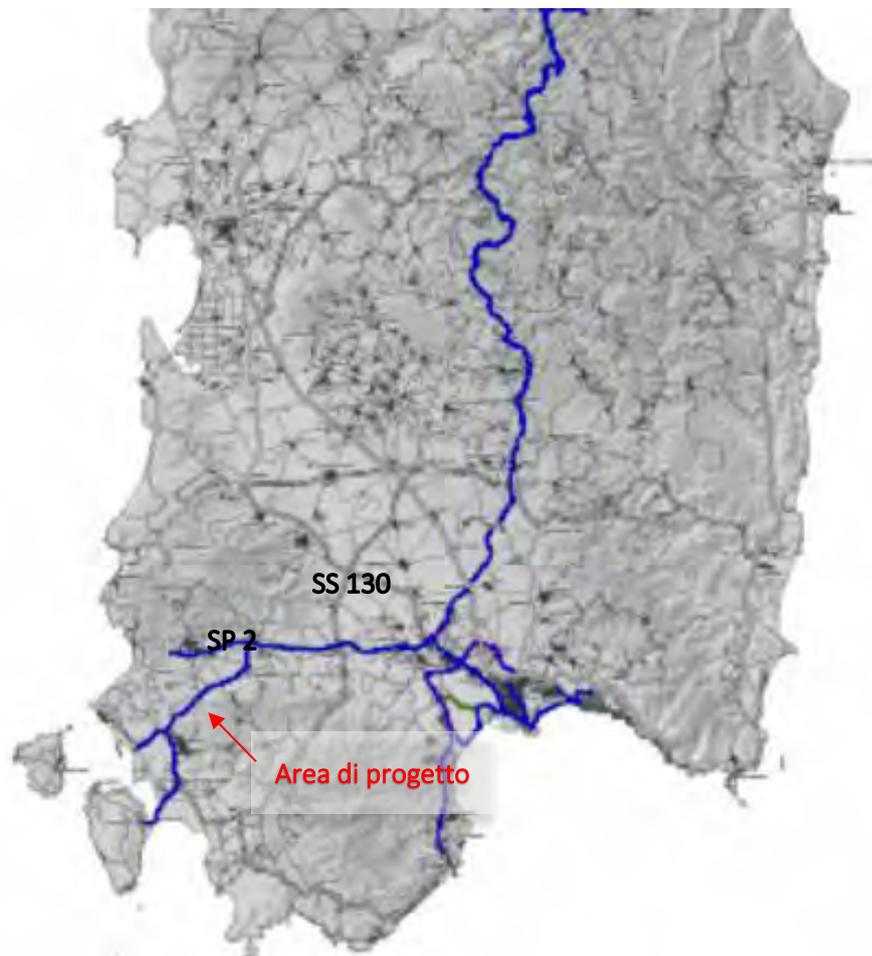


Figura 4.110: Rete di interesse regionale di I Livello (Fonte: Elaborazioni CIREM)

Il traffico stradale in Sardegna dal 1990 al 2000

Il traffico stradale sulla rete stradale è stato valutato sia sulla base dei rilevamenti effettuati nelle stazioni di censimento ANAS durante il decennio 1990 – 2000 sia attraverso una campagna di indagine svolta nel 2005 e nei primi mesi del 2006. I risultati derivanti dall'indagine del 2005 e del 2006 sono trattati nel paragrafo successivo.

La Figura 4.111 riporta i dati sul Traffico Giornaliero Medio degli anni 1990, 1995, 2000 sviluppati da ANAS su tre differenti tratti della SS 130 secondo un programma di rilievi diurni e notturni. Le tre sezioni sono riportate in Figura 4.112.

Dalle indagini svolte da ANAS emerge che nel 1990 il traffico veicolare passante per le sezioni 38 e 39 è stato di 28.848 unità, mentre nel 1995, è stato segnalato un traffico veicolare medio di 28.884 unità. Nella sezione 40 il traffico veicolare medio si attesta a 9.686 unità nel 1995 e di 10.615 nel 2000.

TGM						
Strada	N° Sez	Sezione km	Direzione	TGM 1990	TGM 1995	TGM 2000
130	38	2,700	Cagliari	14888	28884	
	39		Iglesias	13960		
	40	35,594	Totale		9686	10615

Figura 4.111: Traffico Giornaliero Medio nel 1990, 1995, 2000 lungo la strada statale SS 130 (Fonte: Dati ANAS)

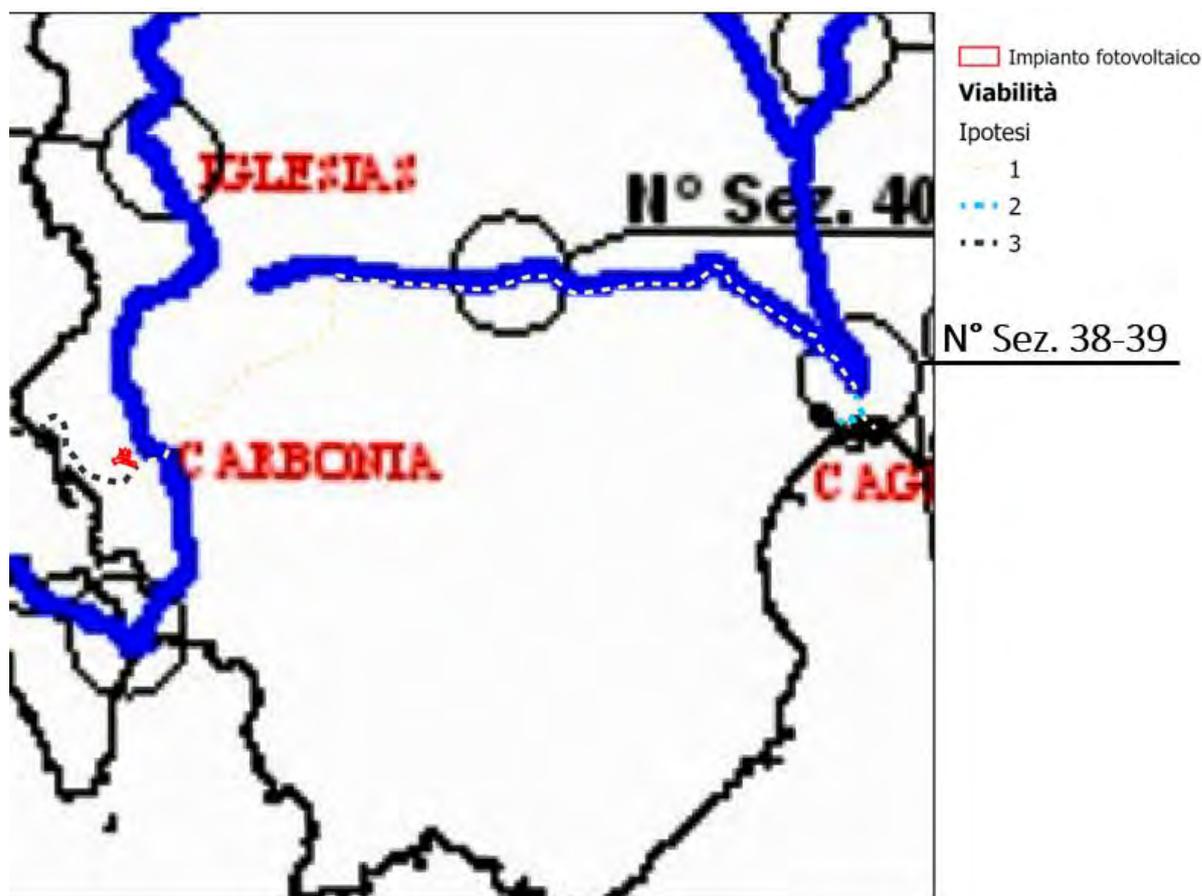


Figura 4.112: Sezioni di rilievo del TGM lungo la SS 130 (sez. 38, 39 e 40) (Fonte: Elaborazioni CIREM su dati ANAS).

Analisi dei flussi veicolari dell'indagine invernale (novembre – febbraio 2005/2006)

All'allegato 2 "analisi dei flussi veicolari dell'indagine invernale Novembre 2005 – Febbraio 2006" del Piano Regionale dei Trasporti sono riportati i dati relativi all'indagine svolta tra la fine del 2005 e i primi mesi del 2006. Le analisi si riferiscono ai flussi desunti dal conteggio dei veicoli transitanti in 84 sezioni della rete viaria regionale localizzate al cordone delle diverse zone omogenee di traffico che costituiscono la zonizzazione del territorio per la modellizzazione del sistema dei trasporti regionale.

L'indagine sui flussi veicolari ha permesso di approfondire l'analisi sul livello di utilizzo e di servizio offerto dalla rete stradale e regionale. La Figura 4.113 riporta i dati relativi al traffico veicolare tra novembre 2005 e febbraio 2006 nella fascia oraria tra le 7:00 e le 9:00. I flussi di traffico più intensi si evidenziano negli assi principali di accesso ai 4 capoluoghi storici, Cagliari (SS 131, SS 130, SS 195) Sassari (SS 131 e SS 291), Oristano (SS 131) e Nuoro (SS 131 dcn) ma anche a Iglesias (SS 130) e Porto Torres (SS 131).

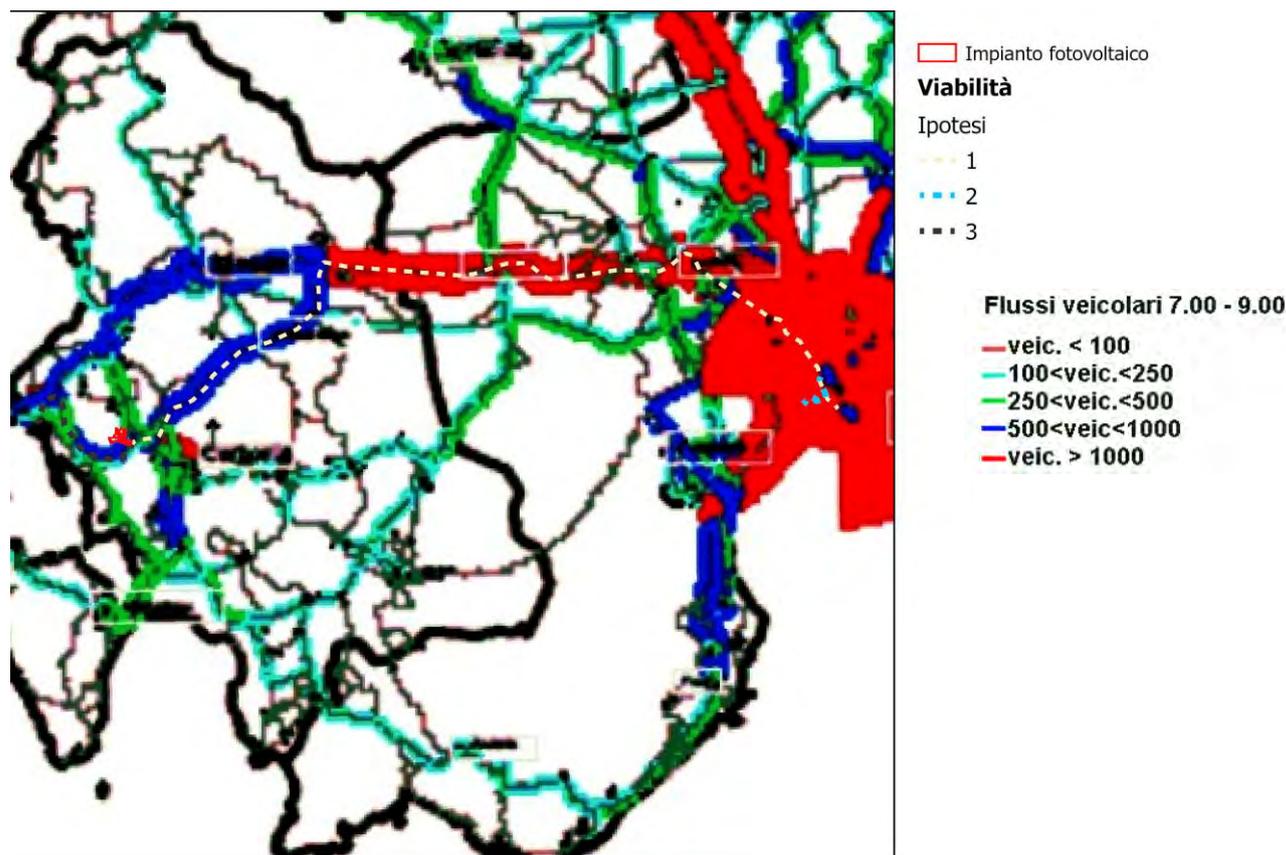


Figura 4.113: Flussi di traffico veicolare durante il periodo invernale 2005/2006 – fascia oraria 7:00-9:00

Un altro dato analizzato durante la campagna del 2005/2006 riguarda il rapporto tra il flusso transitante nelle ore di punta del mattino e la capacità portante della viabilità stessa (rapporto Q/C). Tale rapporto consente di stabilire l'impegno della rete (e/o della strada) rispetto al suo valore massimo di offerta (la capacità). In particolare, valori al di sotto dello 0.4 denotano condizioni accettabili di percorrenza, in grado di soddisfare anche eventuali crescite contenute. Valori superiori, ma comunque inferiori allo 0.75, presentano condizioni accettabili ma suscettibili di peggioramento continuato, per esempio quando si registrano incrementi dovuti al traffico (ad esempio in estate a causa del maggiore turismo). Valori superiori a 0.75 denotano possibili fenomeni di congestionamento ripetuti. Come si evince dalla Figura 4.114 le condizioni più critiche con rapporti flusso /capacità compresi tra 0.40 e 0.75 si riscontrano nelle aree urbane delle grandi città (Sassari e Cagliari).

Nel complesso la viabilità utilizzata dai mezzi da cantiere presenta un rapporto tra flusso veicolare e capacità generalmente al di sotto di 0.40 e quindi si denotano condizioni accettabili di percorrenza anche in situazioni di maggiore traffico.

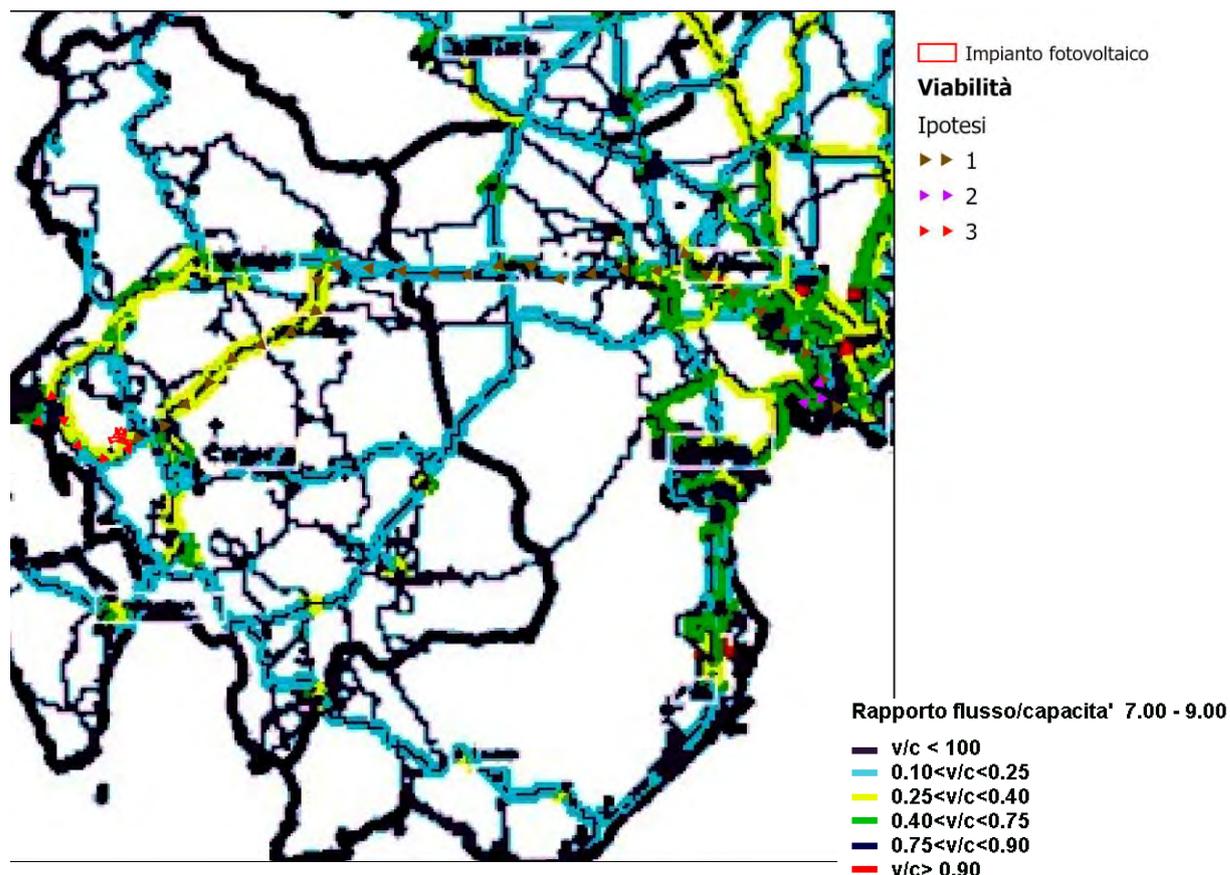


Figura 4.114: Livello di congestione stradale nel periodo invernale tra novembre e febbraio (anni 2005/2006) – Rapporto Flusso/Capacità.

L'allegato 2 del P.R.T riporta anche le 84 sezioni della rete viaria regionale da cui sono stati monitorati i principali dati sul traffico, in diverse ore del giorno. I dati rilevati sono stati: valore massimo di traffico orario, traffico giornaliero, traffico medio orario, percentuale autovetture e percentuale di veicoli pesanti transitanti.

Le quattro tipologie di veicoli oggetto dell'indagine sono state:

1. veicoli leggeri con lunghezza inferiore ai 5 metri: si tratta di veicoli destinati al trasporto di persone e i veicoli ricreazionali (es. camper);
2. veicoli commerciali con lunghezza compresa tra i 5 e i 10,5 metri: si tratta di veicoli a 2 assi adibiti al trasporto merci;
3. veicoli pesanti con lunghezza superiore a 12,5 metri: comprende veicoli con 3 assi o più adibiti al trasporto merci;
4. autobus con lunghezza compresa tra 10,5 e 12,5 metri: comprende i veicoli adibiti al trasporto di persone con numero di posti superiore a 9.

Non sono state monitorati veicoli a 2 ruote, che comunque rappresentano una quota molto marginale dei veicoli presenti sulla viabilità extraurbana della Sardegna.

Si riportano di seguito le sezioni analizzate per il presente lavoro:

- Sezione n°78 – S.S. 130 località Elmas
- Sezione n°12 – S.S. 130 località Decimomannu
- Sezione n°10 – S.P. 2 località Corongiu.

In queste tre sezioni i dati sul traffico sono stati rilevati nella fascia oraria di punta del mattino (6:15-9:15).

Sezione n°78 – S.S. 130 località Elmas

Nel periodo invernale del 2005/2006 nel primo tratto della SS 130 - località Elmas (**sezione 78**) hanno transitato su entrambi i versi, dalle 6:15 alle 9:15, 591 mezzi commerciali e 333 mezzi pesanti.

In particolare verso Iglesias il numero di mezzi pesanti segnalati è 251, tre volte maggiore rispetto a quelli provenienti da Iglesias e diretti a Cagliari (82).

I mezzi commerciali transitanti nel periodo invernale del 2005/2006 da Iglesias a Cagliari sono stati invece 359, mentre in direzione opposta 232.

La Figura 4.115 riporta la sintesi dei dati rilevati e le tipologie/numero di mezzi transitanti nel primo tratto della SS 130.

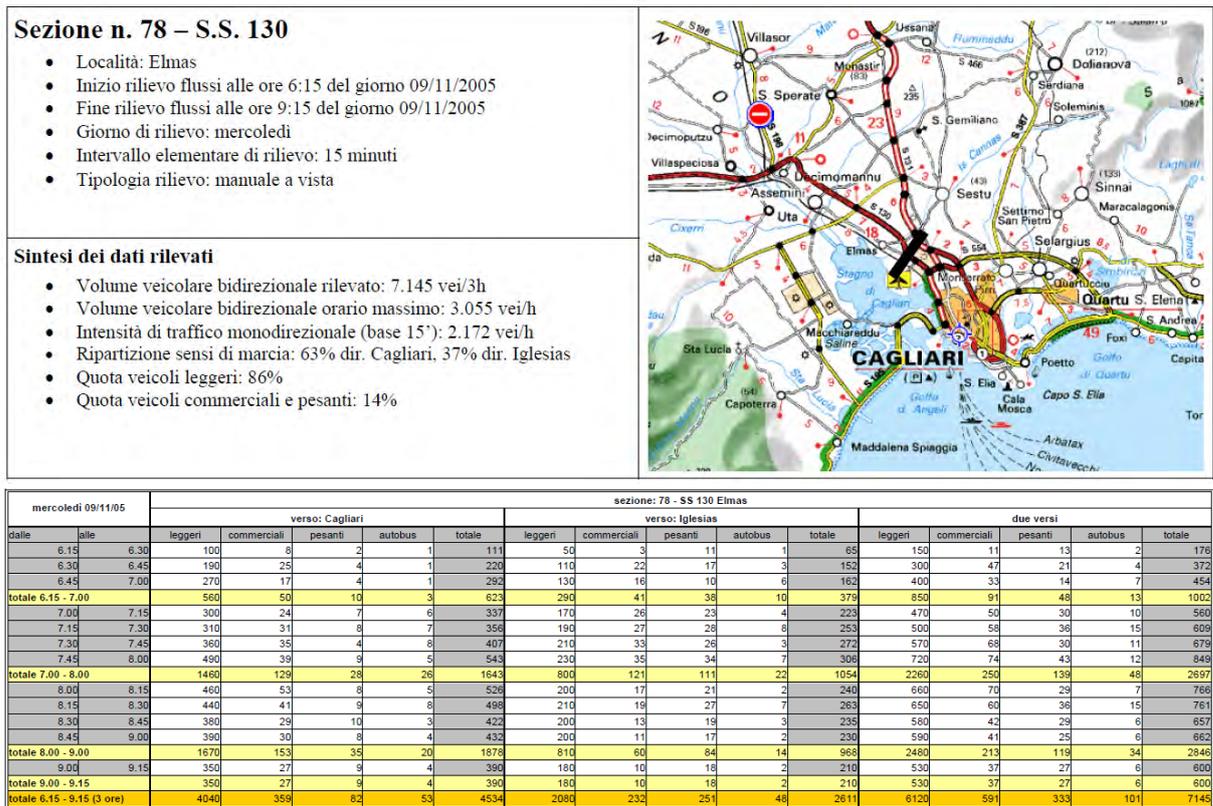


Figura 4.115: Sezione n°78 - Sintesi dei dati rilevati e tipologia/numero di mezzi transitanti per senso di marcia.

Sezione n°12 – S.S. 130 località Decimomannu

Nel secondo tratto della S.S. 130 - località Decimomannu (sezione 12) hanno transitato su entrambi i versi, dalle 6:15 alle 9:15, 476 mezzi commerciali e 114 mezzi pesanti.

Verso Iglesias il numero di mezzi pesanti segnalati è 69, valori molto simili a quelli provenienti da Iglesias e diretti a Cagliari (45).

Verso Iglesias il numero di mezzi commerciali transitanti è stato invece di 339 unità, valori tre volte maggiori rispetto a quelli provenienti da Iglesias e diretti a Cagliari (137).

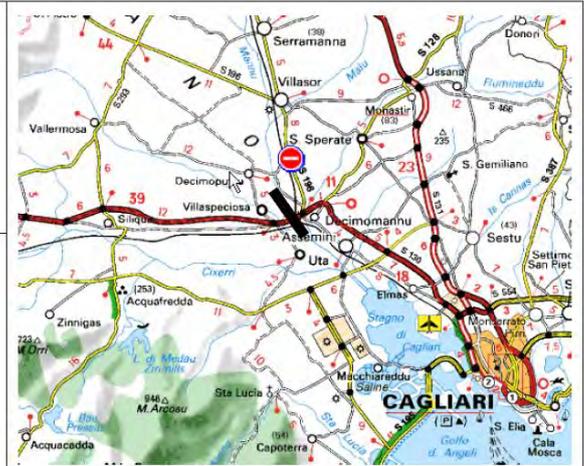
La Figura 4.116 riporta la sintesi dei dati rilevati e le tipologie/numero di mezzi transitanti sulla SS 130 in località Decimomannu.

Sezione n. 12 – S.S. 130

- Località: Decimomannu
- Inizio rilievo flussi alle ore 6:15 del giorno 10/11/2005
- Fine rilievo flussi alle ore 9:15 del giorno 10/11/2005
- Giorno di rilievo: giovedì
- Intervallo elementare di rilievo: 15 minuti
- Tipologia rilievo: manuale a vista

Sintesi dei dati rilevati

- Volume veicolare bidirezionale rilevato: 2.976 vei/3h
- Volume veicolare bidirezionale orario massimo: 1.222 vei/h
- Intensità di traffico monodirezionale (base 15'): 768 vei/h
- Ripartizione sensi di marcia: 42% dir. Cagliari, 58% dir. Iglesiasias
- Quota veicoli leggeri: 80%
- Quota veicoli commerciali e pesanti: 20%



giovedì 10/11/05		sezione: 12 - SS 130 Decimomannu														
		verso: Cagliari					verso: Iglesiasias					due versi				
dalle	alle	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale
6.15	6.30	62	8	3	0	73	61	12	8	1	82	123	20	11	1	155
6.30	6.45	58	5	1	0	64	56	21	4	0	81	114	28	5	0	145
6.45	7.00	63	7	1	0	71	77	20	10	3	110	140	27	11	3	181
totale 6.15 - 7.00		183	20	5	0	208	194	53	22	4	273	377	73	27	4	481
7.00	7.15	80	13	0	0	93	82	27	4	0	113	162	40	4	0	208
7.15	7.30	109	15	3	1	128	131	38	9	0	178	240	53	12	1	308
7.30	7.45	118	15	5	0	138	145	36	8	1	190	263	51	13	1	328
7.45	8.00	103	14	1	0	118	149	37	5	1	192	252	51	6	1	310
totale 7.00 - 8.00		410	57	9	1	477	507	138	26	2	673	917	195	35	3	1150
8.00	8.15	88	11	6	1	106	137	31	4	0	172	225	42	10	1	278
8.15	8.30	107	9	3	2	121	125	26	2	0	153	232	35	5	2	274
8.30	8.45	98	9	9	0	116	108	30	7	0	145	206	39	16	0	261
8.45	9.00	94	13	9	2	118	130	33	6	0	169	224	48	15	2	287
totale 8.00 - 9.00		387	42	27	3	461	500	120	19	0	639	887	162	46	5	1100
9.00	9.15	84	18	4	4	110	105	28	2	0	135	189	48	6	4	245
totale 9.00 - 9.15		84	18	4	4	110	105	28	2	0	135	189	48	6	4	245
totale 6.15 - 9.15 (3 ore)		1064	137	45	10	1256	1306	339	69	6	1720	2370	476	114	16	2976

Figura 4.116: Sezione n°12 - Sintesi dei dati rilevati e tipologia/numero di mezzi transitanti per senso di marcia.

Sezione n°10 – S.P. 2 località Corongiu

Lungo la SP 2 (sezione 10) hanno transitato su entrambi i versi, dalle 6:15 alle 9:15, 322 mezzi commerciali e 158 mezzi pesanti.

Verso Carbonia il numero di mezzi pesanti segnalati è 101, valori doppi rispetto a quelli provenienti da Carbonia e diretti a Villamassargia (57).

Il numero di mezzi commerciali è invece rispettivamente di 188 e 134 unità.

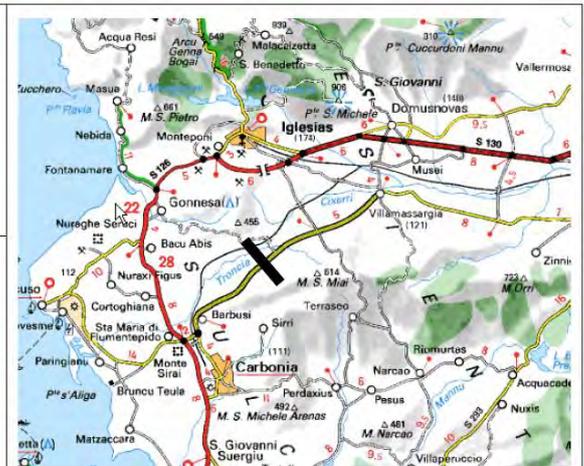
La Figura 4.117 riporta la sintesi dei dati rilevati e le tipologie/numero di mezzi transitanti sulla SP 2 in località Corongiu.

Sezione n. 10 – S.P. 2

- Località: Corongiu
- Inizio rilievo flussi alle ore 6:15 del giorno 10/11/2005
- Fine rilievo flussi alle ore 9:15 del giorno 10/11/2005
- Giorno di rilievo: giovedì
- Intervallo elementare di rilievo: 15 minuti
- Tipologia rilievo: manuale a vista

Sintesi dei dati rilevati

- Volume veicolare bidirezionale rilevato: 2.246 vei/3h
- Volume veicolare bidirezionale orario massimo: 963 vei/h
- Intensità di traffico monodirezionale (base 15'): 532 vei/h
- Ripartizione sensi di marcia: 50% dir. Carbonia, 50% dir. Villamassargia
- Quota veicoli leggeri: 78%
- Quota veicoli commerciali e pesanti: 22%



giovedì 10/11/05		sezione: 10 - SP 2 Villamassargia-Carbonia														
		verso: Carbonia					verso: Villamassargia					due versi				
data	ora	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale
6.15	6.30		4	4	2	27	34	6	1	2	43	61	10	5	4	80
6.30	6.45	42	7	7	0	56	55	12	4	4	66	97	19	8	0	124
6.45	7.00	41	7	6	0	54	80	9	3	4	96	121	15	9	4	149
totale 6.15 - 7.00		110	18	17	2	147	169	26	8	6	204	279	44	22	8	353
7.00	7.15	85	13	11	1	90	85	11	5	0	81	130	24	16	1	171
7.15	7.30	101	20	6	4	131	88	15	2	2	107	169	35	6	0	238
7.30	7.45	96	26	10	1	133	96	18	6	0	120	192	44	16	1	253
7.45	8.00	91	23	11	0	125	102	16	1	1	120	193	39	12	1	245
totale 7.00 - 8.00		355	82	38	6	479	351	60	14	3	429	704	142	52	9	907
8.00	8.15	97	24	4	0	125	88	9	4	1	102	165	33	6	1	227
8.15	8.30	70	17	11	0	98	68	12	13	1	94	138	26	24	1	192
8.30	8.45	78	17	6	1	102	85	8	3	0	96	163	25	9	1	198
8.45	9.00	70	16	15	1	102	67	9	11	0	87	137	25	26	1	189
totale 8.00 - 9.00		315	74	36	2	427	308	38	31	2	379	623	112	67	4	806
9.00	9.15	57	14	10	0	81	78	10	7	4	99	135	24	17	4	180
totale 9.00 - 9.15		57	14	10	0	81	78	10	7	4	99	135	24	17	4	180
totale 6.15 - 9.15 (3 ore)		835	188	101	10	1134	906	134	57	15	1112	1741	322	156	25	2248

Figura 4.117: Sezione n°10 - Sintesi dei dati rilevati e tipologia/numero di mezzi transitanti per senso di marcia.

Analisi dei flussi veicolari dell'indagine estiva (luglio – agosto 2006)

Tra luglio ed agosto del 2006 sono state effettuate ulteriori indagini sulla mobilità interregionale. I dati sono consultabili all'allegato 2 del P.R.T. e si riferiscono a 84 sezioni della rete viaria.

Le sezioni analizzate per il presente lavoro sono:

- Sezione n°78 – S.S. 130 località Elmas
- Sezione n°12 – S.S. 130 località Decimomannu
- Sezione n°10 – S.P. 2 località Corongiu.

In queste tre sezioni i dati sul traffico sono stati rilevati nella fascia oraria di punta del mattino (7:00-10:00).

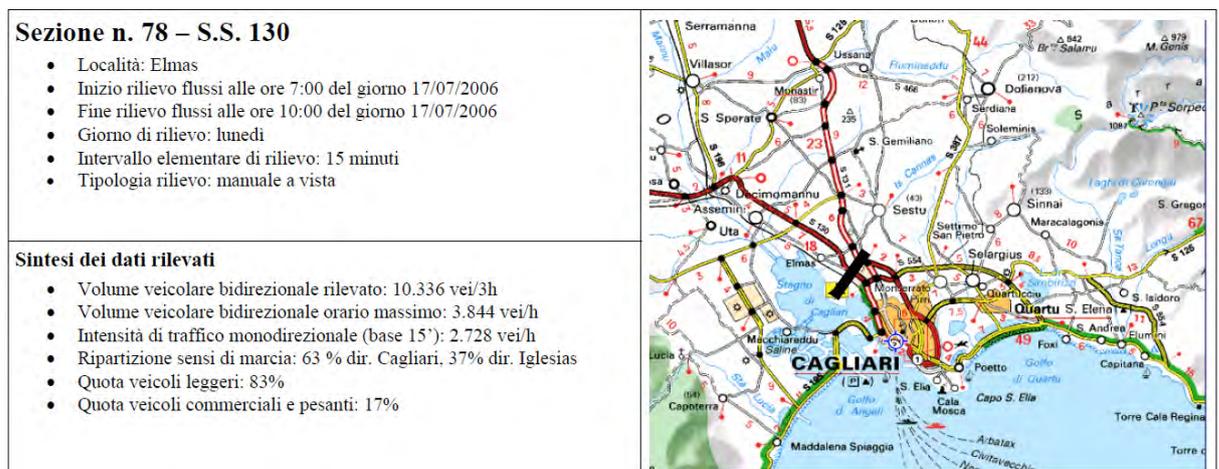
Sezione n°78 – S.S. 130 località Elmas

Dalle analisi è emerso che nel primo tratto della SS 130 - località Elmas (sezione 78) hanno transitato su entrambi i versi, dalle 7:00 alle 10:00, 1247 mezzi commerciali e 411 mezzi pesanti.

Verso Iglesias il numero di mezzi pesanti segnalati è 273, circa il doppio rispetto a quelli provenienti da Iglesias e diretti a Cagliari (138).

I mezzi commerciali risultano invece più frequenti in direzione di Iglesias dove sono state contate 649 unità. In direzione opposta i mezzi commerciali sono 598.

La Figura 4.118 riporta la sintesi dei dati rilevati e le tipologie/numero di mezzi transitanti sulla SS 130 in località Elmas.



venerdì 17/07/2006		sezione: 78 - SS 130 Elmas														
		verso: Cagliari					verso: Iglesias					due versi				
da	alle	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale
7.00	7.15	320	26	6	5	357	130	35	24	5	194	450	61	30	10	551
7.15	7.30	440	45	22	3	510	230	52	28	4	314	670	97	50	7	824
7.30	7.45	510	45	11	6	572	150	34	27	5	216	660	79	38	11	788
7.45	8.00	600	65	14	3	682	180	59	24	2	265	780	124	38	5	947
totale 7.00 - 8.00		1870	181	53	17	2121	690	180	103	16	989	2560	361	156	33	3110
8.00	8.15	590	67	10	4	671	260	63	23	2	348	850	130	33	6	1019
8.15	8.30	570	47	14	2	633	250	48	26	4	328	820	95	40	6	961
8.30	8.45	540	44	15	4	603	220	50	13	3	286	760	94	28	7	889
8.45	9.00	510	56	12	7	585	300	73	15	2	390	810	129	27	9	975
totale 8.00 - 9.00		2210	214	51	17	2492	1030	234	77	11	1352	3240	448	128	28	3844
9.00	9.15	440	49	8	5	502	250	49	18	0	317	690	98	26	5	819
9.15	9.30	450	44	12	2	508	270	55	20	2	347	720	99	32	4	855
9.30	9.45	410	64	7	4	485	300	71	31	1	403	710	135	38	5	888
9.45	10.00	400	46	7	2	455	280	60	24	1	365	680	106	31	3	820
totale 9.00 - 10.00		1700	203	34	13	1950	1100	235	93	4	1432	2800	438	127	17	3382
totale 7.00 - 10.00 (3 ore)		5780	598	138	47	6563	2820	649	273	31	3773	8660	1247	411	78	10336

Figura 4.118: Sezione n°78 - Sintesi dei dati rilevati e tipologia/numero di mezzi transitanti per senso di marcia

Sezione n°12 – S.S. 130 località Decimomannu

Nel secondo tratto della SS 130 - località Decimomannu (sezione 12) hanno transitato su entrambi i versi, dalle 7:00 alle 10:00, 595 mezzi commerciali e 171 mezzi pesanti.

Verso Iglesias il numero di mezzi pesanti segnalati è 95, valori simili a quelli provenienti da Iglesias e diretti a Cagliari (76).

I mezzi commerciali risultano invece più frequenti in direzione di Iglesias dove sono state contate 336 unità. In direzione opposta i mezzi commerciali sono 259.

La Figura 4.119 riporta la sintesi dei dati rilevati e le tipologie/numero di mezzi transitanti sulla SS 130 in località Decimomannu.

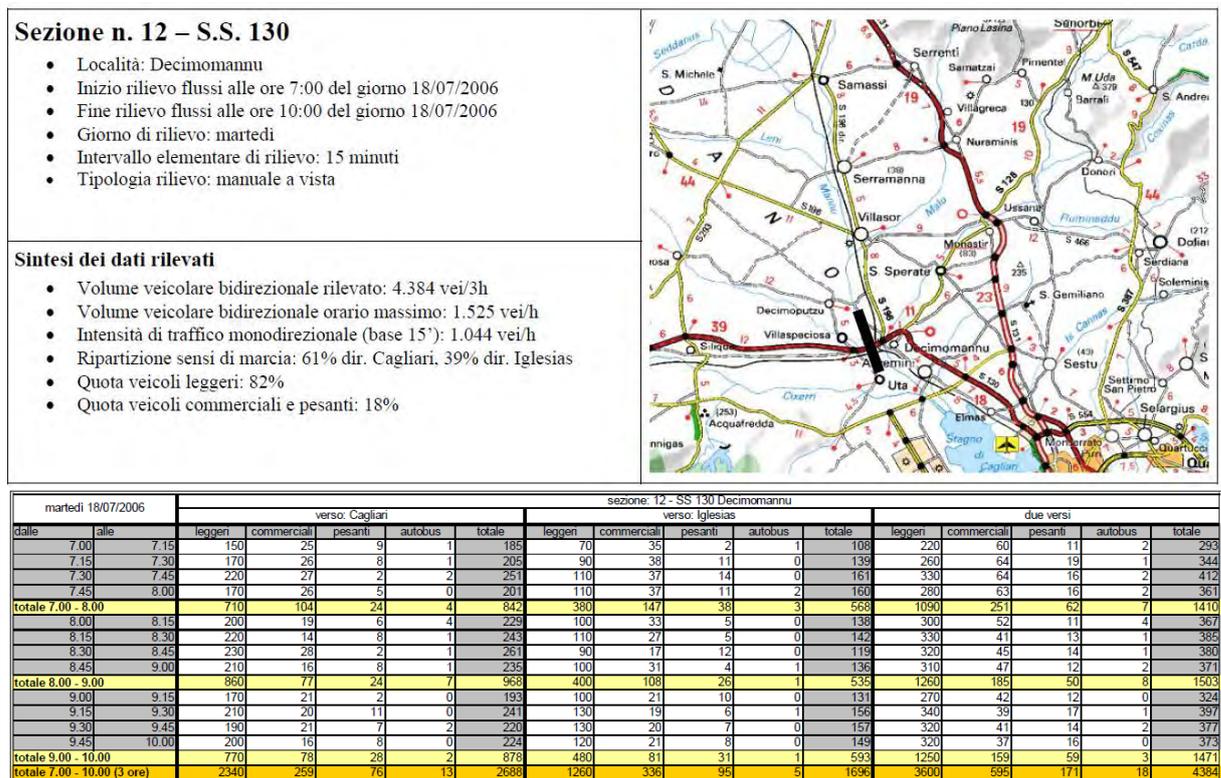


Figura 4.119: Sezione n°12 - Sintesi dei dati rilevati e tipologia/numero di mezzi transitanti per senso di marcia.

Il grafico riportato in Figura 4.120 confronta i dati relativi all'indagine in periodo estivo ed invernale nel tratto di SS 130 Decimomannu. Si osserva un sensibile aumento del numero di veicoli da Iglesias verso Cagliari durante il periodo estivo (2688 rispetto a 1256).

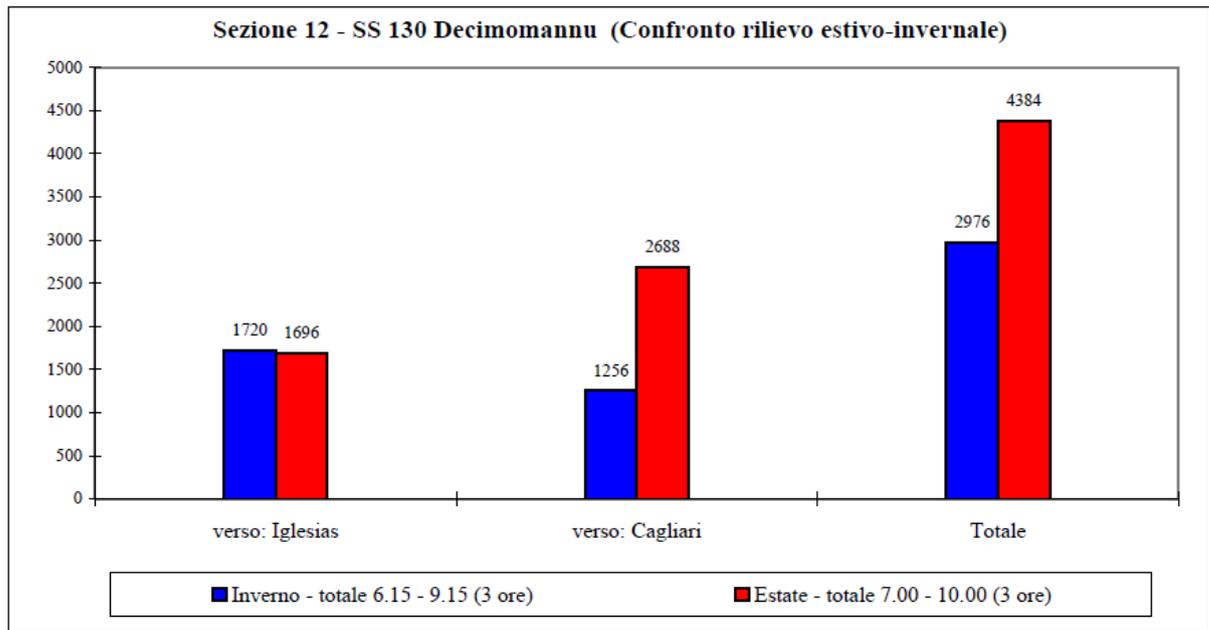


Figura 4.120: Confronto del numero di mezzi transitanti nel periodo estivo-invernale nella sezione n°12 – S.S. 130 località Decimomannu.

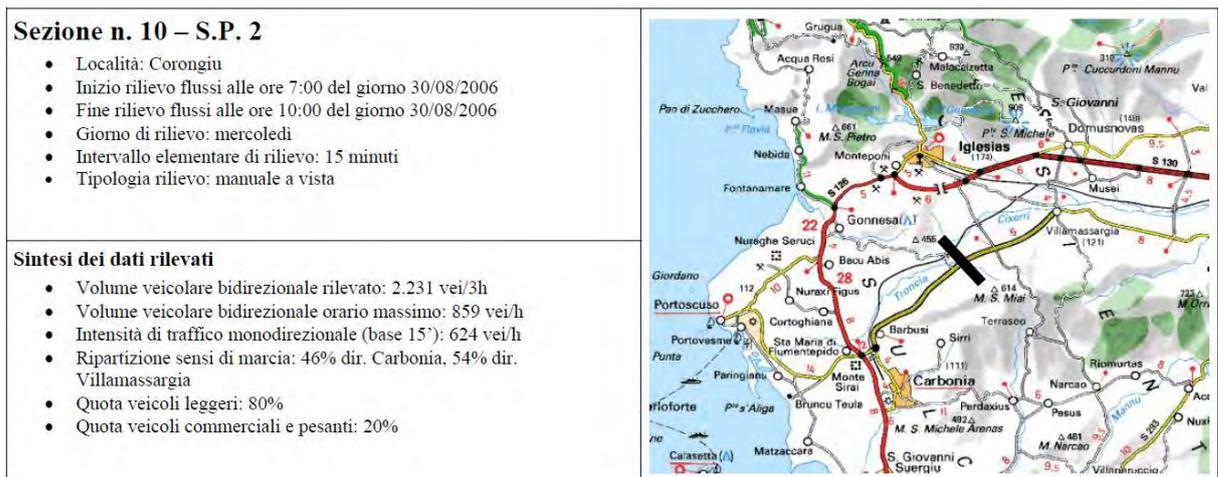
Sezione n°10 – S.P. 2 località Corongiu

Infine nel tratto di SP 2 in località Corongiu hanno transitato su entrambi i versi, dalle 7:00 alle 10:00 del 30 agosto 2006, 285 mezzi commerciali e 153 mezzi pesanti.

Verso Carbonia il numero di mezzi pesanti segnalati è 85, valori simili a quelli provenienti da Carbonia e diretti a Villamassargia (65).

Il numero di mezzi commerciali è invece rispettivamente di 168 e 117 unità.

La Figura 4.121 riporta la sintesi dei dati rilevati e le tipologie/numero di mezzi transitanti sulla SP 2 in località Corongiu.



mercoledì 30/08/2006		sezione: 10 - SP 2 Villamassargia-Carbonia														
		verso Carbonia					verso Villamassargia					due versi				
da	alle	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale	leggeri	commerciali	pesanti	autobus	totale
7.00	7.15	40	12	8	0	60	70	4	3	0	77	110	16	11	0	137
7.15	7.30	60	11	9	0	80	80	8	3	0	91	140	19	12	0	171
7.30	7.45	70	15	7	0	92	100	6	3	0	109	170	21	10	0	201
7.45	8.00	80	14	10	0	104	140	11	5	0	156	220	25	15	0	260
totale 7.00 - 8.00		250	52	5	0	307	390	29	14	0	433	640	81	19	0	740
8.00	8.15	40	17	5	0	62	90	12	1	1	104	130	29	6	1	166
8.15	8.30	60	17	10	0	87	100	6	6	0	112	160	23	16	0	199
8.30	8.45	90	15	4	1	110	110	7	7	0	124	200	22	11	1	234
8.45	9.00	70	14	11	0	95	70	7	4	0	81	140	21	15	0	176
totale 8.00 - 9.00		260	63	30	1	354	370	32	18	1	421	630	95	48	2	775
9.00	9.15	70	11	12	0	93	80	21	13	0	114	150	32	25	0	207
9.15	9.30	60	13	13	0	86	80	10	7	0	97	120	23	20	0	163
9.30	9.45	60	14	12	0	86	70	12	9	1	92	130	26	21	1	178
9.45	10.00	70	15	13	0	98	50	13	7	0	70	120	28	20	0	168
totale 9.00 - 10.00		260	53	50	0	363	260	56	36	1	353	520	109	86	1	716
totale 7.00 - 10.00 (3 ore)		770	168	85	1	1024	1020	117	68	2	1207	1790	285	153	3	2231

Figura 4.121: Sezione n°10 - Sintesi dei dati rilevati e tipologia/numero di mezzi transitanti per senso di marcia.

Incidenti registrati in Regione Sardegna

Per quanto riguarda gli incidenti il Piano Regionale dei Trasporti riporta gli Indicatori statistici relativi agli incidenti sulle Strade Statali della regione Sardegna avvenuti nel 2004 (Fonte: A.C.I.). I dati relativi agli incidenti avvenuti a livello provinciale sono mostrati in Figura 4.122. La provincia di Oristano è quella che nel 2004 ha fatto registrare il maggior numero di incidenti, pari a 0,46 incidenti per km. Il tasso di mortalità registrato è stato di circa 2 morti ogni 100 incidenti, in linea con la media regionale, mentre il numero di morti ogni 1000 infortunati è stato di 13,21, il secondo, in ordine di gravità, dietro solo a quello registrato nella provincia di Cagliari che è stato pari a 23,51. La provincia di Sassari è quella che in assoluto ha registrato i valori più bassi degli indici analizzati; nel 2004 si sono registrati circa 0,27 incidenti per km e un tasso di mortalità pari a 1,4% ed un indice di gravità decisamente inferiore agli altri, pari a 6,14.

PROVINCIA	Incidenti per km	Tasso di mortalità (Morti/Inc.)*100	Indice di gravità ²⁹	RI ³⁰	RM ³¹
Cagliari	0.29	1,930	23.51	0.27	2.12
Nuoro	0.32	5,592	9.40	0.30	1.05
Oristano	0.46	1,923	13.21	0.43	1.26
Sassari	0.27	1,359	6.14	0.26	1.16

Figura 4.122: Indicatori statistici degli incidenti per Provincia della Regione Sardegna (Fonte: A.C.I.)

Strada	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti per km	Tasso di mortalità (Morti/Inc.)*100	Indice di gravità
S.S. 125 - Orientale Sarda	135	10	202	0,38	7,407	47,17
S.S. 125 dir - Orientale Sarda	5	0	7	1,11	0	0,00
S.S. 126 - Sud Occidentale Sarda	18	2	38	0,15	11,111	50,00
S.S. 126 dir - Sud Occidentale Sarda	0	0	0	0,00	0	
S.S. 127 - Settentrionale Sarda	30	1	68	0,23	3,333	14,49
S.S. 127 bis - Settentrionale Sarda	9	1	16	0,19	11,111	58,82
S.S. 128 - Centrale Sarda	26	2	41	0,16	7,692	46,51
S.S. 128 bis - Cantrale Sarda	4	0	8	0,05	0	0,00
S.S. 129 - Trasversale Sarda	25	3	41	0,26	12,000	68,18
S.S. 129 bis - Trasversale Sarda	15	2	23	0,48	13,333	80,00
S.S. 130 - Iglesiasiente	27	2	58	0,51	7,407	33,33
S.S. 130 dir - Iglesiasiente	2	0	2	0,17	0	0,00
S.S. 131 - Carlo Felice	212	6	391	0,92	2,830	15,11
S.S. 131 bis - Carlo Felice	4	0	8	0,11	0	0,00
S.S. 131 dir - Carlo Felice	10	0	17	1,72	0	0,00
S.S. 131 dir/centr - Nuorese	107	5	175	1,00	4,673	27,78
S.S. 132 - di Ozieri	4	1	6	0,10	25,000	142,86
Sardegna	926	61	1659	0,31	6,587	35,47

Figura 4.123: Indicatori statistici degli incidenti sulle Strade Statali della regione Sardegna (Fonte: A.C.I.)

Per quanto riguarda gli incidenti avvenuti lungo le principali strade della provincia di Cagliari si riporta che lungo la S.S. 130 si sono verificati, nel 2004, 27 incidenti di cui 2 mortali con un tasso di mortalità del 7,4% e un indice di gravità di 33,33 (Figura 4.123). I valori sono generalmente superiori agli indicatori statistici dell'intera Provincia di Cagliari

Si sottolinea inoltre che il maggior numero di incidenti è stato segnalato in prossimità del capoluogo, dove si registrano i flussi di traffico maggiori (Figura 4.124).

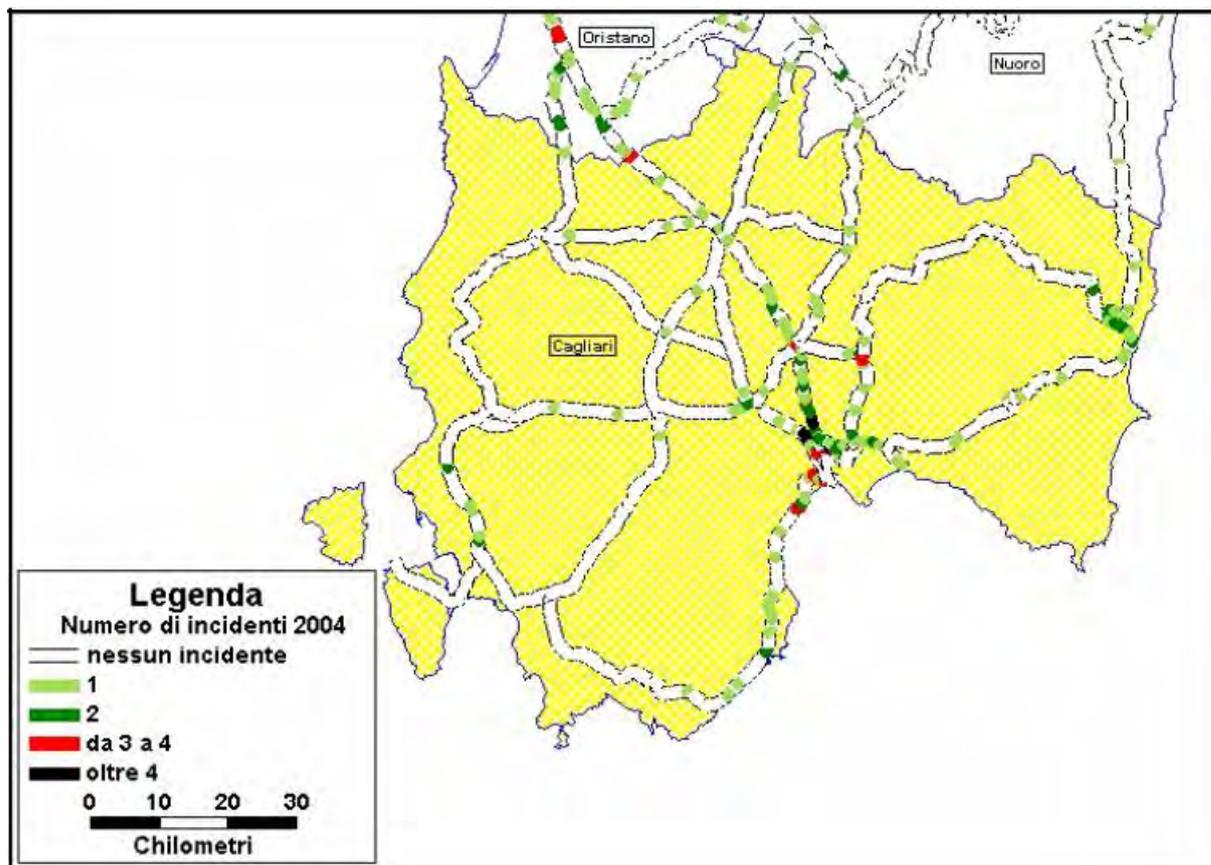


Figura 4.124: Localizzazione degli incidenti nella Provincia di Cagliari

4.8.2 Stima degli Impatti Potenziali

Identificazione delle Azioni di Impatto e dei Potenziali Recettori

Le principali fonti d'impatto potenziale sulla componente viabilità si riferiscono agli effetti indotti dal movimento dei mezzi pesanti sul traffico veicolare transitante sulle strade ordinarie (statali, provinciali e comunali), nonché al maggiore rischio di incidenti lungo la viabilità d'interesse.

Impatto sulla Componente – Fase di Costruzione

Durante la fase di cantiere, che avrà una durata complessiva di 18 mesi, saranno utilizzati fino ad un massimo di 5 camion al giorno a cui si aggiungono in determinate fasi di lavoro:

- mezzi leggeri per il trasporto della manodopera di cantiere
- mezzi per la piantumazione del mandorleto
- mezzi speciali di sollevamento, che opereranno per un tempo limitato pari a singole giornate.

I mezzi seguiranno in via preferenziale la viabilità esistente, tra cui la SS 130 e la SP 2.

Considerando il numero esiguo di mezzi coinvolti si ritiene che l'impatto sulla viabilità e sull'aumento del traffico sia trascurabile.

Per quanto riguarda la viabilità interna al sito (mostrata in Figura 4.125), essa è costituita da strade sterrate, che saranno eventualmente ampliate o adeguate in base alla necessità. Si ritiene dunque che l'impatto sulla viabilità e sull'aumento del traffico sia nullo.

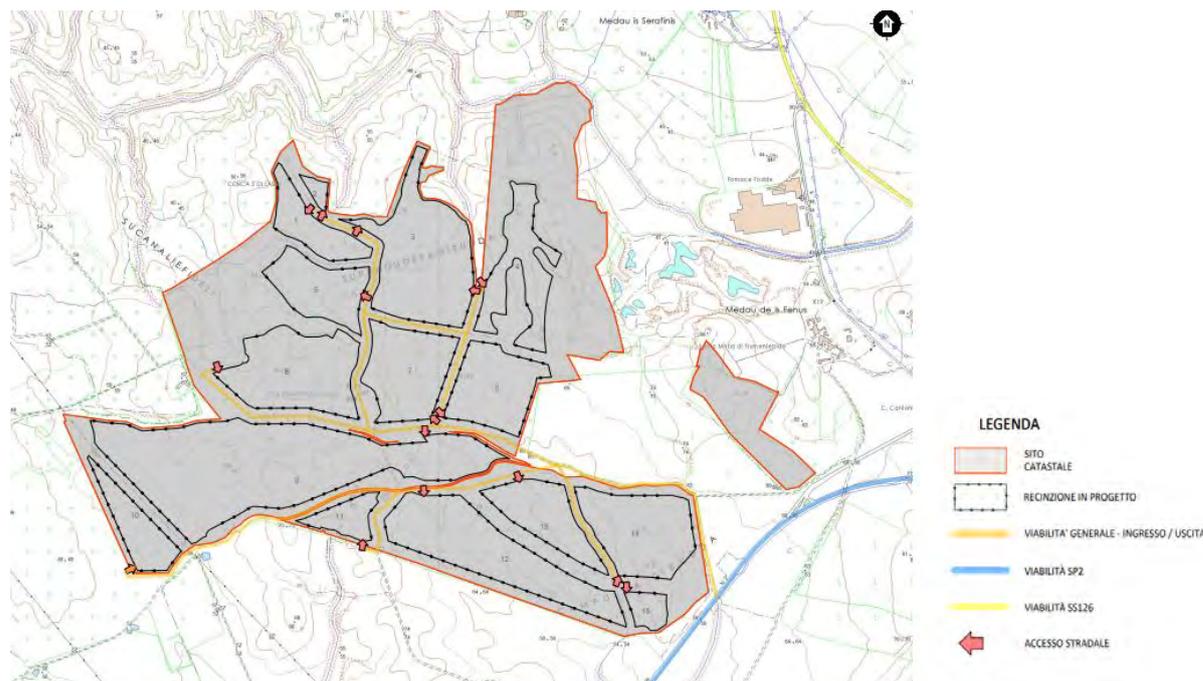


Figura 4.125: Viabilità interna al sito

Per quanto riguarda il rischio d'incidenti si ritiene che le zone più critiche siano quelle prossime al centro urbano di Cagliari, dove la presenza di raccordi e confluenze da diverse strade d'interesse regionale incrementa il rischio di collisioni. Durante gli spostamenti dal porto al cantiere saranno rispettati tutte le norme indicate nel codice della Strada e saranno preferite le strade esterne ai centri abitati. L'ipotesi di utilizzare il porto di Portoscuso come punto di scalo potrebbe inoltre risultare un'alternativa valida per limitare gli spostamenti su gomma ed evitare le zone più trafficate intorno al capoluogo di Provincia. Considerando comunque il numero esiguo di mezzi coinvolti si ritiene che l'aumento degli incidenti sia trascurabile.

Impatto sulla Componente – Fase di Esercizio

Durante la fase di esercizio non sono attesi potenziali impatti negativi sulla componente viabilità: gli unici mezzi coinvolti, sono ascrivibili ai veicoli che saranno impiegati durante le attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e ai mezzi necessari per la gestione annuale del mandorleto e dell'erbaio comprendenti una macchina potatrice e una macchina per la raccolta delle mandorle.

Considerando quindi il numero esiguo di mezzi coinvolti si ritiene che l'impatto sulla viabilità e sull'aumento di incidenti sulla sia nullo.

Impatto sulla Componente – Fase di Dismissione

Per la fase di dismissione si prevedono impatti sul traffico simili a quelli attesi durante la fase di costruzione, principalmente collegati all'utilizzo di mezzi necessari allo smaltimento dell'impianto. Rispetto alla fase di cantiere si prevede l'utilizzo di un numero inferiore di mezzi e di conseguenza un inferiore rischio di incidenti e di alterazione del traffico veicolare; di conseguenza, la valutazione degli impatti è analoga a quella presentata per la fase di cantiere, con impatti trascurabili sulla componente analizzata.

4.8.3 Azioni di Mitigazione

Come sottolineato nei paragrafi precedenti, durante la fase di cantiere e di dismissione è previsto l'utilizzo di mezzi da cantiere che percorreranno la viabilità esistente. Visto il numero esiguo di mezzi

coinvolti non si prevedono impatti significativi sulla componente mobilità e trasporti. Tuttavia sono previste alcune misure di mitigazione, prettamente gestionali, che si riportano di seguito:

- Saranno preferite le strade provinciali e statali e saranno evitate le strade a lento scorrimento e/o non conformi con le dimensioni e le caratteristiche dei mezzi da lavoro (strade e raggi di curvatura non adeguate, pendenze elevate) e che potrebbero quindi creare congestione e criticità alla viabilità.;
- L'impresa esecutrice impiegherà mezzi revisionati e in buono stato;
- Saranno rispettati i limiti di velocità definiti dal Codice della strada e sarà mantenuto uno stile di guida regolare, finalizzato a contenere i consumi e a garantire la sicurezza stradale;
- Al fine di ridurre i km su strada e facilitare gli spostamenti dei lavoratori dal porto al cantiere sarà preferito il percorso di circa 12 km che dal porto di Portovesme permette il collegamento al sito d'impianto.

4.9 METODI DI PREVISIONE UTILIZZATE PER INDIVIDUARE E VALUTARE GLI IMPATTI AMBIENTALI

Lo Studio di Impatto Ambientale è finalizzato principalmente all'analisi degli impatti diretti e indiretti, sia in fase di cantiere che a regime, di un'opera, considerando il sistema ambientale in cui si inserisce nelle sue componenti biologiche, abiotiche e ecologiche.

A tal fine si è fatto riferimento, alla legislazione nazionale e provinciale citata nel capitolo introduttivo del presente Studio e ai principali riferimenti tecnici di settore.

L'approccio modellistico è stato adottato per l'analisi del comparto acustico. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici si è proceduto individuando i potenziali recettori e la definizione delle distanze di prima approssimazione.

Lo sviluppo di un giudizio paesaggistico sul progetto è stato effettuato sulla base delle simulazioni fotorealistiche sviluppate nel progetto di ripristino ambientale.

Per tutte le altre componenti è stato scelto un approccio prettamente bibliografico e basato sull'esperienza dei professionisti facenti parte del gruppo di lavoro, sia per l'organicità degli argomenti trattati sia, in alcuni casi, per la scarsità di impatti attesi.

Per quanto riguarda il drenaggio delle acque superficiali è stata redatta un'apposita Relazione idraulica.

Inoltre, dato che l'impianto si colloca in aree agricole sono stati eseguiti appositi rilievi e redatte relazioni sulla presenza di colture di pregio oltre a una relazione Pedo-agronomica.

Per un breve compendio sulle difficoltà riscontrate nella raccolta dei dati, sulle carenze tecniche o altre incertezze riscontrate, si faccia riferimento al capitolo "Sommaro delle difficoltà".



5. INTERAZIONE TRA I FATTORI

Le interazioni tra fattori avvengono in tutti quei casi in cui gli impatti di un'opera passano da una matrice ambientale all'altra: emissioni in atmosfera che si depositano al suolo, scarichi al suolo che raggiungono la falda, ecc.

Le componenti ambientali più complesse (uomo, biodiversità) sono sistematicamente oggetto di interazione tra diversi fattori, essendo per definizione bersagli secondari di impatti su altre componenti.

Nella trattazione del presente SIA si è preferito illustrare le interazioni tra diversi fattori direttamente nei capitoli dedicati ai fattori stessi senza descriverli in un paragrafo dedicato, che potrebbe risultare aspecifico e poco integrato con il resto della trattazione.

6. FONTI UTILIZZATE

- ISPRA, STATO DELL'AMBIENTE, GLI INDICATORI DEL CLIMA IN ITALIA NEL 2021
- ISPRA, TERRITORIO, PROCESSI E TRASFORMAZIONI IN ITALIA
- ISPRA, CONSUMO DI SUOLO, DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI, EDIZIONE 2020
- AMORI G. (2014) – DISTRIBUZIONE E ABBONDANZA DI MICROMAMMIFERI ASSOCIATI AD HABITAT FORESTALI IN SARDEGNA
- AMORI, G., CONTOLI, L., NAPPI, A. (2008) - *FAUNA D'ITALIA, MAMMALIA II: ERINACEOMORPHA, SORICOMORPHA, LAGOMORPHA, RODENTIA* CALDERINI, BOLOGNA
- BACCHETTA G. (2006) - FLORA VASCOLARE DEL SULCIS (SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE, ITALIA). PAG. 67-289
- BACCHETTA G., BAGELLA S., BIONDI E., FARRIS E., FILIGHEDDU R., MOSSA L. (2009) – VEGETAZIONE FORESTALE E SERIE DI VEGETAZIONE DELLA SARDEGNA (CON RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA ALLA SCALA 1: 350.000). FITOSOCIOLOGIA, 46(1): 1-82.
- BELLUCCI V., PIOTTO B., SILLI V. (A CURA DI), 2021 - PIANTE E INSETTI IMPOLLINATORI: UN'ALLEANZA PER LA BIODIVERSITÀ. ISPRA, SERIE RAPPORTI, 350/2021.
- BENVENUTI, S. & BRETZEL F., 2017 - AGRO-BIODIVERSITY RESTORATION USING WILDFLOWERS: WHAT IS THE APPROPRIATE WEED MANAGEMENT FOR THEIR LONG-TERM SUSTAINABILITY ECOLOGICAL ENGINEERING, 102: 519-526.
- CAMARDA I., CARTA L., LAURETI L., ANGELINI P., BRUNU A., BRUNDU G., 2011 - CARTA DELLA NATURA DELLA REGIONE SARDEGNA: CARTA DEGLI HABITAT ALLA SCALA 1:50.000. ISPRA
- CAMPADELLI T. (2002) - INDAGINE BIBLIOGRAFICA SULL'IMPATTO DEI PARCHI EOLICI SULL'AVIFAUNA: CENTRO ORNITOLOGICO TOSCANO
- CARULLO, L., RUSSO, P., RIGUCCIO, L., TOMASELLI, G., 2013 - EVALUATING THE LANDSCAPE CAPACITY OF PROTECTED RURAL AREAS TO HOST PHOTOVOLTAIC PARKS IN SICILY. NATURAL RESOURCES 4, 460-472.
- CAVALLETTI P. - APPLICAZIONE DEL FOTOVOLTAICO IN AGRICOLTURA: ASPETTI TECNICI E NORMATIVI
- DEFRA, 2010 - MODIFIED MANAGEMENT OF AGRICULTURAL GRASSLAND TO PROMOTE IN-FIELD STRUCTURAL HETEROGENEITY, INVERTEBRATES AND BIRD POPULATIONS IN PASTORAL LANDSCAPES. DEFRA BD1454 REPORT, BD1454.
- DEL FAVERO (ED.), 1998 - LA VEGETAZIONE FORESTALE E LA SELVICOLTURA NELLA REGIONE FRIULI-VENEZIA GIULIA. REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA. 553 PP.
[HTTPS://WWW.REGIONE.FVG.IT/RAFVG/EXPORT/SITES/DEFAULT/RAFVG/ECONOMIA-IMPRESE/AGRICOLTURA-FORESTE/FORESTE/ALLEGATI/DEL FAVERO - LA VEGETAZIONE FORESTALE E LA SELVICOLTURA IN FVG.PDF](https://www.regione.fvg.it/rafvig/export/sites/default/rafvig/economia-impres/agricoltura-foreste/foreste/allegati/del_favero_-_la_vegetazione_forestale_e_la_selvicoltura_in_fvg.pdf)
- DE MARTINI ALESSANDRO (2007) - DISTRETTO 24 – ISOLE SULCITANE (ALL.1 DEL PIANO FORESTALE AMBIENTALE REGIONALE)
- GRUSSU M. (2017) – AVES ICHNUSAE BOLLETTINO DEL GRUPPO ORNITOLOGICO SARDO (VOLUME 11)
- GENTILI R., GILARDELLI F., CIAPPETTA S., GHIANI A. & CITTERIO S., 2015 - INDUCING COMPETITION: INTENSIVE GRASSLAND SEEDING TO CONTROL AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA L. WEED RESEARCH, 55: 278–288.Ù

- HAALAND C., NAISBIT R.E. & BERSIER L.F., 2011 - SOWN WILDFLOWER STRIPS FOR INSECT CONSERVATION: A REVIEW. INSECT CONSERVATION AND DIVERSITY, 4(1): 60-80.
- HUMBERT J-Y., GHAZOUL J., RICHNER N. & WALTER T., 2012 - UN-CUT GRASS REFUGES MITIGATE THE IMPACT OF MECHANICAL MEADOW HARVESTING ON ORTHOPTERANS. BIOLOGICAL CONSERVATION, 152: 96-101
- MERIGGI A., SACCHI O., LUCHETTI S., MERLI E., (2005) - RELAZIONE CONCLUSIVA SULLE RICERCHE SU PERNICE SARDA, LEPRE SARDA, CONIGLIO SELVATICO.
- MINELLI ALESSANDRO, RUFFO SANDRO, MORANDINI FABIO (2002) – QUADERNI D’HABITAT “LA MACCHIA MEDITERRANEA – FORMAZIONI SEMPREVERDI” MINISTERO DELL’AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO
- MOONEN, A.C. & MARSHALL, E.J.P., 2001 - THE INFLUENCE OF SOWN MARGIN STRIPS, MANAGEMENT AND BOUNDARY STRUCTURE ON HERBACEOUS FIELD MARGIN VEGETATION IN TWO NEIGHBOURING FARMS IN SOUTHERN ENGLAND. AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT, 86(2): 187-202.
- MORTELLITI, A., BOITANI, L. (2009), *DISTRIBUTION AND COEXISTENCE OF SHREWS IN PATCHY LANDSCAPES: A FIELD TEST OF MULTIPLE HYPOTHESES*. ACTA OECOLOGICA N.35: PP. 797-804
- MUNAFO M (2021) – CONSUMO DI SUOLO DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI (EDIZIONE 2022)
- MURA G. (2011) – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO EOLICO “CORTOGHIANA” (PROGETTO DEFINITIVO)
- MURGIA C. – GUIDA AI RAPACI DELLA SARDEGNA
- NASPETTI, S., MANDOLESI S., ZANOLI, R., 2016. USING VISUAL Q SORTING TO DETERMINE THE IMPACT OF PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS ON THE LANDSCAPE. LAND USE POLICY 56, 564-573.
- PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "PARCO EOLICO DI CARBONIA", COSTITUITO DA 11 AEROGENERATORI CON POTENZA UNITARIA DI 6 MW, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI IMPIANTO DI 66MW, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI CARBONIA, IGLESIAS E GONNESA (SU) – RELAZIONE FLORO-FAUNISTICA.
- SANTO A., FENU G., DOMINA G., BACCHETTA G. (2013), BRASSICA INSULARIS MORIS SJÖDIN N.E., 2007. POLLINATOR BEHAVIOURAL RESPONSES TO GRAZING INTENSITY. BIODIVERS. CONSERV., 16: 2103–2121.
- WOODCOCK B.A., WESTBURY D.B., TSCHULIN T., HARRISON-CRIPPS J., HARRIS S.J., RAMSEY A.J., BROWN V.K., POTTS S.G., 2008. EFFECTS OF SEED MIXTURE AND MANAGEMENT ON BEETLE ASSEMBLAGES OF ARABLE FIELD MARGINS. AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT, 125 (1–4): 246-254.
- BELLUCCI V., PIOTTO B., SILLI V. (A CURA DI), 2021. PIANTE E INSETTI IMPOLLINATORI: UN’ALLEANZA PER LA BIODIVERSITÀ. ISPRA, SERIE RAPPORTI, 350/2021.
- BENVENUTI, S. & BRETZEL F., 2017. AGRO-BIODIVERSITY RESTORATION USING WILDFLOWERS: WHAT IS THE APPROPRIATE WEED MANAGEMENT FOR THEIR LONG-TERM SUSTAINABILITY?. ECOLOGICAL ENGINEERING, 102: 519-526.
- DEFRA, 2010. MODIFIED MANAGEMENT OF AGRICULTURAL GRASSLAND TO PROMOTE IN-FIELD STRUCTURAL HETEROGENEITY, INVERTEBRATES AND BIRD POPULATIONS IN PASTORAL LANDSCAPES. DEFRA BD1454 REPORT, BD1454.
- DEL FAVERO (ED.), 1998. LA VEGETAZIONE FORESTALE E LA SELVICOLTURA NELLA REGIONE FRIULI-VENEZIA GIULIA. REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA. 553 PP.



[HTTPS://WWW.REGIONE.FVG.IT/RAFVG/EXPORT/SITES/DEFAULT/RAFVG/ECONOMIA-IMPRES/AGRICOLTURA-FORESTE/FORESTE/ALLEGATI/DEL_FAVERO_-_LA_VEGETAZIONE_FORESTALE_E_LA_SELVICOLTURA_IN_FVG.PDF](https://www.regione.fvg.it/rafv/export/sites/default/rafv/economia-impres/agricoltura-foreste/foreste/allegati/del_favero_-_la_vegetazione_forestale_e_la_selvicoltura_in_fvg.pdf)

GENTILI R., GILARDELLI F., CIAPPETTA S., GHIANI A. & CITTERIO S., 2015. INDUCING COMPETITION: INTENSIVE GRASSLAND SEEDING TO CONTROL AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA L. WEED RESEARCH, 55: 278–288.

HAALAND C., NAISBIT R.E. & BERSIER L.F., 2011. SOWN WILDFLOWER STRIPS FOR INSECT CONSERVATION: A REVIEW. INSECT CONSERVATION AND DIVERSITY, 4(1): 60-80.

HUMBERT J-Y., GHAZOUL J., RICHNER N. & WALTER T., 2012. UN CUT GRASS REFUGES MITIGATE THE IMPACT OF MECHANICAL MEADOW HARVESTING ON ORTHOPTERANS. BIOLOGICAL CONSERVATION, 152: 96-101.

MOONEN, A.C. & MARSHALL, E.J.P., 2001. THE INFLUENCE OF SOWN MARGIN STRIPS, MANAGEMENT AND BOUNDARY STRUCTURE ON HERBACEOUS FIELD MARGIN VEGETATION IN TWO NEIGHBOURING FARMS IN SOUTHERN ENGLAND. AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT, 86(2): 187-202.

SJÖDIN N.E., 2007. POLLINATOR BEHAVIOURAL RESPONSES TO GRAZING INTENSITY. BIODIVERS. CONSERV., 16: 2103–2121.

WOODCOCK B.A., WESTBURY D.B., TSCHULIN T., HARRISON-CRIPPS J., HARRIS S.J., RAMSEY A.J., BROWN V.K., POTTS S.G., 2008. EFFECTS OF SEED MIXTURE AND MANAGEMENT ON BEETLE ASSEMBLAGES OF ARABLE FIELD MARGINS. AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT, 125 (1–4): 246-254.

SITOGRAFIA

ISTAT: [HTTPS://WWW.ISTAT.IT/](https://www.istat.it/)

ISTAT BANCA DATI: [HTTPS://WWW.ISTAT.IT/IT/DATI-ANALISI-E-PRODOTTI/BANCHE-DATI](https://www.istat.it/it/dati-analisi-e-prodotti/banche-dati)

STATISTICHE ISTAT: [HTTP://DATI.ISTAT.IT/](http://dati.istat.it/)

DEMO ISTAT: [HTTP://DEMO.ISTAT.IT/](http://demo.istat.it/)

TUTTITALIA.IT: [HTTPS://WWW.TUTTITALIA.IT/](https://www.tuttitalia.it/)

REGIONE PUGLIA: [HTTPS://WWW.REGIONE.SARDEGNA.IT/](https://www.regione.sardegna.it/)

MINISTERO DELL'AMBIENTE: [HTTPS://WWW.MINAMBIENTE.IT/](https://www.minambiente.it/)

ISPRA: [HTTP://WWW.ISPRAMBIENTE.GOV.IT/](http://www.isprambiente.gov.it/)

IRRAGGIAMENTO SOLARE: [HTTP://WWW.SODA-PRO.COM/WEB-SERVICES/METEO-DATA/](http://www.soda-pro.com/web-services/meteo-data/)

PRODOTTI DI PREGIO: [HTTPS://DOIGP.POLITICHEAGRICOLE.IT/](https://doigp.politicheagricole.it/)

7. SOMMARIO DELLE DIFFICOLTÀ

Le principali difficoltà incontrate nella stesura del presente S.I.A. sono distribuite su tre livelli: comprensione della pianificazione e della normativa, raccolta dei dati e stima degli impatti.

Il quadro normativo che regola la produzione e l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili, si inserisce in un più ampio piano di sostenibilità ambientale e decarbonizzazione. Un quadro complesso, scandito da piani e direttive UE, recepiti in Italia in tempi più o meno rapidi ed in continua evoluzione.

La vigente normativa nazionale non prevede più la redazione di un quadro programmatico, tuttavia, si è ritenuto opportuno confrontare il progetto con la pianificazione territoriale e di settore. La lettura della pianificazione in alcuni casi è stata difficoltosa a causa di indicazioni non sempre perfettamente coerenti tra atti pianificatori di livello differente, a causa di dati superati presenti sui documenti e sulla cartografia. Si ritiene comunque che tali criticità verranno superate col tempo grazie ai nuovi processi di redazione e approvazione di piani e programmi (VAS).

Un'altra criticità è emersa dalle modifiche introdotte con il d.lgs. 104/2017 che richiede una più attenta analisi di alcune matrici ambientali che in precedenza non venivano evidenziate con particolare enfasi, quali ad esempio i beni materiali, il patrimonio culturale e agroalimentare, ecc. Per tali matrici ambientali non è stato immediato reperire dati sito-specifici, ma tale criticità è apparsa anche per altri settori di studio in particolare in merito ai flussi di traffico e alla piezometria. A questo si è fatto fronte principalmente con indagini di campo.

Infine, dal punto di vista dell'analisi degli impatti ambientali non si sono presentate particolari difficoltà, grazie anche all'ampia esperienza accumulata negli anni dagli estensori del S.I.A. sulla tipologia impiantistica in esame.

In conclusione, si ritiene, fatto salvo il giudizio degli Enti competenti, di essere riusciti a superare le suddette difficoltà senza lasciare particolari lacune tecniche o difetti di indagine.

8. CONCLUSIONI

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.

Ciò premesso e ricapitolato sulla base delle analisi condotte, il progetto in esame si caratterizza per il fatto che molte delle interferenze sono a carattere temporaneo poiché legate alle attività di cantiere necessarie alle fasi di costruzione e successiva dismissione dell'impianto fotovoltaico, tali interferenze sono complessivamente di bassa significatività.

Le restanti interferenze sono quelle legate alla fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico che, nonostante la durata prolungata di questa fase, presentano comunque una significatività bassa. In ogni caso sono state adottate misure specifiche di mitigazione mirate alla salvaguardia della qualità dell'ambiente per tutte le componenti interessate.

Si sottolinea che tra le interferenze valutate nella fase di esercizio sono presenti anche fattori "positivi" quali la produzione di energia elettrica da sorgenti rinnovabili che consentono un notevole risparmio di emissioni di macro inquinanti atmosferici e gas a effetto serra, quindi un beneficio per la componente aria e conseguentemente salute pubblica. Inoltre, il progetto in questione, presenta un interesse pubblico inserendosi nella strategia di decarbonizzazione perseguita della Sardegna.

Dalle analisi dello studio emerge che l'area interessata dallo sviluppo dell'impianto fotovoltaico risulta particolarmente idonea a questo tipo di utilizzo in quanto caratterizzata da un irraggiamento solare tra le più alte del Paese, la quasi totale assenza di rischi legati a fenomeni quali calamità naturali.

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%.

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 il progetto prevede la convivenza dell'impianto fotovoltaico con un ambiente semi naturale permettendo l'inerbimento dell'area libera sotto i pannelli e tra le file al fine di mantenere la funzionalità del suolo in termini di fertilità, accumulo di carbonio organico, permeabilità e regimazione delle acque meteoriche, e di salvaguardare la biodiversità.

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 8,80 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 entrata-uscita alla linea RTN 220 kV "Sulcis-Oristano".

Concludendo, il progetto nel suo complesso (costruzione, esercizio e dismissione) non presenta particolari interferenze con le componenti ambientali e la valutazione condotta non ha ravvisato alcun tipo di criticità. Al contrario, si sottolinea che l'impianto di per sé costituisce un beneficio per la qualità dell'aria, in quanto consente la produzione di **113.840 MWh/anno** di energia elettrica senza il rilascio di emissioni in atmosfera, tipiche della produzione di energia mediante l'utilizzo di combustibili fossili.