



COMUNE DI
SERRI

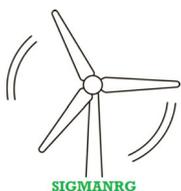


PROVINCIA DEL
SUD SARDEGNA



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

PROGETTO PARCO EOLICO " SERRI "
13 WTG - POTENZA 93,60 MW
COMUNE DI SERRI (SU)



Proponente:
SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa n 5
20122 Milano (MI)

Antonino Apreda

SIGMANRG S.R.L.
Antonino Apreda

Progettazione:
LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti snc
81100 Caserta

Ing Giovanni Savarese



LEONARDO
Engineering sr



Elaborato	SEPDAMB07		RELAZIONE FLORO - VEGETAZIONALE			
Cod pratica	Data	Consegna	Formato	Scala	Livello progettuale	
SE_01	19/03/2024		A4	-	Progetto definitivo	

REVISIONI	Rev	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
	01	Aprile 2024	Prima emissione	G.Donnarumma	V.Vanacore	M.Afeltra

Il presente elaborato è di proprietà della Leonardo Engineering srl

E' vietata la comunicazione a terzi e/o la riproduzione senza il preventivo permesso scritto della suddetta società La società tutela i proprio diritti a rigore di Legge

REALIZZAZIONE IMPIANTO EOLICO

13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW

POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW

COMUNE DI SERRI (SU)

RELAZIONE FLORISTICO - VEGETAZIONALE

Aprile 2024

Proponente:

SIGMANRG SRL

SRL

Via Pietro Cossa, 5

20122 Milano

Progettazione

LEONARDO ENGINEERING

Viale Lamberti, snc

81100 Caserta

I TECNICI

Dott. Nat. Francesco Lecis

Coordinamento

Dott. Nat. Francesco Mascia

Botanico

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA	5
2.1	Inquadramento generale	5
2.2	Siti di interesse botanico	6
2.3	Alberi monumentali	7
3	ASPETTI FLORISTICI	9
3.1	Stato delle conoscenze	9
3.2	Rilievi floristici sul campo	13
4	ASPETTI VEGETAZIONALI	15
4.1	Vegetazione potenziale	15
4.2	Vegetazione attuale	16
4.2.1	Vegetazione riscontrata sul campo	16
4.2.2	Vegetazione di interesse conservazionistico.....	20
5	INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI	27
5.1	Fase di cantiere	27
5.1.1	Impatti diretti	27
5.1.2	Impatti indiretti	28
5.2	Fase di esercizio	30
5.3	Fase di dismissione	30
5.4	Impatti cumulativi	30
6	MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE	31
6.1	Misure di mitigazione	31
6.2	Misure di compensazione	33
7	CONCLUSIONI	35
8	BIBLIOGRAFIA	36

9	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA) – COMPONENTE FLORA E VEGETAZIONE.....	39
9.1	Requisiti del PMA	39
9.2	Criteri specifici del PMA.....	40
a)	Obiettivi specifici	40
b)	Indicatori	41
c)	Metodologie di rilevamento, elaborazione ed analisi dei dati	43
9.3	Gestione delle anomalie o criticità emerse dagli esiti del monitoraggio (azioni correttive)	47
9.4	Articolazione temporale: frequenza e durata dei monitoraggi	48
9.5	Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio	49
10	PIANO DI MONITORAGGIO DELLE OPERE A VERDE	53

1 PREMESSA

La seguente trattazione si prefigge lo scopo di fornire una descrizione della componente floristico-vegetazionale presente nel sito proposto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte eolica da 93,6 MW (13 aerogeneratori) nel territorio amministrativo del comune di Serri (Provincia del Sud Sardegna - Regione Sardegna).

La stessa è stata redatta in riferimento alle seguenti normative e linee guida, ove applicabili:

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale;

D.M. 10 settembre 2010. Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.

D.G. Regione Sardegna n. 3/25 del 23.01.2018. 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 deliberazione n. 27/16 del 1° giugno 2011;

D.G. Regione Sardegna n. 59/90 del 27.11.2020. Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili;

D.G. Regione Sardegna n. 11/75 del 24.03.2021. Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR).

Linee Guida SNPA n. 28/2020. Norme Tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale.

Finalità dell'indagine è la realizzazione di una caratterizzazione botanica - in particolare relativamente alle componenti floristica, vegetazionale e relativi habitat dell'area di studio - rappresentata dalle superfici direttamente interessate dalla realizzazione delle opere in progetto.

La componente floristica è stata caratterizzata attraverso indagini in situ, con lo scopo di ottenere un elenco quanto più esaustivo possibile dei principali taxa di flora vascolare presenti all'interno del sito e che saranno coinvolti in varia misura dalla realizzazione dell'opera. Tali informazioni raccolte sul campo sono state opportunamente integrate con i dati presenti nel materiale bibliografico e di erbario eventualmente disponibili per il territorio in esame.

Per quanto concerne la componente vegetazionale, le indagini sul campo hanno permesso di definire i lineamenti generali del paesaggio vegetale (vegetazione reale e potenziale) e caratterizzare le singole tipologie di vegetazione presenti all'interno del sito dal punto di vista fisionomico-strutturale, floristico e sintassonomico.

I risultati emersi dalla caratterizzazione delle due componenti e di eventuali habitat sensu Direttiva 92/43 CEE ad esse correlati, sono stati utilizzati per l'identificazione dei potenziali impatti diretti e indiretti, a breve e lungo termine, reversibili e irreversibili e cumulativi derivanti dalla realizzazione dell'opera, prevedendo, ove necessario, opportune misure di mitigazione e compensazione.

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

2.1 Inquadramento generale

Il sito di realizzazione del proposto parco eolico ricade nella Sardegna centro-meridionale, nel territorio amministrativo del comune di Serri (SU).

Le opere quelle funzionali al trasporto dell'energia ed alla connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale, interessano anche i comuni di Escolca ed Mandas (SU).

La quota del sito del parco eolico si eleva tra i 704 e i 875 m.s.l.m., e la distanza minima dal mare si attesta sui 24,9 km (loc. loc. *Marina di Cardedu*, Cardedu/SU).

In accordo con CARMIGNANI et al., (2008), dal punto di vista del paesaggio geo-litologico i siti interessati dalle opere in progetto giacciono in corrispondenza di:

- Metarose e metagrovacche arcosiche, metaquarzoareniti e metaconglomerati quarzosi, in grossi banchi o massivi, da riferire alle *Metarose di Genna Mesa* (Ordoviciano sup.);
- Alternanze di metasiltiti e metarenarie micacee, metaquarzoareniti da riferire alla *Formazione di Pala Manna*, nonché metaquarzoareniti grossolane di colore scuro della relativa Litofacies (Carbonifero ?inf.);
- Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercanalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nanoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali, da riferire alle *Marne di Gesturi*, ed arenarie grossolane e conglomerati da riferire alla relativa Litofacies (Burdigaliano sup. – Langhiano medio);
- Conglomerati poligenici eterometrici e sabbie con locali livelli di biocalcareni, talvolta con componente vulcanica, da riferire al *Conglomerato di Duidduru* della *Formazione di Nurallao* (Oligocene sup. – Burdigaliano?);
- Basalti da alcalini a sub-alcalini, in espandimenti e colate, da riferire ai *Basalti delle Giare* (Pliocene sup.);
- Depositi di versante (Olocene).

In aderenza con la Carta dei suoli della Sardegna (ARU et al., 1991), Il paesaggio pedologico risulta pertanto organizzato prevalentemente marne, arenarie e calcari marnosi del Micoene e relativi depositi (*Lithic Xerorthents*, *Rock outcrops*, *Typic*, *Dystric* e *Vertic Xerochrepts*, *Calcixerollic Xerochrepts*; *Typic Xerorthents*), in parte su rocce effusive basiche del Pliocene superiore e Pleistocene e relativi depositi di versante (*Rock outcrops*, *Lithic Xerorthents*, *Lithic* e *Typic*, *Xerochrepts*, *Lithic* e *Typic Xerorthents*), in parte minore su metamorfiti del Paleozoico e relativi depositi di versante (*Typic*, *Dystric* e *Lithic Xerorthents*, *Typic*, *Dystric* e *Lithic Xerochrepts*).

Per quanto riguarda gli aspetti bioclimatici, secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna (CANU et al., 2015) il sito è caratterizzato da un bioclimate Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico, e ricade all'interno di un piano bioclimatico che varia dal Mesomediterraneo inferiore, subumido inferiore, euoceanico attenuato, sino al Mesomediterraneo superiore, subumido inferiore, euoceanico attenuato (BACCHETTA et al., 2009).

Dal punto di vista biogeografico, l'area in esame ricade all'interno della Regione biogeografica Mediterranea, sub regione Mediterranea occidentale, superprovincia Italo-Tirrenica, provincia Sardo-Corsa e sub provincia Sarda, settore Campidanese-Turritano, sottosettore Campidanese

(ARRIGONI, 1983; BACCHETTA et al., 2007; BACCHETTA et al., 2009; FENU et al., 2014).

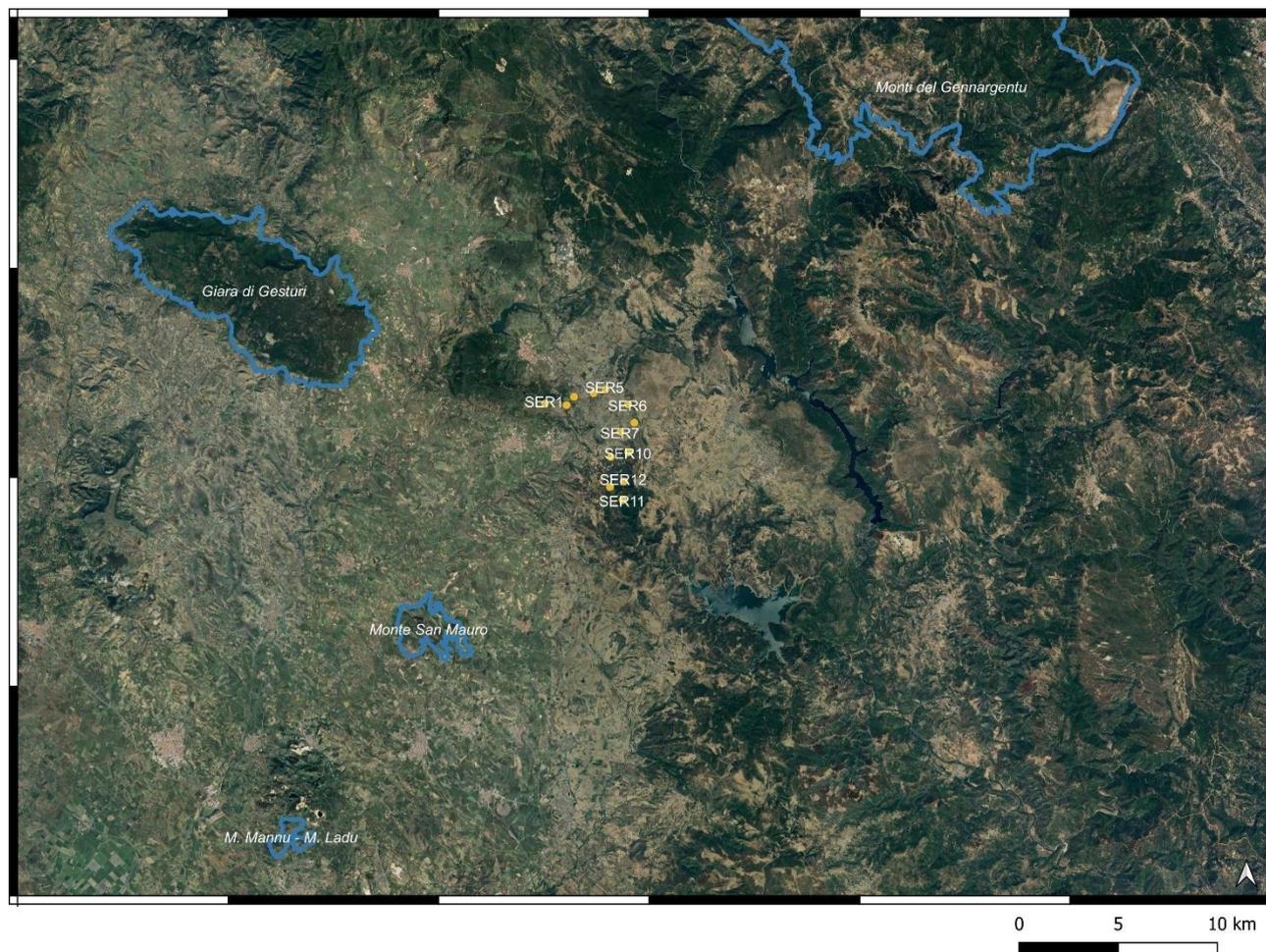


Figura 1 - Inquadramento del sito interessato dagli interventi in progetto: il sito Natura 2000 più prossimo si riferisce alla ZSC ITB041112 "Giara Gesturi".

2.2 Siti di interesse botanico

Il sito interessato dalla realizzazione degli interventi non ricade all'interno di Siti di interesse comunitario (pSIC, SIC e ZSC) ai sensi della Dir. 92/43/CEE "Habitat", *Aree di notevole interesse botanico e fitogeografico* ex art. 143 PPR¹ o *Aree Importanti per le Piante* (IPAs) (BLASI et al., 2010). L'area è localizzata a poco meno di 9,1 km dalla Zona Speciale di Conservazione (ZSC) ITB041112 "Giara Gesturi", 10,2 km dalla ZSC ITB042237 "Monte San Mauro", e 15,8 km dal perimetro della ZSC ITB021103 "Monti del Gennargentu".

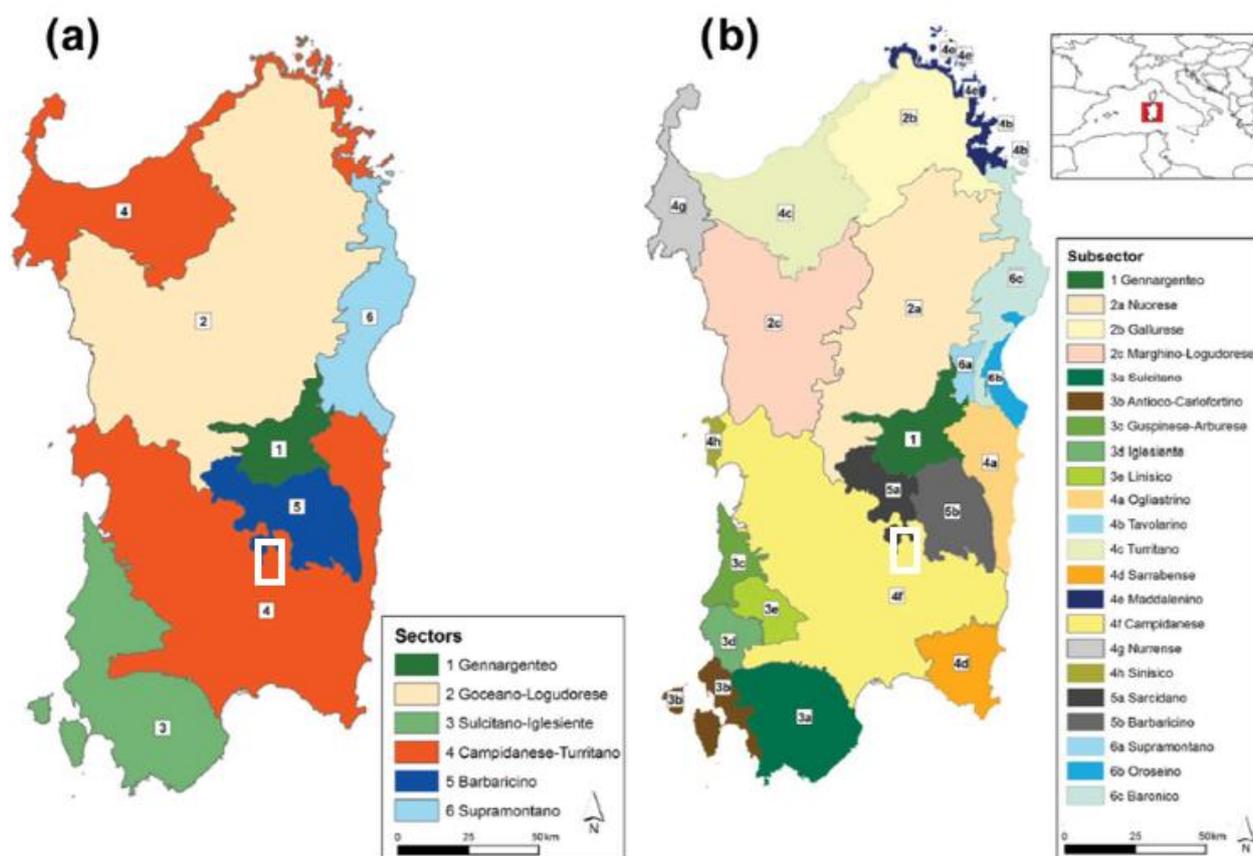


Figura 2 - Inquadramento dell'area in esame (poligono bianco) su mappa dei Settori (a) e Sottosettori (b) biogeografici della Sardegna. Fonte: FENU et al. (2014), modificata.

2.3 Alberi monumentali

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



Figura 3 - Localizzazione individui vegetali arborei monumentali sensu L. n. 10/2013 e Decreto 23 ottobre 2014, rispetto al posizionamento degli interventi in progetto.

3 ASPETTI FLORISTICI

3.1 Stato delle conoscenze

Il distretto forestale delle Giare (sub-distretto Bassa Marmilla), così come inteso nel Piano Forestale Ambientale Regionale della RAS (BACCHETTA et al., 2007), ospita primariamente territori utilizzati da secoli a fini agro-zootecnici. Ne consegue che sui settori a maggiore attitudine agricola si osserva la forte riduzione delle coperture di vegetazione naturale ed in particolar modo forestali, confinate generalmente nelle aree marginali per morfologie e fertilità dei suoli. Peraltro, le stesse formazioni sono in gran parte rappresentate da cenosi di degradazione delle forme climaciche. Anche per questo motivo, in virtù del generale interesse da parte dei botanici nei confronti di territori a più alta naturalità, non esistono ad oggi studi geobotanici monografici per il sub-distretto della Bassa Marmilla, per il quale è disponibile una mole molto ristretta di dati floristici, quasi totalmente riferiti ad indagini dedicate al solo altopiano della Giara di Gesturi (es. MOSSA, 1987; MOSSA et al., 1989; PARADIS & FINIDORI, 2005; DESFAYES, 2008). All'interno del succitato Piano Forestale Ambientale Regionale è segnalata la presenza, tra le "altre specie di importanza conservazionistica (endemiche e/o di interesse fitogeografico)", di *Morisia monanthos* (Viv.) Asch. e *Plagius flosculosus* (L.) Alavi & Heywood (endemiche), e di *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz, (non endemica).

Di conseguenza, per i territori posti a cerniera tra Bassa Marmilla, Trexenta e Sarcidano, ed in particolare per i territori amministrativi di Serri, Escolca, Gergei, Isili e Nurri -in questa sede intesi come *Area vasta*- sono disponibili informazioni molto limitate, generalmente relative a singole segnalazioni floristiche delle quali sono disponibili pochi riferimenti bibliografici e digitali, ed un numero particolarmente esiguo di *exsiccata* depositati presso i principali erbari CAG, SASSA e SS (es. BAGELLA et al., 2024).

Le conoscenze sul panorama floro-vegetazionale dell'area vasta sono pertanto da considerare insufficienti, vista la mancanza di studi floristici e fitosociologici specifici per lo stesso territorio.

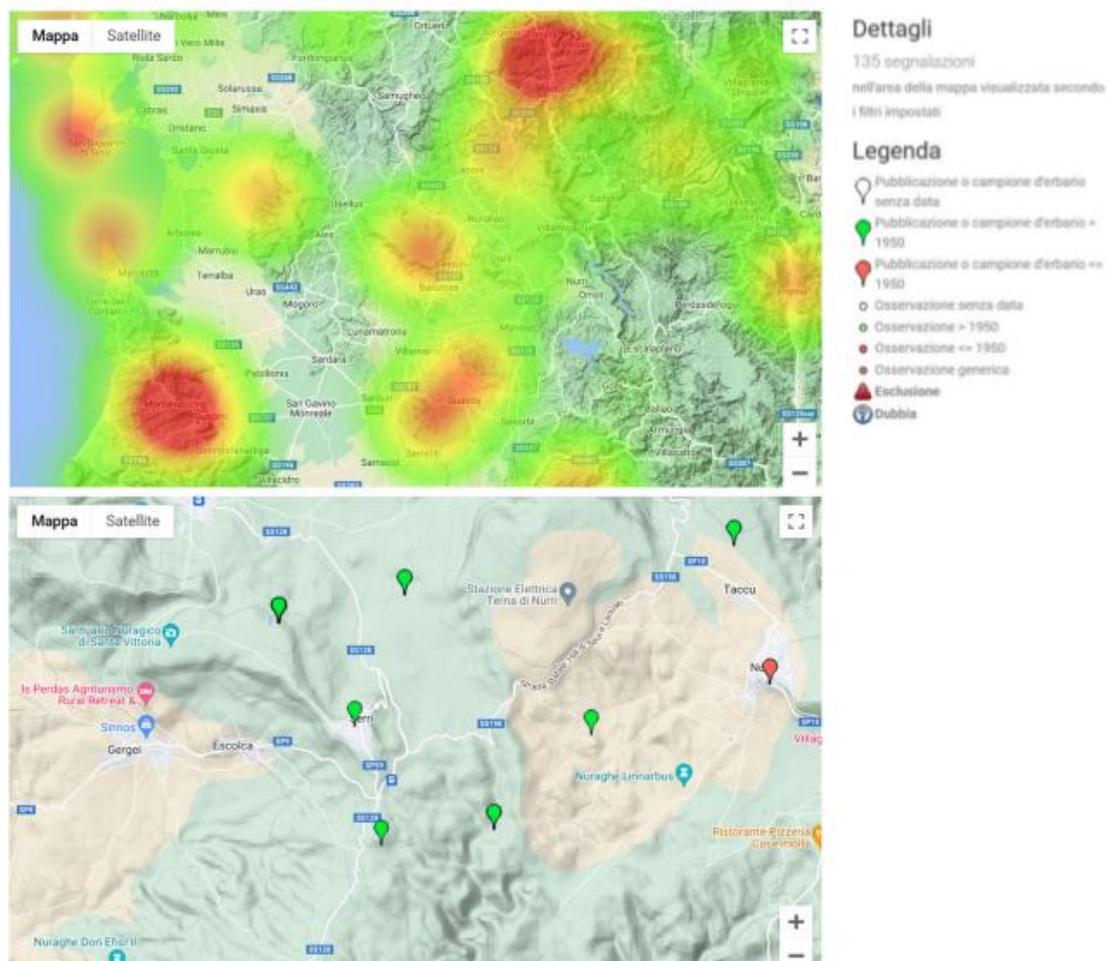


Figura 4 - Distribuzione delle segnalazioni floristiche storiche e recenti, da pubblicazioni o campioni di erbario, disponibili per i territori di area vasta. Si nota l'importante lacuna conoscitiva per i territori individuati per l'installazione delle opere in progetto. (fonte: Bagella et al. (2024) Wikiplantbase#Sardegna. Ultima consultazione: 10-04-2024).

Sulla base delle scarse informazioni bibliografiche e di erbario disponibili, per l'area vasta intesa come sopra è nota la presenza dell'endemica:

Morisia monanthos (Viv.) Asch. (Brassicaceae). Emicriptofita rosulata endemica di Corsica e Sardegna. Vegeta in pratelli e pascoli umidi o temporaneamente inondati, margini di boschi. Frequente in numerose località dell'isola, è nota anche per alcune località dell'area vasta (es. CORRIAS, 1979). L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Inoltre, sono note per l'area vasta numerose Orchidaceae, tra cui:

Anacamptis collina (Banks & Sol. ex Russell) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Anacamptis laxiflora* (Lam.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Anacamptis longicornu* (Poir.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase, *Anacamptis papilionacea* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase, *Barlia robertiana* (Loisel.) Greuter, *Limodorum abortivum* (L.) Sw., *Neotinea lactea* (Poir.)

R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Ophrys annae* Devillers-Tersch. & Devillers, *Ophrys apifera* Huds., *Ophrys bombyliflora* Link, *Ophrys corsica* Soleirol ex G.Foelsche & W.Foelsche, *Ophrys forestieri* (Rchb.f.) Lojac., *Ophrys funerea* Viv., *Ophrys incubacea* Bianca, *Ophrys scolopax* Cav. subsp. *scolopax*, *Ophrys speculum* Link, *Ophrys tenthredinifera* Willd., *Orchis anthropophora* (L.) All., *Orchis provincialis* Balb. ex Lam. & DC., *Serapias lingua* L. (BACCHETTA et al., 2007; BAGELLA et al., 2023; SCRUGLI et al., 1988; SOUCHE, 2009). L'intera famiglia delle Orchidaceae, a causa del livello di rarità ed endemismo (ROSSI, 2022) e all'interesse economico nel commercio internazionale, è inclusa in liste di protezione a livello mondiale (CITES, Convenzione di Berna), nelle Liste Rosse nazionali (CONTI et al., 1992, 1997, 2006; ROSSI et al., 2013, 2020; ORSERNIGO et al., 2021).

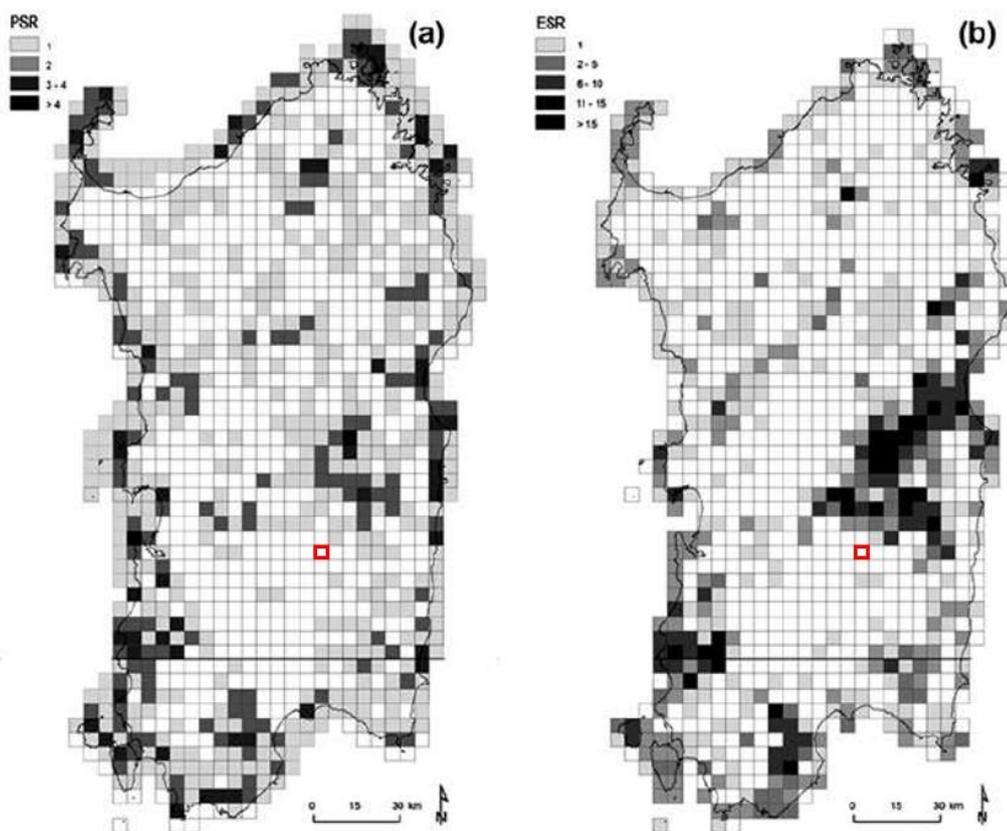


Figura 5 – Inquadramento dell'area in esame (poligono rosso) su carta della distribuzione della ricchezza in (a) Policy Species (PSR) e (b) Specie esclusive (ESR) in Sardegna su griglia con celle $5 \times 5 \text{ km}^2$ (Fonte: FENU et al., 2015, modificato).

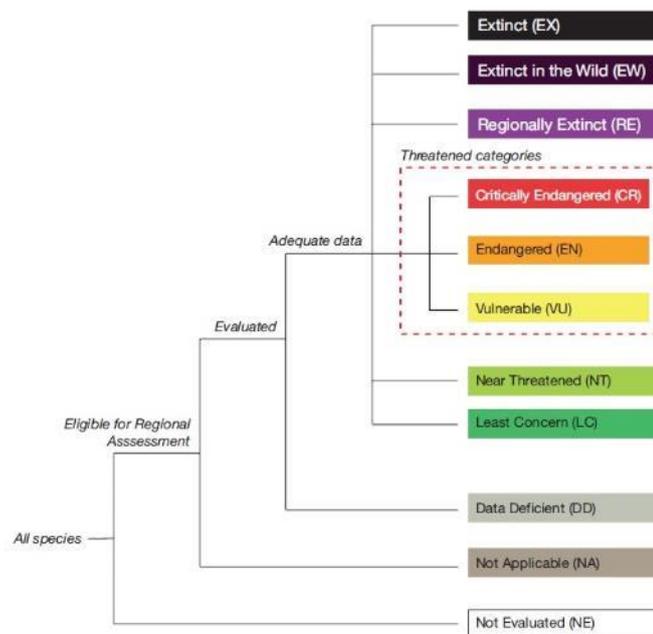


Figura 6 – Struttura delle Categorie di rischio d'estinzione della Red List IUCN 3.1., adottate anche dalle Liste Rosse della flora italiana (ROSSI et al., 2020) (fonte: IEA).

In virtù del contesto geografico, geo-litologico e bio-geografico di localizzazione dell'area vasta, non si esclude la presenza di altre entità endemiche e/o di interesse conservazionistico/fitogeografico, non rilevate in occasione delle indagini effettuate a supporto del presente elaborato.

3.2 Rilievi floristici sul campo

Le ricerche sono state eseguite durante il mese di Aprile 2024. Le indagini di campo hanno riguardato le superfici consumate dalle piazzole di cantiere e di servizio, alle aree di cantiere e stoccaggio temporaneo, cabine, sottostazione elettrica, relativi tracciati della viabilità e del cavidotto.

La determinazione dei campioni raccolti sul campo è stata eseguita sulla base delle opere "Flora dell'Isola di Sardegna Vol. I-VI" (ARRIGONI, 2006-2015) e "Flora d'Italia" (PIGNATTI, 1982; PIGNATTI et al., 2019). Per gli aspetti tassonomici e nomenclaturali si è fatto riferimento a BARTOLUCCI et al. (2018, 2024). La frequenza con la quale ogni singolo taxon è stato riscontrato viene indicata con le seguenti sigle: D = Diffusa; C = Comune; S = Sporadica; R = Rara.

La componente floristica endemica rilevata è rappresentata dai taxa:

Dipsacus ferox Loisel (Dipsacaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna ed alcune regioni dell'Italia centrale. Vegeta su suoli umidi e temporaneamente zuppi o allagati presso vallate, aree depressionarie, margini di corsi d'acqua, fossati, spesso in ambiente subnitrofilo. Diffusa in Sardegna, presso l'area di studio si osserva sporadicamente in corrispondenza di radure mesofile pascolate. L'entità è considerata *carente di dati* (DD) per essere inclusa in una delle categorie di rischio delle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Euphorbia pithyusa L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm. (Euphorbiaceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna, Sicilia e Corsica. Nell'area di studio si osserva sporadicamente presso incolti pascolati e margini di stradelli. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Tra le entità non endemiche ma di interesse conservazionistico e/o fitogeografico si segnalano:

Cyclamen repandum Sm. subsp. *repandum* (Primulaceae). Geofita bulbosa a corologia Mediterranea settentrionale, presente in gran parte del territorio nazionale ove è localmente comune. Vegeta presso lo strato erbaceo di ambienti forestali. Comune in Sardegna, nell'area di studio si osserva sporadicamente nello strato erbaceo di cenosi pre-forestali e forestali. L'entità è inclusa nell'appendice II della CITES (CITES, 1972; CEE, 2001). Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

Helichrysum italicum (Roth) G. Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M. Blanco, L. Sáez & Galbany (Asteraceae). Camefita suffruticosa sub-endemica del Mediterraneo centrale. Vegeta in ambienti di gariga e degradati, in ambiente rupicolo, presso ghiaioni, terrazzi alluvionali, discariche minerarie, comportandosi spesso come entità pioniera. Presso l'area di studio il taxon si osserva presso garighe e formazioni pioniere, scarpate lungo la viabilità rurale. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Ruscus aculeatus L. (Asparagaceae). Camefita fruticosa a corologia Euri-Mediterranea. Partecipa alla vegetazione del mantello di cenosi forestali a *Quercus* sp. pl. Nell'area di studio è stata osservata molto raramente presso formazioni pre-forestali residuali. L'entità è di interesse comunitario

(allegato V Direttiva Habitat 93/43 CEE) ed è considerata a *rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al.,2013).

Selaginella denticulata (L.) Spring (Selaginellaceae). Camefita reptante a corologia Circum-Mediterranea. Vegeta su rocce e rupi umide, spesso in ambiente di sottobosco. Diffusa in gran parte delle regioni dell'Italia mediterranea, in Sardegna è comune in habitat idoneo. Nell'area di studio l'entità è molto rara in corrispondenza di lembi di formazioni arbustive e di mantello. L'entità è considerata a *rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2013).

In corrispondenza di praterie semi-naturali e naturali, è stata inoltre riscontrata la presenza delle Orchidaceae *Anacamptis longicornu* (Poir.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Anacamptis papilionacea* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Anacamptis x gennarii* (Rchb. f.) H. Kretzschmar, Eccarius & H. Dietr. nothosubsp. *bornemannii* (Asch.) H. Kretzschmar, Eccarius & H. Dietr., *Ophrys bombyliflora* Link, *Ophrys corsica* Soleirol ex G.Foelsche & W.Foelsche, *Ophrys speculum* Link, *Ophrys tenthredinifera* Willd.

In virtù del particolare contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico, si prevede la presenza di altri taxa endemici e di interesse conservazionistico e/o fitogeografico.

In alcune località dell'area di studio, ed in particolare in corrispondenza di litologie metamorfiche (es. aerogeneratori SER11, SER13) si rileva la presenza di *Quercus suber* L., specie è tutelata dalla legge regionale n. 4/1994.

Non è stata riscontrata la presenza di individui di *Olea europaea* L. (olivo), tutelati dal Decreto Legislativo Luogotenenziale n.475/1945.



Figura 7 – Tra le entità endemiche osservate presso l'area di studio, *Cyclamen repandum* Sm. partecipa a allostrato erbaceo di cenosi forestali a *Quercus pubescens* (viabilità collegamento SER2).

4 ASPETTI VEGETAZIONALI

4.1 Vegetazione potenziale

Secondo il Piano Forestale Ambientale Regionale (BACCHETTA et al., 2007), la vegetazione predominante potenziale dei settori di area vasta ospitanti le opere in progetto è identificabile nella serie sarda, calcicola, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (*Lonicero implexae-Quercetum virgilianae*). Le formazioni più evolute sono rappresentate da micro e mesoboschi dominati da latifoglie decidue (*Quercus pubescens* Willd.) e secondariamente da sclerofille, con strato fruticoso a medio ricoprimento e strato erbaceo costituito prevalentemente da emicriptofite scapose e cespitose, e da geofite bulbose. Sono differenziali dell'associazione le entità della classe *Quercetea ilicis*, quali *Rosa sempervirens* L., *Asparagus acutifolius* L., *Ruscus aculeatus* L., *Rubia peregrina* L., *Smilax aspera* L., *Osyris alba* L., *Pistacia lentiscus* L., *Lonicera implexa* Aiton. e *Rhamnus alaternus* L. Gli stadi successionali sono rappresentati da arbusteti riferibili all'ordine *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*, formazioni dell'alleanza *Pruno spinosae-Rubion ulmifolii* (*Clematido cirrhosae-Crataegetum monogynae*) e prati inquadrabili nell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi* (= *Phlomido lychnitis-Brachypodion retusi* Mateo ex Theurillat et Mucina in Mucina et al. 2016).

Secondariamente, in corrispondenza di litologie metamorfiche, la vegetazione è rappresentata dalla serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*). Gli stadi più evoluti si esprimono in mesoboschi a *Quercus suber* L. a cui si associano numerose specie arboree e arbustive quali *Quercus ilex* L., *Viburnum tinus* L., *Arbutus unedo* L., *Erica arborea* L., *Phillyrea latifolia* L., *Myrtus communis* L. subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*. Lo strato erbaceo è caratterizzato prevalentemente da *Galium scabrum* L., *Cyclamen repandum* Sm. e *Ruscus aculeatus* L. Le fasi evolutive della serie si riferiscono a comunità arbustive riferibili all'associazione *Erico arboreae-Arbutetum unedonis* e, per il ripetuto passaggio del fuoco, da garighe a *Cistus monspeliensis* L. e *Cistus salviifolius* L., a cui seguono prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae*, e le comunità terofitiche alla classe *Helianthemetea guttatae*.

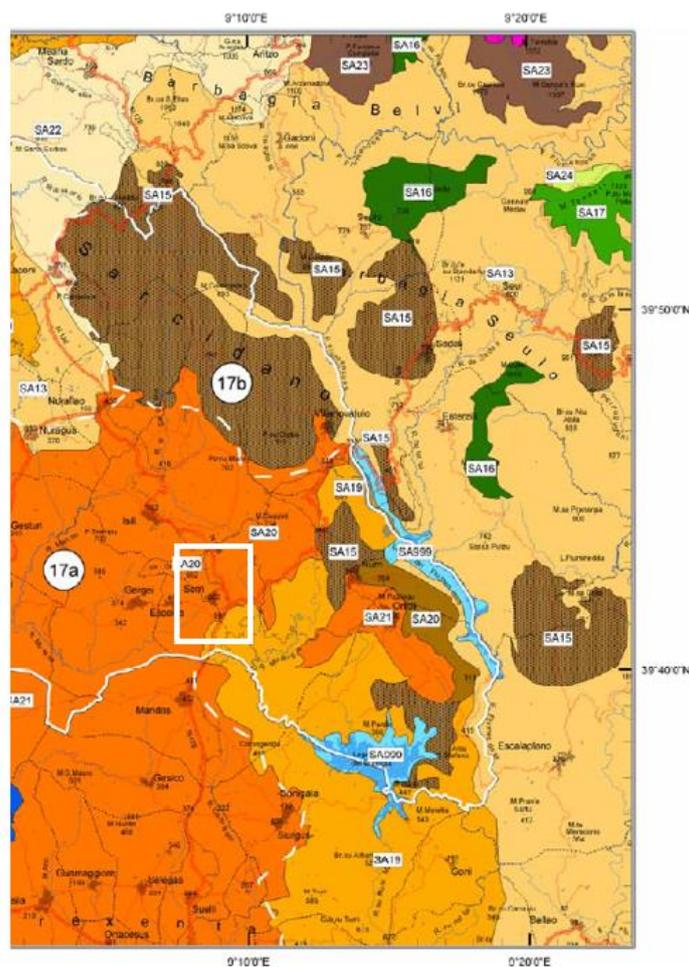


Figura 8 – Vegetazione potenziale del sito secondo il Piano forestale ambientale regionale (BACCHETTA et al., 2007), modificata. SA19 = serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*); SA21 = serie sarda, calcicola, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (*Lonicero implexae-Quercetum virgiliana*).

4.2 Vegetazione attuale

I seguenti risultati si riferiscono ad indagini sul campo effettuate all'interno dell'area di studio, identificata nelle superfici interessate dagli interventi in progetto e da relativa area di influenza corrispondente ad un buffer di circa 250 m da ciascun aerogeneratore. Lo studio è stato condotto in accordo con il metodo (quando reso possibile, rilievi per ciascuna unità vegetazionale riscontrata sul campo, in periodo idoneo allo svolgimento degli stessi) e la nomenclatura sintassonomica della scuola sigmatista di Zurigo-Montpellier (BRAUN-BLANQUET, 1931) e integrato in base alle più recenti acquisizioni sulla sinfitosociologia e geosinfitosociologia (GÉHU & RIVAS-MARTÍNEZ, 1981; THEURILLAT, 1992; BIONDI, 1996; BIONDI et al., 2004), nonché di recenti revisioni inerenti la classificazione della vegetazione europea (MUCINA et al., 2016).

4.2.1 Vegetazione riscontrata sul campo

Le superfici interessate dagli interventi in progetto si localizzano in contesto collinare, su substrati di natura carbonatica, secondariamente vulcanica effusiva (versanti nord-orientali della Giara di Serri)

e metamorfica (loc. *Monti comuni*). In tale contesto si osservano formazioni vegetali da riferire a due principali serie di vegetazione.

Presso le litologie carbonatiche e vulcaniche, ad interessare una quota maggioritaria delle superfici interessate dalle opere in progetto, si osservano comunità da afferire alla serie sarda, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (*Lonicero implexae-Quercetum virgiliana*). Le formazioni più evolute rilevate si esprimono in mesoboschi a *Quercus pubescens* Willd., a cui si associano *Quercus ilex* L., *Pyrus spinosa* Forssk., *Crataegus monogyna* Jacq., *Rhamnus alaternus* L., *Asparagus acutifolius* L., talvolta in contesto meso-igrofilo *Ulmus minor* Mill. Si tratta di comunità densamente stratificate presso le quali la componente arbustiva-alto-arbustiva è dominata da comunità di mantello dominate da *Rubus ulmifolius* Schott., *Prunus spinosa* L., *Rosa canina* L. (alleanza *Pruno spinosae-Rubion ulmifolii* della classe *Crataego-Prunetea*). Abbondanti le lianose tra cui *Rosa sempervirens* L. e *Rubia peregrina* L. Presso lo strato erbaceo si rinvengono abbondanti *Ruscus aculeatus* L., *Cyclamen repandum* Sm., *Allium triquetrum* L., *Polypodium cambricum* L. Tali comunità si sviluppano anche a mosaico con superfici utilizzate per fini agro-zootecnici (seminativi, prati stabili) disponendosi pertanto in contesto inter-poderale e perimetrale degli appezzamenti. Le cenosi di degradazione sono ampiamente rappresentate dalle succitate comunità di mantello. A mosaico con tali comunità arbustive e arboree, si osservano cenosi erbacee emicriptofitiche-geofitiche dell'alleanza *Phlomidio lychnitis-Brachypodion retusi* della classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, ove predominano formazioni con *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman. Ai margini di formazioni di mantello e di siepi, si osservano comunità emicriptofitiche e terofitiche della classe *Galio-Urticetea* e dell'ordine *Geranio purpureae-Cardaminetalia hirsutae* (classe *Chenopoedietea*), rispettivamente.

In corrispondenza di litologie metamorfiche, si osservano comunità silicicole da riferire alla serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*). Gli stadi più evoluti si esprimono in mesoboschi a *Quercus suber* L., a cui si associano *Pyrus spinosa* Forssk., *Rhamnus alaternus* L. e *Myrtus communis* L. Si tratta di comunità sviluppate in maniera discontinua e spesso a mosaico con comunità di degradazione delle formazioni forestali, rappresentate principalmente da garighe secondarie silicicole a *Cistus* sp. pl. e *Lavandula stoechas* L. della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*. Sviluppate a mosaico con tali cenosi, si osservano formazioni erbacee terofitiche, xerofile, da riferire principalmente alla classe *Stipo-Trachynietea* e *Helianthemetea guttatae*, presso le quali si rinvengono vasti popolamenti di Orchidaceae, tra le più frequenti *Anacamptis papilionacea* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Anacamptis longicornu* (Poir.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Anacamptis x gennarii* (Rchb. f.) H. Kretzschmar, Eccarius & H. Dietr. nothosubsp. *bornemannii* (Asch.) H. Kretzschmar, Eccarius & H. Dietr., *Ophrys corsica* Soleirol ex G.Foelsche & W.Foelsche, *Ophrys speculum* Link, *Ophrys bombyliflora* Link.

In corrispondenza di litologie metamorfiche e nello specifico presso la loc. *Monti comuni*, sono diffusamente presenti formazioni arboree artificiali dominate da forestazioni a conifere

(principalmente *Pinus* sp.pl. e *Cupressus* sp.pl.) e *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., alle quali si associano talvolta elementi arbustivi spontanei, singoli individui arborei di *Quercus suber*, e comunità erbacee spontanee impoverite.

Presso le superfici interessate da utilizzazioni agro-zootecniche estensive tradizionali del pascolo brado, nonché da seminativi a foraggiere e prati artificiali ad esclusivo uso pabulare diretto, si osservano comunità erbacee nitrofile e segetali delle classi *Chenopodietea* (frequentemente ordine *Brometalia rubenti-tectorum*), più raramente *Papaveretalia rhoeadis*. Nel periodo tardo primaverile-estivo, a tali cenosi si associano e succedono comunità di Asteraceae spinose terofitiche o emicriptofitiche di grossa taglia, nitrofile, da riferire all'ordine *Carthametalia lanati* della classe *Artemisietea vulgaris*. Localmente, tali superfici risultano visibilmente gravate da forme di sfruttamento ad alto impatto per via delle pressioni di sovra-pascolo e la gestione poco razionale delle superfici interessate da trasformazioni fondiarie.

Ai margini della viabilità e presso gli ambienti maggiormente disturbati (es. manufatti), si osservano comunità emicriptofitiche nitrofile delle classi *Artemisietea vulgaris* e *Galio aparines-Urticetea dioicae*. A queste formazioni sono associati raramente elementi della vegetazione erbacea sciafilo-nitrofila dell'ordine *Geranio purpureae-Cardaminetea hirsutae* della classe *Chenopodietea*. Presso gli stessi contesti si osservano inoltre comunità erbacee terofitiche, nitrofile, dell'alleanza *Echio plantaginei-Galactition tomentosae*, ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietea*.

Presso gli ambienti viari e soggetti a frequente calpestio, si rilevano comunità pauci-specifiche, ruderali-nitrofile della classe *Polygono arenastri-Poetea annuae*. Per via dell'importante fenomeno di calpestio che spesso interessa anche i pascoli/prati stabili, elementi di quest'ultima classe vegetazionale si osservano anche al di fuori dell'ambiente strettamente viario.

In corrispondenza di anfratti rocciosi, nonché muri a secco, si osservano inoltre comunità comofitiche e casmo-comofitiche delle classi *Cymbalario-Parietarietea diffusae* e *Polypodietea*, rispettivamente.

In sintesi, per i siti di installazione degli aerogeneratori si sono rilevati i seguenti profili vegetazionali predominanti:

SER01. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietea*) associati a prati stabili soggetti a sfalcio annuale. Marginalmente, singoli individui arborei e arbustivi di *Quercus pubescens* Willd. ed associata vegetazione di mantello.

SER02. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietea*) associati a prati stabili soggetti a sfalcio annuale. Marginalmente, lembi di formazioni boschive mature a dominanza di *Quercus pubescens* e *Quercus ilex* L., con associate formazioni di degradazione di mantello ed erbacee naturali.

SER03. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietea*) associati a seminativi di foraggiere ad uso pabulare diretto, e di prati stabili soggetti a sfalcio annuale. Lembi di cenosi alto-arbustive, di

mantello ed arboree a dominanza di *Quercus pubescens*, a sviluppo lineare in contesto interpodereale/perimetrale degli appezzamenti (siepi).

SER04. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietaea*) associati a seminativi di foraggiere ad uso pabulare diretto, e di prati stabili soggetti a sfalcio annuale. Comunità erbacee igrofile della classe *Phragmito australis-Magnocaricetea elatae*, sviluppate lungo un canale in contesto inter-podereale.

SER05. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietaea*) associati a seminativi di foraggiere ad uso pabulare diretto, e di prati stabili soggetti a sfalcio annuale.

SER06. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietaea*) associati a prati stabili soggetti a sfalcio annuale. Lembi di formazioni alto-arbustive della serie termo-mesomediterranea della quercia di Sardegna, con individui di *Quercus pubescens*, con associate formazioni di degradazione di mantello ed erbacee naturali.

SER07. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietaea*) associati a prati stabili soggetti a sfalcio annuale. Singoli individui alto-arbustivi di *Pyrus spinosa* Forsk. In stretta prossimità delle superfici direttamente consumate dalle opere in progetto si osserva un bacino di raccolta acque superficiali e meteoriche occupato da vegetazione idrofitica sommersa (classe *Potamogetonetea*) ed igrofila elofitica della classe *Phragmito australis-Magnocaricetea elatae*.

SER08. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietaea*) associati a prati stabili soggetti a sfalcio annuale. Lembi di formazioni alto-arbustive della serie termo-mesomediterranea della quercia di Sardegna, con individui di *Quercus pubescens*, con associate formazioni di degradazione di mantello ed erbacee naturali.

SER09. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile (ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietaea*) associati a prati stabili soggetti a sfalcio annuale, nonché di comunità terofitiche nitrofile associate a colture legnose (vite). Marginalmente, lembi di formazioni arbustive di sostituzione ed in particolare garighe secondarie della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*.

SER10. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile dell'ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietaea*. Singoli individui arborei di *Quercus pubescens*.

SER11. Prevalenza di formazioni arboree artificiali rappresentate da impianti di forestazione a conifere alloctone (*Pinus* sp.pl. e *Cupressus* sp.pl). Associate a questi, si identificano lembi di formazioni arbustive degradate della gariga silicicola della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*, e comunità prative perenni (classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*) e terofitiche (classi *Trachynio-Stipetea* e *Helianthemetea guttatae*) ospitanti vasti popolamenti di Orchidacee.

SER12. Prevalenza di formazioni erbacee semi-naturali a dominanza di terofite sub-nitrofile dell'ordine *Brometalia rubenti-tectorum* della classe *Chenopodietaea*, ed emicriptofitiche-geofitiche della classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*. Singoli individui arborei di *Quercus pubescens* e

Quercus suber L. Trattasi di superfici recentemente percorse dal fuoco.

SER13. Prevalenza di formazioni arboree artificiali rappresentate da impianti di forestazione a conifere alloctone (*Pinus* sp.pl. e *Cupressus* sp.pl) ed *Eucayptus camaldulensis* Dehnh.

Relativamente alla posa dei cavidotti, questi saranno in gran parte interrati su viabilità esistente o in progetto.

Per quanto concerne i tratti di viabilità di nuova realizzazione ed in adeguamento, aree di cantiere e cabine, alla luce della documentazione progettuale a disposizione non è stato possibile raccogliere informazioni sulla vegetazione eventualmente intercettata.

In virtù del particolare contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico, non si esclude la presenza di unità vegetazionali, prevalentemente erbacee, non rilevabili al momento delle indagini effettuate, essenzialmente per questioni legate alla fenologia dei taxa rispetto al periodo di realizzazione delle indagini di campo.

4.2.2 *Vegetazione di interesse conservazionistico*

Per gli aspetti conservazionistici si è fatto riferimento alle seguenti opere: “Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28 (European Commission, DG-ENV, 2013)”, “Manuale italiano di interpretazione degli habitat (Direttiva 92/43/CEE) (BIONDI et al. 2010)”, “Il Sistema Carta della Natura della Sardegna (CAMARDA et al., 2015)”.

Presso l'area interessata dagli interventi in progetto, emergono i seguenti aspetti vegetazionali di interesse conservazionistico:

Gli aspetti a più alto grado di rappresentatività delle formazioni erbacee naturali, prevalentemente emicriptofitiche delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, nonché terofitiche della classe *Helianthemetea guttatae*, spesso sviluppate a mosaico con le formazioni pre-forestali, sono da riferire all'Habitat prioritario di Direttiva 92/43/CEE 6220* - “*Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*”.

Gli aspetti forestali a dominanza di *Quercus pubescens* sono da riferire all'Habitat prioritario di Direttiva 92/43/CEE 91AA*- “*Boschi orientali di quercia bianca*”.

Pur non inquadrabili in alcun Habitat di interesse unionale, i lembi di vegetazione igrofila/elofitica eventualmente coinvolti dalle opere in progetto sono da considerare di interesse ecologico.

Le coperture pre-forestali e forestali coinvolte dagli interventi in progetto sono in gran parte riferibili alla definizione di “bosco e aree assimilate” secondo la legge n. 8 del 27/04/2016 “Legge forestale della Sardegna”.

Menzione a parte meritano inoltre i popolamenti, nuclei e singoli individui di entità fanerofitiche arboree (*Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot., *Pistacia lentiscus* L., *Pyrus spinosa* Forssk., *Quercus ilex* L., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus suber* L., *Ulmus minor* Mill.) ed arbustive [*Cistus monspeliensis* L., *Cistus salviifolius* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Daphne gnidium* L., *Lavandula stoechas* L., *Myrtus communis* L., *Prunus spinosa* L., *Pyrus spinosa* Forssk., *Rhamnus alaternus* L., *Rubus ulmifolius* Schott.] di interesse forestale come designato dal Piano Forestale Ambientale Regionale (BACCHETTA et al., 2007), coinvolte dal consumo di superfici previsto dagli interventi in progetto.



Figura 9 – Seminativi a foraggiere finalizzati allo sfalcio o al pascolo diretto, e prati stabili, ai quali si associano comunità erbacee artificiali e semi-naturali delle classi *Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris* e *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* (SER4).



Figura 10 – Pascoli semi-naturali occupati da vegetazione erbacea delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, *Poetea bulbosae*, e ricchi in elementi nitrofilii delle classi *Chenopodietea* e *Artemisietea vulgaris* (SER10).



Figura 11 – Pascoli semi-naturali mesofili, con vegetazione erbacea delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, *Poetea bulbosae*, e ricchi in elementi nitrofilii delle classi *Chenopodietea* e *Artemisietea vulgaris*, nonché ospitante elementi meso-igrofilii della classe *Molinio-Arrhenatheretea* (SER1).



Figura 12 – Praterie semi-naturali/naturali perenni della classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* ospitanti vasti popolamenti di *Orchidaceae*, tra cui in foto *Anacamptis longicornu*, *Anacamptis papilionacea*, *Anacamptis x gennarii* nothosubsp. *bornemannii* (SER11).



Figura 13 – Garighe secondarie della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis* (SER11).



Figura 14 – Comunità di mantello dell'alleanza Pruno spinosae-Rubion ulmifolii, diffuse lungo i margini di gran parte della viabilità rurale già esistente.



Figura 15 – Vegetazione arbustiva e alto-arbustiva, con frequenti individui arborei, sviluppata lungo i margini della viabilità rurale già esistente. A questa si associano cortine di muri tradizionali in materiale lapideo a secco.



Figura 16 – Comunità schiettamente forestali, dominate da Quercus pubescens (SER2).



Figura 17 – Elementi residuali di comunità forestali dominate da Quercus suber (SER11).



Figura 18 – Formazioni arboree artificiali – forestazioni a conifere alloctone (SER11).



Figura 19 – Formazioni forestali e di pascolo arborato su superfici recentemente percorse dal fuoco (SER12).

5 INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI

5.1 Fase di cantiere

5.1.1 Impatti diretti

Perdita delle coperture vegetali interferenti con la realizzazione dell'impianto

- **Coperture erbacee.** La realizzazione degli interventi in progetto comporterà il consumo di superfici occupate da formazioni vegetali di tipo erbaceo, prevalentemente terofitico ed emicriptofitico. In particolare, è previsto un maggiore coinvolgimento di comunità erbacee artificiali e semi-naturali quali consorzi floristici associati ai seminativi a foraggiere (classi *Chenopodietea* e *Artemisietea vulgaris*), semi-naturali perenni dei pascoli delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*. Si tratta di formazioni di scarso interesse conservazionistico.

Secondariamente, si prevede il coinvolgimento di formazioni erbacee naturali delle praterie emicriptofitiche della classe *Lygeo-Stipetea tenacissimae*, e terofitiche dei pratelli xerofili delle classi *Helianthemetea guttatae* e *Stipo-Trachynietea*, ospitanti vasti popolamenti di Orchidaceae, che si sviluppano in condizioni di maggiore naturalità e minore pressione pascolativa, molto spesso a mosaico con formazioni camefitiche/nano-fanerofitiche della gariga e fanerofitiche della macchia e degli arbusteti, più raramente con formazioni arboree artificiali (forestazioni). Tali aspetti a più alta rappresentatività inquadrabili nell'habitat di Direttiva 92/43/CEE 6220* - *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*, risultano di interesse biogeografico e conservazionistico, ed il relativo consumo è incluso tra gli impatti diretti a lungo termine e meritevoli di attenzione.

Coperture arbustive ed arboree spontanee. L'impatto a carico della vegetazione arbustiva, alto-arbustiva ed arborea è legato massimamente e per gran parte dei siti alla perdita di formazioni vegetali di mantello della classe *Crataego-Prunetea* sviluppati in contesto inter-poderale e perimetrale (siepi arbustive). Si prevedono inoltre impatti risultano a carico di lembi di formazioni boschive a dominanza di *Quercus pubescens* e/o *Quercus suber*. Gran parte delle coperture fanerofitiche coinvolte dagli interventi in progetto è assimilabile alla definizione di "bosco e aree assimilate" secondo la legge n. 8 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

Coperture arboree artificiali. È previsto il coinvolgimento di superfici occupate da colture arboree artificiali a dominanza di conifere (*Pinus* sp.pl., *Cupressus* sp. pl.) e *Eucalyptus camaldulensis* (SER11, SER13). I possibili effetti connessi al consumo di tali superfici risulta non trascurabile in riferimento al coinvolgimento di comunità erbacee naturali sviluppate a mosaico

con le suddette formazioni artificiali, nonché per il ruolo di rifugio che tali formazioni artificiali rivestono a vantaggio della fauna selvatica.

Perdita di elementi floristici

- **Componente floristica.** Alla luce del mancato riscontro di criticità floristiche quali endemismi di rilievo o specie ad alta vulnerabilità secondo le più recenti liste rosse nazionali, europee ed internazionali (es. ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021), non si prevedono effetti ad alta significatività a carico della componente floristica endemica e di interesse conservazionistico e/o biogeografico.

Il coinvolgimento di popolamenti, nuclei e singoli individui appartenenti ai taxa endemici *Dipsacus ferox* Loisel. e *Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm., entità comuni in Sardegna ed il cui rischio di estinzione è valutato rispettivamente DD e LC, o di taxa non endemici ma di interesse conservazionistico/fitogeografico, comuni in Sardegna, quali *Cyclamen repandum* Sm., *Ruscus aculeatus* L., *Selaginella denticulata* L., non risulta di entità tale da poter incidere sul relativo stato di conservazione a scala regionale. Tuttavia, gli effetti su questa ultima componente sono da valutare con attenzione perché connessi principalmente al consumo di superfici occupate da coperture vegetali alto-arbustive ed arboree naturali, talvolta da afferire ad Habitat di Direttiva 92/43 CEE (es. 91AA*), nonché riferibili alla definizione di “bosco e aree assimilate” secondo la legge n. 8 del 27/04/2016 “Legge forestale della Sardegna”.

Il coinvolgimento di popolamenti, nuclei e singoli individui di taxa della famiglia delle Orchidaceae, non risulta di entità tale da poter incidere sul relativo stato di conservazione a scala regionale. Tuttavia le stesse entità rappresentano un elemento di pregio della flora sarda, soggetto a tutela dalla normativa internazionale. L'intera famiglia delle Orchidaceae, a causa del livello di rarità ed endemismo (ROSSI, 2002) e all'interesse economico nel commercio internazionale, è infatti inclusa in liste di protezione a livello mondiale (CITES, Convenzione di Berna), nelle liste rosse nazionali (CONTI et al. 1992, 1997, 2006; ROSSI et al., 2013) e internazionali (CEE 1997; IUCN 1994). Non sono disponibili sufficienti dati sulla distribuzione di tali taxa a livello di area vasta, per poter valutare l'entità degli effetti su scala locale.

- **Patrimonio arboreo.** Si prevede il coinvolgimento di elementi fanerofitici da riferire ai taxa *Pyrus spinosa* Forssk., *Quercus ilex* L., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus suber* L., *Ulmus minor* Mill.

5.1.2 Impatti indiretti

- **Frammentazione degli habitat ed alterazione della connettività ecologica**

Effetti non trascurabili sulla connettività ecologica del sito potrebbero verificarsi nell'eventuale rimozione e/o riduzione/frammentazione delle superfici occupate da vegetazione naturale, ed in

particolare i mosaici di vegetazione forestale (lombi di bosco a *Quercus pubescens*), nonché pre-forestale (garighe secondarie, arbusteti e vegetazione di mantello) e di pascolo arborato, ed associate formazioni erbacee naturali e semi-naturali, alcuni di questi espressi in aspetti sufficientemente rappresentativi da essere riferibili ad habitat di Direttiva 92/43/CEE.

- **Sollevamento di polveri**

Il sollevamento di polveri terrigene causato dalle operazioni di movimento terra e dal transito dei mezzi di cantiere potrebbe avere modo di provocare un impatto temporaneo sulla vegetazione limitrofa a causa della deposizione del materiale sulle superfici vegetative fotosintetizzanti, che potrebbe alterarne le funzioni metaboliche e riproduttive. Nell'ambito della realizzazione dell'opera in esame, le polveri avrebbero modo di depositarsi su coperture prevalentemente erbacee artificiali, semi-naturali e naturali, e in minor misura arbustive, alto-arbustive ed arboree, nonché su singoli individui arborei e vegetazione erbacea associata. Si tratta di effetti di carattere transitorio e reversibili.

- **Perdita o danneggiamento di elementi arborei interferenti con il trasporto dei componenti**

Per il raggiungimento dell'area interessata dagli interventi si prevede l'adeguamento di alcuni tratti sterrati e asfaltati, con conseguente, prevedibile consumo di individui fanerofitici a portamento arboreo, alto-arbustivo e arbustivo. Nel caso in cui non si rivelassero necessari interventi di adeguamento della viabilità preesistente, si prevede in ogni caso l'attraversamento dei medesimi tratti con il coinvolgimento diretto di individui vegetali a portamento alto-arbustivo e secondariamente arboreo, per le cui chiome si ritiene prevedibile la necessità di taglio e/o ridimensionamento.

- **Potenziale introduzione di specie alloctone invasive**

L'accesso dei mezzi di cantiere, l'introduzione di materiale inerte (terre, ghiaie e rocce da scavo) di provenienza esterna al sito, contestualmente alla movimentazione dei substrati e ad un conseguente aumento dei fattori di disturbo antropico, potrebbero contribuire all'introduzione di propaguli di taxa alloctoni e loro potenziale proliferazione all'interno delle aree di cantiere, nonché favorire l'espansione di taxa alloctoni già presenti nel sito e relegati a contesti marginali. Tale potenziale impatto si ritiene meritevole di considerazione soprattutto se riguardante l'introduzione di entità alloctone considerate invasive in Sardegna (es. PODDA et al., 2012; GALASSO et al., 2024) e che possono arrecare impatti agli ecosistemi naturali e semi-naturali. In riferimento a tali circostanze si suggeriscono di seguito mirate misure di controllo e mitigazione.

5.2 Fase di esercizio

Il consumo ed occupazione fisica delle superfici da parte dei manufatti, nonché le attività di manutenzione delle aree di servizio e della viabilità interna all'impianto, possono incidere sulla componente floro-vegetazionale attraverso la mancata possibilità di colonizzazione da parte delle fitocenosi spontanee e di singoli taxa floristici.

Per le stazioni attualmente occupate prevalentemente da vegetazione erbacea artificiale o semi-naturale, anche in virtù degli attuali usi del suolo, la significatività di tale impatto può essere considerata limitata.

Per la stazioni attualmente occupate in varia misura anche da vegetazione naturale, erbacea ed arbustiva, nonché alto-arbustiva ed arborea, ed in particolare per i siti caratterizzati dalla presenza di lembi di cenosi schiettamente forestali a *Quercus pubescens* (Habitat 91AA*), o di cenosi erbacee naturali riferibili all'habitat 6220*, la significatività di tale impatto è meritevole di considerazione.

5.3 Fase di dismissione

In fase di smantellamento dell'impianto, a fronte delle necessarie lavorazioni di cantiere, non si prevedono impatti significativi, in virtù del fatto che per tali attività verranno utilizzate esclusivamente le superfici di servizio e la viabilità interna all'impianto. Relativamente al sollevamento delle polveri, in virtù della breve durata delle operazioni non è prevista una deposizione di polveri tale da poter incidere significativamente sullo stato fitosanitario degli individui vegetali interessati. La fase di dismissione prevede inoltre il completo recupero ambientale dei luoghi precedentemente occupati dall'impianto in esercizio, con il ripristino delle morfologie originarie e la ricostituzione di una copertura vegetale quanto più simile a quella preesistente dal punto di vista floristico e fisionomico-strutturale.

5.4 Impatti cumulativi

I suddetti impatti assumono potenzialmente gradi di incidenza a maggiore significatività in riferimento alle opere autorizzate o già sviluppate nell'area contermina all'area di studio, allorquando questi abbiano consumato o prevedano il consumo delle medesime tipologie vegetazionali e/o popolamenti delle entità tassonomiche individuate nella presente indagine.

6 MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

6.1 Misure di mitigazione

- L'intera superficie interessata dagli interventi sarà adeguatamente ispezionata da un esperto botanico con cadenza mensile e almeno per 6 mesi (febbraio-luglio) al fine di caratterizzare in maniera più esaustiva la componente floristica. L'elenco floristico sarà pertanto aggiornato e tutte le entità di interesse conservazionistico e/o fitogeografico rinvenute saranno segnalate e il loro eventuale coinvolgimento da parte degli interventi in progetto adeguatamente valutato in un apposito elaborato tecnico ad integrazione della presente relazione, e l'estensione delle popolazioni dei taxa considerati ad alta criticità adeguatamente restituite in cartografia.
- In riferimento alle superfici caratterizzate dalla presenza di comunità pre-forestali e forestali sviluppate a mosaico con vegetazione erbacea naturale, nell'ambito dell'elaborazione del progetto esecutivo ed in fase realizzativa saranno studiate in dettaglio le possibili soluzioni costruttive intese a minimizzare il consumo delle formazioni a maggiore naturalità e rappresentatività strutturale/fisionomica. Tali eventuali soluzioni, da individuare prevalentemente nell'ambito delle opere di realizzazione di viabilità ex novo e di adeguamento di viabilità preesistente, potranno di conseguenza minimizzare anche le incidenze a carico dei popolamenti di eventuali taxa endemici, di interesse conservazionistico e/o biogeografico, rilevati nell'ambito del presente studio o eventualmente presenti ma non rilevati nel corso della presente indagine per le ragioni precedentemente discusse. Stesse considerazioni si propongono nell'eventualità del coinvolgimento di comunità vegetali igrofile legate a impluvi, canali, bacini idrici minori.
- Nell'intera area di intervento e in corrispondenza dei relativi eventuali tratti di viabilità di nuova realizzazione nonché già esistente e soggetta ad eventuale adeguamento, tutti gli individui vegetali fanerofitici appartenenti a taxa autoctoni non interferenti con la realizzazione delle opere, saranno preservati in fase di cantiere e mantenuti in fase di esercizio. Tale misura si riferisce prioritariamente a tutti gli individui di >300 cm di altezza (arborei), ed a tutti gli individui arbustivi, alto-arbustivi o giovanili di *Quercus suber*. Tali misure si considerano tassative per gli individui di dimensioni considerevoli, vetusti e/o di interesse monumentale, nonché per quelli che per posizione isolata o interposta all'interno di una matrice povera di elementi fanerofitici, costituiscono elementi del paesaggio vegetale da preservare.
- Ove non sia tecnicamente possibile il mantenimento *in situ* e la tutela durante tutte le fasi di intervento ed attività, gli individui vegetali alto-arbustivi ed arborei eventualmente interferenti, appartenenti a entità autoctone, opportunamente censiti ed identificati in fase ante operam, dovranno essere espantati con adeguato pane di terra e reimpiantati in aree limitrofe, nei periodi dell'anno più idonei alla realizzazione di tali pratiche. Stesse considerazioni valgono per eventuali individui nano-fanerofitici e camefitici di taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico non sviluppati su substrati rocciosi, nonché per tutti gli eventuali individui di *Ruscus*

aculeatus coinvolti. Tutti gli eventuali individui persi per impossibilità tecnica di espianto o per deperimento post-reimpianto saranno sostituiti con individui della stessa specie di età non inferiore a 2 anni e nella misura di almeno 5:1 individui, da inserire all'interno alle aree verdi di neo-realizzazione eventualmente previste in progetto. Gli individui di nuova piantumazione e quelli eventualmente reimpiantati saranno seguiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni con cadenza quindicinale da fine maggio a fine settembre, sfalcio del mantello erboso, protezione dell'impianto dall'ingresso di bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio (parte effettiva del predisposto PMA), per i successivi 3 anni, al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni. Tali operazioni sono da escludersi per gli individui vetusti e/o di interesse monumentale, e devono in ogni caso intendersi come ultima opzione adottabile, anche in virtù della scarsa idoneità di una parte dei siti dal punto di vista dei substrati alla realizzazione di piantumazioni e trapianti di individui arbustivi ed arborei.

- Laddove previsto, nell'ambito dell'eventuale adeguamento dei tratti di viabilità esistenti sarà data priorità al mantenimento, ove tecnicamente fattibile, delle siepi arbustive e alto-arbustive, dei nuclei-filari di individui arborei, compresi tutti gli individui di *Quercus suber* eventualmente presenti, nonché dell'eventuale sistema di muri a secco ospitanti consorzi floristici associati, ricadenti al margine dei percorsi. Gli effetti mitigativi relativi a tali misure sono massimizzabili attraverso soluzioni costruttive finalizzate a sviluppare l'eventuale allargamento della viabilità verso un solo lato della carreggiata preesistente, determinando così il consumo di una sola delle due cortine murarie che spesso costeggiano entrambi i margini delle strade campestri.
- In fase di realizzazione delle operazioni di scotico/scavo dei substrati, si provvederà a separare lo strato di suolo più superficiale, da reimpiegare nei successivi interventi di ripristino. Lo strato sottostante sarà temporaneamente accantonato e successivamente riutilizzato per riempimenti e per la ricostruzione delle superfici temporaneamente occupate in fase di cantiere. Il materiale litico superficiale sarà separato, conservato e riposizionato al termine dei lavori in progetto.
- La perdita o danneggiamento di elementi alto-arbustivi e arborei interferenti con il trasporto dei componenti potrà essere mitigato mediante l'utilizzo di mezzi di trasporto dotati di dispositivo "alzapala".
- Saranno adottate opportune misure finalizzate all'abbattimento delle polveri, quali la bagnatura delle superfici e degli pneumatici dei mezzi, il ricoprimento dei cumuli di terreno, l'imposizione di un limite di velocità per i mezzi di cantiere, al fine di contenere fenomeni di sollevamento e deposizione di portata tale da poter incidere significativamente sullo stato fitosanitario degli individui vegetali arbustivi ed arborei interessati dall'impatto.
- Durante la fase di corso d'opera ed in fase post-operam sino a 12 mesi dalla chiusura del cantiere, l'intera superficie interessata dai lavori sarà adeguatamente ispezionata da un esperto botanico al fine di verificare l'eventuale presenza di entità alloctone, con particolare riguardo alle invasive, accidentalmente introdotte durante i lavori e/o la cui proliferazione possa essere

incoraggiata dagli stessi. Se presenti, esse saranno tempestivamente oggetto di iniziative di eradicazione e correttamente smaltite. Tale misura costituirà parte effettiva del predisposto PMA.

- Non sarà consentita l'apertura di varchi tra la vegetazione circostante per l'accesso a piedi ai cantieri.
- Durante tutte le fasi di intervento sarà rigorosamente interdetto l'impiego di diserbanti e disseccanti.

6.2 Misure di compensazione

- L'eventuale, inevitabile consumo di lembi di cenosi pre-forestali e forestali coinvolte dagli interventi in progetto, nonché di individui a portamento arboreo interferenti, potrà essere in parte compensato attraverso la costituzione di fasce di vegetazione arbustiva ed arborea, a sviluppo lineare, di larghezza minima di 4 metri, lungo il perimetro delle piazzole, nonché ai margini dei percorsi di nuova realizzazione. Ad integrare tali misure, nonché nell'ottica di contribuire al miglioramento della qualità ambientale del sito anche con opere di riqualificazione e rinaturazione, si potrà valutare l'individuazione di aree attigue ai siti di intervento ed occupate da vegetazione artificiale o semi-naturale particolarmente degradata (es. seminativi magri, pascoli iper-sfruttati), da destinare alla costituzione di nuovi impianti di forestazione. I suddetti impianti (fasce+superfici a forestazione) avranno superficie complessiva superiore a quella delle cenosi naturali coinvolte (rapporto minimo 2:1) e saranno interdetti al pascolo brado, a lungo termine. Stesse considerazioni si propongono in merito al consumo di formazioni arboree artificiali (forestazioni a conifere ed eucalipto), compensabili con la costituzione di nuove superfici da destinare ad opere di riqualificazione ambientale con la piantumazione di taxa alto—arbustivi ed arborei autoctoni. Anche in questo caso tali impianti avranno superficie complessiva superiore a quella delle cenosi naturali coinvolte (rapporto minimo 2:1). La messa a dimora presso le suddette aree designate sarà realizzata contestualmente all'avvio dei lavori e nella stagione più idonea, con l'obiettivo di anticipare l'attecchimento delle stesse, ed ottenere il maggior successo possibile delle attività di impianto. In accordo con le modalità di realizzazione delle opere compensative indicate dalla D.G.R. 11/21 del 11/03/2020, verranno utilizzate esclusivamente specie autoctone, in numero non inferiore alle 1.000 piante per ettaro, di età non superiore ai due anni, locali e certificate ai sensi del Decreto legislativo n. 386/2003 e della determinazione della Direzione generale dell'Ambiente (n. 154 del 18.3.2016). Tali impianti saranno pluri-specifici, costituiti da essenze arbustive ed arboree coerenti con il contesto bioclimatico, geopedologico e vegetazionale dei singoli siti, con massima priorità alle entità già presenti nello stesso e nell'area circostante. Gli stessi avranno inoltre aspetto naturaliforme e offriranno spazi aperti destinati alla rinaturalizzazione spontanea, con la finalità di favorire lo sviluppo degli aspetti a più alta naturalità delle formazioni prative naturali. Tutti i nuovi impianti saranno assistiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni con cadenza quindicinale da fine maggio a fine settembre, protezione dal danneggiamento degli

individui impiantati da parte del bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio (parte effettiva del predisposto PMA), per i successivi 3 anni, al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni (rapporto per la sostituzione di individui di nuovo impianto pari a 1:1).

- Al termine della fase di cantiere, le scarpate di qualsiasi altezza e pendenza derivanti dalla realizzazione delle piazzole saranno interessate da interventi di stabilizzazione e semina di taxa erbacei perenni (es. *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*) e piantumazione di entità arbustive appartenenti agli aspetti di maggior pregio rilevati sul campo e in aderenza con il contesto geobotanico dei singoli siti (es. *Cistus monspeliensis*, *Daphne gnidium*, *Myrtus communis*, *Rhamnus alaternus*, *Rosa canina*).
- In fase di dismissione, tutte le superfici precedentemente occupate dall'impianto in esercizio (piazzole di esercizio e viabilità di nuova realizzazione) saranno oggetto di opere di riqualificazione ambientale con il recupero della morfologia originaria dei luoghi e la ricostituzione di coperture vegetali il più simili a quelle presenti in origine nei singoli siti di intervento. In accordo con le modalità di realizzazione delle opere compensative indicate dalla D.G.R. 11/21 del 11/03/2020, per tali interventi verranno utilizzate esclusivamente specie autoctone, in numero non inferiore alle 1.000 piante per ettaro, di età non superiore ai due anni, locali e certificate ai sensi del Decreto legislativo n. 386/2003 e della determinazione della Direzione generale dell'Ambiente (n. 154 del 18.3.2016). Tali impianti saranno pluri-specifici, costituiti da entità arbustive ed arboree coerenti con il contesto bioclimatico, geopedologico e vegetazionale dei singoli siti, con massima priorità alle entità già presenti negli stessi come ampiamente descritto precedentemente. Gli stessi avranno aspetto naturaliforme e offriranno spazi aperti destinati alla rinaturalizzazione spontanea.

7 CONCLUSIONI

In riferimento alla proposta di realizzazione del parco eolico da 13 aerogeneratori nel territorio di Serri (SU), le indagini floristiche e vegetazionali eseguite hanno condotto a prospettare impatti di entità trascurabile a carico di coperture erbacee artificiali dei seminativi magri a foraggiere e coltivi, e semi-naturali dei prati stabili e dei pascoli iper-sfruttati. Di entità non trascurabile risultano invece gli effetti a carico di coperture pre-forestale e forestali, con particolare riferimento ai lembi di comunità boschive a dominanza di *Quercus pubescens* Willd. e/o *Quercus suber* L., e relative cenosi erbacee naturali sviluppate a mosaico. Questi ultimi si riconoscono meritevoli di attenzione laddove siano coinvolti lembi di cenosi in buono stato di conservazione ed in particolare nel caso di superfici occupate da mosaici almeno in parte da riferire ad Habitat di Direttiva 92/43 CEE, ospitanti vasti popolamenti di Orchidaceae.

In particolare, tali effetti sono da ricondurre principalmente alla rimozione, riduzione e/o frammentazione di coperture vegetazionali:

- Erbacee semi-naturali, rappresentate principalmente da pascoli emicriptofitici/geofitici delle classi *Poetea bulbosae*, *Artemisietea vulgaris*, *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*;
- Mosaici di cenosi pre-forestali (gariga secondaria della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*, vegetazione di mantello del *Pruno spinosae-Rubio ulmifolii*), cenosi forestali dominate da *Quercus pubescens* e/o *Quercus suber*, da riferire alle due serie di vegetazione sarda, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (*Lonicero implexae-Quercetum virgilinae*) e sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*), in gran parte riferibili alla definizione di “bosco e aree assimilate” secondo la legge n. 8 del 27/04/2016 “Legge forestale della Sardegna”, e relative formazioni erbacee naturali associate (riferibili all’Habitat 6220* della Direttiva 92/43 CEE);

Le opere in progetto coinvolgono inoltre popolamenti dei 2 taxa endemici *Dipsacus ferox* e *Euphorbia pithyusa* subsp. *cupanii*, nonché di entità di interesse fitogeografico quali *Cyclamen repandum*, *Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* *Ruscus aculeatus*, *Selaginella denticulata*, a carico dei quali si ravvisano effetti di entità variabile.

Si evidenzia tuttavia che, in virtù del particolare contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico, si prevede la presenza di altri taxa endemici e di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, non rilevabili al momento delle indagini effettuate, essenzialmente per motivi legati alla brevità del periodo di realizzazione delle indagini.

Laddove tali incidenze configurino gradi di criticità potenzialmente significativi, il progetto ha individuato e previsto azioni di mitigazione ed interventi di compensazione, da attuarsi, ove opportuno, nell’ambito delle misure compensative territoriali previste dalla normativa vigente (D.M. 10/09/2010).

8 BIBLIOGRAFIA

ARRIGONI P.V. (1982). Le piante endemiche della Sardegna: 98-105. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 21:333-372.

ARRIGONI P.V. (2006-2015). *Flora dell'Isola di Sardegna*. Vol. I-VI. Carlo Delfino Editore.

ARU A., BALDACCINI P., DELOGU G., DESSENA M.A., MADRAU S., MELIS R.T., VACCA A., VACCA S. (1991). *Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:25000*. Base Topografica: elaborazione originale elaborata dalla S.EL.CA. - Firenze.

BACCHETTA G., CASTI M., SERRA G. (2007). Piano Forestale Ambientale Regionale: Giare. Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato della Difesa dell'Ambiente.

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), suppl. 1.

BAGELLA S., FILIGHEDDU R., PERUZZI L., BEDINI G. (eds). *Wikipantbase #Sardegna*. <http://bot.biologia.unipi.it/wpb/sardegna/index.html>. Ultima consultazione: 10-04-2024.

BARTOLUCCI F., PERUZZI L., GALASSO G., ALBANO A., ALESSANDRINI A., ARDENGHI N.M.G., ASTUTI G., BACCHETTA G., BALLELLI S., BANFI E., BARBERIS G., BERNARDO L., BOUVET D., BOVIO M., CECCHI L., DI PIETRO R., DOMINA G., FASCETTI S., FENU G., FESTI F., FOGGI B., GALLO L., GOTTSCHLICH G., GUBELLINI L., IAMONICO D., IBERITE M., JIMÉNEZ-MEJÍAS P., LATTANZI E., MARCHETTI D., MARTINETTO E., MASIN R.R., MEDAGLI P., PASSALACQUA N.G., PECCENINI S., PENNESI R., PIERINI B., POLDINI L., PROSSER F., RAIMONDO F.M., ROMA-MARZIO F., ROSATI L., SANTANGELO A., SCOPPOLA A., SCORTEGAGNA S., SELVAGGI A., SELVI F., SOLDANO A., STINCA A., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., CONTI F. (2018). An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems*, 152(2): 179–303.

F. BARTOLUCCI F., PERUZZI L., GALASSO G., ALESSANDRINI A., ARDENGHI N.M.G., BACCHETTA G., BANFI E., BARBERIS G., BERNARDO L., BOUVET D., BOVIO B., CALVIA G., CASTELLO M., CECCHI L., DEL GUACCHIO E., DOMINA G., FASCETTI S., GALLO L., GOTTSCHLICH G., GUARINO R., GUBELLINI L., HOFMANN N., IBERITE M., JIMÉNEZ-MEJÍAS P., LONGO D., MARCHETTI D., MARTINIZ F., MASINA R.R., MEDAGLI P., PECCENINI S., PROSSER F., ROMA-MARZIO F., ROSATI L., SANTANGELO A., SCOPPOLA A., SELVAGGI A., SELVI F., SOLDANO A., STINCA A., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., CONTI F. (2024). A second update to the checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems - an international Journal Dealing with all aspects of Plant Biology*. 78 p.

BIONDI E., BLASI C., BURRASCANO S., CASAVECCHIA S., COPIZ R., DEL VICO E., GALDENZI D., GIGANTE D., LASEN C., SPAMPINATO G., VENANZONI R., ZIVKOVIC L. (2010). *Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE*.

BLASI C., MARIGNANI M., COPIZ R., FIPALDINI M., DEL VICO E. (eds.) (2010). *Le Aree Importanti per le Piante nelle Regioni d'Italia: il presente e il futuro della conservazione del nostro patrimonio botanico*. Progetto Artiser, Roma. 224 pp.

CAMARDA I., LAURETI L., ANGELINI P., CAPOGROSSI R., CARTA L., BRUNU A. (2015). //

MUCINA, L., BÜLTMANN, H., DIERßEN, K., □EURILLAT, J. P., RAUS, T., ČARNI, A., ŠUMBEROVÁ, K., WILLNER, W., DENGLER, J., GARCÍA, R. G., CHYTRÝ, M., HÁJEK, M., DI PIETRO, R., IAKUSHENKO, D., PALLAS, J., BERGMEIER, E., SANTOS GUERRA, A., ERMAKOV, N., VALACHOVIČ, M., ... TICHÝ, L. (2016). Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19:3-264.

ORSENIGO S., FENU G., GARGANO D., MONTAGNANI C., ABELI T., ALESSANDRINI A., BACCHETTA G., BARTOLUCCI F., CARTA A., CASTELLO M., COGONI D., CONTI F., DOMINA G., FOGGI B., GENNAI M., GIGANTE D., IBERITE M., PERUZZI L., PINNA M. S., PROSSER F., SANTANGELO A., SELVAGGI ALBERTO, STINCA ADRIANO, VILLANI M., WAGENSOMMER R. P., TARTAGLINI N., DUPRÈ E., BLASI C., ROSSI G. (2021). Red list of threatened vascular plants in Italy. *Plant Biosystems*, 155(2):310-335.

PARADIS G., FINIDORI S. (2005). Observations phytosociologiques sur la végétation hydrophile et hygrophile des mares temporaires de la Giara di Gesturi (Sardaigne). *Bulletin de la Société Botanique du centre-ouest, nouvelle série*, 36:303-344.

PIGNATTI S. (1982). *Flora D'Italia*, 1-3. Edagricole, Bologna.

PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M. (2017-2019). *Flora d'Italia, 2a edizione*. Edagricole di New Business Media, Bologna.

PODDA L., LAZZERI V., MASCIA F., MAYORAL O., BACCHETTA G. (2012). The Check-list of Sardinian Alien Flora: an update. *Not. Bot. HortiAgrobo.*, 40(2):14-21.

ROSSI W. (2002). Orchidee d'Italia. *Quad. Cons. Natura*. 15. Bologna, Min. Ambiente, Ist. Naz. Fauna Selvatica.

ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R.P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F.M., ORSENIGO S. (eds.) (2013). *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN, Ministero Ambiente e Tutela Territorio e Mare. Roma.

ROSSI G., ORSENIGO S., GARGANO D., MONTAGNANI C., PERUZZI L., FENU G., ABELI T., ALESSANDRINI A., ASTUTI G., BACCHETTA G., BARTOLUCCI F., BERNARDO L., BOVIO M., BRULLO S., CARTA A., CASTELLO M., COGONI D., CONTI F., DOMINA G., FOGGI B., GENNAI M., GIGANTE D., IBERITE M., LASEN C., MAGRINI S., NICOLELLA G., PINNA M.S., POGGIO L., PROSSER F., SANTANGELO A., SELVAGGI A., STINCA A., TARTAGLINI N., TROIA A., VILLANI M.C., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., BLASI C., (2020). *Lista Rossa della Flora Italiana. 2 Endemiti e altre specie minacciate*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

SCRUGLI A., GRASSO M.P., COGONI A. (1988). Le Orchidee spontanee del Sarcidano. *Webbia*, 42(2):179-199.

SOUCHE R. (2009). *Orchidées de Genova à Barcelona*. Editions Sococor.

9 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA) – COMPONENTE FLORA E VEGETAZIONE

Sulla base di quanto disposto dal D.Lgs 152/2006, in relazione a quanto prescritto dalle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)” e in coerenza con le “Norme Tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale” (Linee Guida SNPA n. 28/2020), il Monitoraggio Ambientale persegue i seguenti *obiettivi*:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nello SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio delle opere;
- Correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- Garantire, durante la realizzazione delle opere, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste dallo SIA;
- Fornire agli Enti preposti al controllo, gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- Effettuare, nelle fasi di cantiere ed esercizio, gli opportuni controlli sull'adempimento delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

9.1 Requisiti del PMA

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire, il presente PMA soddisfa i seguenti requisiti:

- Contiene la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- Indica le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- Prevede meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
- Prevede l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- Individua parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- Definisce la scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- Prevede la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare;

- Prevede l'integrazione della rete di monitoraggio progettata dal PMA con eventuali reti di monitoraggio esistenti;
- Prevede la restituzione periodica programmata, e su richiesta, delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti nel SIA;
- Perviene ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto delle opere in progetto. Il PMA focalizza modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto delle sole opere in progetto sull'ambiente.

9.2 Criteri specifici del PMA

Il Programma di monitoraggio è articolato come segue:

- a) Obiettivi specifici;
- b) Parametri descrittivi (indicatori);
- c) Metodologie di rilevamento ed elaborazione dei dati;
- d) Gestione delle anomalie o criticità emerse dagli esiti del monitoraggio (azioni correttive);
- e) Scale temporali e spaziali d'indagine/frequenza e durata;
- f) Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio;

a) Obiettivi specifici

Oggetto del monitoraggio è la componente floristica (flora vascolare, con particolare riguardo a specie di interesse conservazionistico e/o fitogeografico) e vegetazionale (vegetazione naturale e semi-naturale, con particolare riguardo ad eventuali relativi habitat inseriti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale), le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico, e le relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema.

L'obiettivo delle indagini si identifica pertanto nel monitoraggio delle comunità vegetali, delle loro dinamiche, eventuali modifiche della struttura e composizione, nonché dello stato di salute delle popolazioni di specie target e di singoli individui arborei/arbustivi, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

Finalità delle azioni di monitoraggio sono:

- Valutare e misurare lo stato delle componenti flora e vegetazione nelle fasi ante operam, corso d'opera e post-operam;
- Garantire, durante la fase di cantiere e per i primi tre anni di esercizio, una verifica dello stato di conservazione della flora e della vegetazione al fine di rilevare eventuali circostanze non previste e/o di criticità, e di predisporre, garantire e monitorare l'attuazione delle necessarie azioni correttive;

- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione predisposte.

b) Indicatori

Al fine della predisposizione del PMA è stata definita una strategia di monitoraggio per la caratterizzazione quali-quantitativa della componente floristica, con particolare riguardo per i taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico (es. taxa protetti dalle Direttive 92/43/CEE e convenzioni internazionali, leggi nazionali e regionali, rare e minacciate secondo le Liste Rosse internazionali, nazionali e regionali, le specie endemiche, relitte e le specie chiave quali “specie ombrello” e “specie bandiera”), per individui arborei e arbustivi, nonché per le comunità vegetali diagnostiche degli habitat presenti e le relative funzionalità, potenzialmente interferiti dall’opera nelle fasi di cantiere ed esercizio.

1. Composizione floristica intera area di studio.

Il monitoraggio floristico riguarderà l’intera area di studio e sarà finalizzato all’integrazione dell’elenco floristico, ed in particolare alla ricerca di eventuali altri elementi meritevoli di attenzione e precedentemente non rilevati (es. taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico non rilevati durante le indagini finalizzate alla redazione dello SIA essenzialmente per questioni di incompatibilità del periodo di realizzazione dei rilievi di campo con la fenologia della flora).

Alle attività di monitoraggio della composizione floristica è inclusa la valutazione della quota (comparsa/scomparsa, aumento/diminuzione) delle specie alloctone, sinantropiche e ruderali. Un aumento del numero di taxa alloctoni sulla flora locale, come pure un incremento della frequenza e copertura delle specie vegetali alloctone (in particolare, di quelle invasive) rispetto a quanto riscontrato nella fase ante operam, è considerato negativo.

2. Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi

Il monitoraggio dello stato fitosanitario riguarderà individui spontanei di tipo arboreo (>3 m) ed eventualmente alto-arbustivo di altezza pari o superiore ai 100 cm, appartenenti ad almeno 3 taxa della flora nativa (tra i più frequenti: *Pyrus spinosa* Forssk., *Quercus pubescens* L., *Quercus suber* L.) e non interferenti con gli interventi in progetto. Lo stato fitosanitario degli individui verrà dedotto dall’analisi dei seguenti indicatori specifici:

- *Presenza patologie/parassitosi, alterazioni della crescita;*

Analisi quantitative e qualitative di fenomeni quali defogliazione, scoloramento, clorosi, necrosi, deformazioni ed identificazione dei patogeni e/o parassiti e del grado di infestazione degli individui arborei individuati, e nei popolamenti presenti all’interno delle stazioni permanenti di monitoraggio. Le condizioni fitosanitarie verranno analizzate in fase ante operam all’interno delle stazioni permanenti di monitoraggio. Questa condizione

rappresenterà il momento zero di riferimento.

- *Tasso mortalità individui arborei e arbustivi*

Il numero di individui arborei ed alto-arbustivi vitali, presenti all'interno delle stazioni di monitoraggio verrà rilevato in fase ante operam. Questa condizione rappresenterà il momento zero di riferimento.

Alle medesime azioni si associa anche il censimento degli individui alto-arbustivi ed arborei da progetto esecutivo risultati inevitabilmente interferenti e soggetti a misure mitigative di espianto e re-impianto, nonché soggetti a PMA nelle fasi di post-operam.

3. Stato delle popolazioni di specie target

Lo stato delle popolazioni delle specie target può essere caratterizzato attraverso l'analisi dei seguenti indicatori:

- condizioni e trend di popolazioni di entità vegetali selezionate;

Sono considerate specie target i taxa selezionati tra quelli di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, come precedentemente designati, rilevati in fase ante-operam.

Le popolazioni di specie target verranno monitorate periodicamente nell'opportuno periodo fenologico per ciascuna entità. Nell'ambito dell'analisi delle condizioni e trend delle popolazioni, verrà considerata negativa una diminuzione della frequenza (numero di stazioni di monitoraggio con presenza del taxon) e del grado di copertura delle specie vegetali di interesse rispetto a quanto riscontrato nella fase ante operam.

Nell'ambito del presente PMA, sono state considerate le seguenti specie target, selezionate per interesse conservazionistico (*Ruscus aculeatus* L., Orchidaceae) e fitogeografico (endemismi e taxa a distribuzione limitata) differenti per forma biologica (erbacee emicriptofite e geofite, camefite, nanofanerofite) ed ecologia (ambienti rupicoli, garighe, pratelli, ambienti disturbati).

Tipologia	Specie target individuate
Taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	<i>Ruscus aculeatus</i> L. Orchidaceae

La scelta delle specie target potrà variare o essere implementata sulla base di indagini sul campo di integrazione, successive a quelle realizzate per il presente elaborato tecnico, da realizzare nel periodo più idoneo al rilevamento della componente floristica e ad un'attendibile valutazione dello stato della distribuzione dei taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico.

4. Stato delle comunità vegetali / habitat

La valutazione dello stato delle comunità vegetali e relativi habitat correlati si esprime sulla base di parametri qualitativi (variazione nella ricchezza floristica) e quantitativi (variazioni nell'estensione), prendendo come riferimento i seguenti indicatori:

- Frequenza (presenza/assenza) di taxa alloctoni;
- Frequenza (presenza/assenza) di taxa ad ecologia sinantropica e ruderale;
- Rapporto % tra taxa alloctoni e taxa autoctoni;
- Variazione (comparsa/aumento/diminuzione/scomparsa) della componente alloctona, all'interno della comunità vegetale;
- Variazione (comparsa/incremento/decremento/scomparsa) della componente sinantropica e ruderale, all'interno della comunità vegetale;
- Presenza della componente floristica di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, all'interno della comunità vegetale;
- Frequenza (presenza/assenza) di ciascun taxon di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, all'interno della comunità vegetale;
- Variazione nell'estensione della comunità e relativo habitat correlato, espressa nella variazione nella dimensione e sviluppo dei poligoni utilizzati per la rappresentazione cartografica degli habitat in fase ante-operam, all'interno dei quali ricadono i punti di monitoraggio;
- Variazione del grado di copertura (classi di copertura Braun-Blanquet) dei taxa diagnostici della comunità/habitat;
- Variazione del grado di conservazione della comunità e relativo habitat correlato (valutazione qualitativa).

c) Metodologie di rilevamento, elaborazione ed analisi dei dati

Il piano di monitoraggio prevede lo svolgimento di attività all'interno di un'area buffer di 100 m dalle aree di cantiere, ed all'interno di superfici permanenti di monitoraggio in esso ricomprese. All'interno dell'intera area buffer saranno realizzate le indagini di integrazione alla composizione floristica dell'area di studio, e saranno individuati gli individui arborei soggetti a monitoraggio dello stato fitosanitario. Inoltre, in fase ante-operam e sempre all'interno dell'area buffer saranno individuate delle superfici di monitoraggio ricadenti in corrispondenza di popolamenti delle specie target e di ciascuna delle comunità vegetali individuate, adiacenti alle aree interessate direttamente e indirettamente dalla realizzazione delle opere. La tipologia di stazione permanente di monitoraggio risulta variabile a seconda del tipo di opera oggetto di monitoraggio (plot circolari di dimensione variabile sulla base del tipo di vegetazione, plot quadrati di dimensione variabile sulla base del tipo di vegetazione, plot quadrati di dimensione variabile sulla base del tipo di vegetazione a distanze regolari lungo transetti permanenti di lunghezza variabile). Le metodologie di rilevamento sono applicate anche nelle successive fasi di corso d'opera e post-operam.

Di seguito si riportano le metodologie di rilevamento, elaborazione ed analisi dei dati specifiche per singolo indicatore:

1. Composizione floristica intera area di studio.

Metodologia di rilevamento: l'intera superficie ricompresa nel buffer di 100 m dalle aree di cantiere sarà adeguatamente indagata ai fini di integrare l'elenco floristico prodotto in fase di redazione dello SIA (presente elaborato). L'indagine conterà in n = 1 visita/mese per 6 mesi (II-VII) in fase ante-operam, e per 4 mesi nelle fasi di corso d'opera e post-operam. Ogni anno sarà pertanto redatto un elenco floristico di anno in anno aggiornato. Gli eventuali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico saranno oggetto di rilevamenti più approfonditi e la loro presenza sarà adeguatamente corredata di informazioni sull'estensione delle popolazioni, anche restituite in formato cartografico.

Metodologia di elaborazione ed analisi: l'elenco floristico sarà riportato in formato digitale su foglio Microsoft Excel, ed aggiornato di anno in anno. Per ciascuna annualità saranno pertanto realizzate le principali analisi sulle componenti (forma biologica, corotipi, esoticità). L'elenco floristico annuale e relative analisi saranno riportanti nel report di fine annualità.

Valore soglia: verrà considerato significativo un decremento della ricchezza floristica pari al 10% rispetto alla condizione ante-operam ed alla condizione precedente (regressione). Ogni nuovo riscontro di taxa non nativi sarà considerato significativo.

▪ 2. Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi

Presenza di patologie/parassitosi, alterazioni della crescita

Tasso mortalità individui arborei e arbustivi

Metodologia di rilevamento: all'interno dell'area buffer, in fase ante operam saranno individuati individui arborei non direttamente interferenti con le opere in progetto, da sottoporre a monitoraggio dello stato fitosanitario, in numero non inferiore a 20. Inoltre, all'interno delle superfici permanenti di monitoraggio individuate sempre all'interno dell'area buffer, sarà registrato numero di individui arborei ed arbustivi di altezza superiore ai 100 cm appartenenti a taxa nativi, affetti da evidenti fitopatie suddivise per tipologia: defogliazione, clorosi fogliare, necrosi, deformazioni, ovvero secchi. In fase ante operam saranno inoltre censiti gli individui alto-arbustivi ed arborei da progetto esecutivo risultanti inevitabilmente interferenti con gli interventi, pertanto soggetti a misure mitigative di espanto e re-impianto in fase di corso d'opera, e di monitoraggio ambientale (stesse metodologia per gli individui arborei in area buffer) nella fase post-operam.

Metodologia di elaborazione ed analisi: i dati raccolti sul campo verranno riportati in formato digitale su fogli Microsoft Excel, uno lo stato fitosanitario degli individui arborei interessati da monitoraggio permanente, ed il secondo indicante, per ciascuna stazione di monitoraggio, il numero totale di individui affetti da patologie/parassitosi, alterazioni della crescita, suddivisi per unità tassonomica. Sarà pertanto calcolata la percentuale di individui con presenza di criticità

rispetto alla condizione ante-operam rilevata all'interno di ogni singola stazione di monitoraggio. *Valore soglia*: per entrambe le indagini (individui arborei soggetti a monitoraggio permanente, e individui affetti da criticità all'interno delle superfici di monitoraggio) sarà considerato significativo un aumento del numero di individui con presenza di criticità, comprensivo dell'aumento del tasso di mortalità degli stessi, pari al 10% rispetto alla condizione ante-operam e precedente (regressione).

▪ 3. Stato delle popolazioni di specie target

Metodologia di rilevamento: in corrispondenza delle superfici di monitoraggio permanente, ogni anno sarà registrato, attraverso compilazione di apposita scheda di campo, il numero di individui di taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico identificati in fase ante-operam, suddivisi per classi d'età (plantule, giovani, adulti) ed accompagnato dal grado di copertura del popolamento espresso in %.

Metodologia di elaborazione ed analisi: i dati raccolti sul campo verranno riportati in formato digitale su foglio Microsoft Excel, indicando il numero di individui suddivisi per classi d'età (plantule, giovani, adulti). Verrà quindi calcolata la densità di popolazione (n. individui/m²) della specie target per singola stazione di monitoraggio e per l'intera rete di monitoraggio.

Valori soglia: verrà considerata significativa:

- una diminuzione del 10% della densità di popolazione della specie target di interesse conservazionistico.
- una diminuzione del 10% della frequenza della specie target di interesse conservazionistico.
- una diminuzione del 10% del grado di copertura del popolamento della specie target di interesse conservazionistico.

▪ 4. Stato delle comunità vegetali / habitat

Metodologia di rilevamento:

Rilievo floristico: In corrispondenza delle stazioni di monitoraggio si provvederà, nella stagione fenologicamente adeguata, al completo censimento della flora, comprensiva delle componenti alloctona e sinantropica/ruderale, al fine di poter verificare e misurare l'eventuale variazione delle frequenze e rapporti percentuali componente autoctona/alloctona e componente naturale e semi-naturale/sinantropica-ruderale.

Rilievo fitosociologico con metodo *Braun-Blanquet*: all'interno delle stazioni di monitoraggio si provvederà, nella stagione fenologicamente adeguata, ad effettuare rilievi di vegetazione con metodo fitosociologico, mediante compilazione di apposita scheda di campo. Il rilievo consisterà nell'annotare tutte le specie presenti ed assegnare, a ciascuna di esse, un indice di copertura-abbondanza. Verranno inoltre rilevati dati stazionali (coordinate, altitudine, esposizione, inclinazione, substrati) e fisionomico-strutturali (copertura totale in %, copertura dei singoli strati in %, altezza media totale, altezza media dei singoli strati, copertura lichenico-muscinale, copertura lettiera in %), al fine di verificare eventuali variazioni di tali caratteristiche delle comunità vegetali.

Previa perimetrazione in situ attraverso adeguato strumento topografico da campo, supportata da successiva fotointerpretazione da remoto, si provvederà alla delimitazione, mediante creazione di poligono in ambiente GIS, dell'unità omogenea identificativa della comunità vegetale all'interno del quale ricade la stazione permanente di monitoraggio. L'indagine sarà effettuata una volta l'anno in tutte le fasi progettuali, per ogni tipologia vegetazionale riscontrata all'interno delle stazioni di monitoraggio permanente, più in 5 punti selezionati casualmente lungo lo sviluppo del cavidotto e della viabilità in adeguamento.

La valutazione del grado di conservazione delle comunità vegetali e relativi habitat correlati, si provvederà ad assegnare, in occasione dei rilievi vegetazionali, un giudizio di qualità della conservazione della patch rilevata secondo i criteri considerati al punto c.

Metodologia di elaborazione ed analisi: i rilievi di campo verranno riportati in formato digitale su foglio Microsoft Excel. Verrà quindi calcolato il rapporto (%) N. taxa autoctoni/N. taxa alloctoni, N. taxa autoctoni/ N. taxa sinantropici e ruderali, N. taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico/N. taxa alloctoni, N. di interesse conservazionistico e/o fitogeografico / N. taxa sinantropici e ruderali, N. taxa diagnostici della cenosi e/o dell'habitat/N. taxa non diagnostici.

In merito alla misurazione della variazione di estensione dell'habitat, si provvederà alla ripermetrazione annuale dei poligoni definiti in fase ante-operam in ambiente GIS, e quindi alla misura della loro area in m², e successivo confronto.

Valori soglia: verrà considerata significativa:

- una diminuzione del 10% del grado di copertura delle specie diagnostiche della comunità/habitat in esame.
- un aumento del 10% del numero di specie alloctone, sinantropiche o ruderali, rispetto al numero di specie autoctone, e non sinantropiche-ruderali;
- una diminuzione del 10% dell'estensione dell'habitat rispetto alla condizione ante-operam ed alle condizioni precedenti (regressione del grado di conservazione).

I risultati delle attività di monitoraggio saranno valutati e restituiti nell'ambito di report annuali (anche sottoforma di schede di sintesi) e di un rapporto finale relativo all'intero ciclo di monitoraggio per ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post-operam). I report saranno corredati da opportuna documentazione fotografiche. La cartografia tematica prodotta e i dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, saranno allegati ai report.

9.3 Gestione delle anomalie o criticità emerse dagli esiti del monitoraggio (azioni correttive)

In caso di superamento del valore soglia di significatività stabilito per ciascun indicatore, per cause da attribuire direttamente o indirettamente alla realizzazione dell'opera, verranno adottate azioni correttive e/o mitigative. La scelta delle specifiche azioni correttive da applicare dovrà essere valutata sulla base della effettiva causa, certa o presunta, responsabile del superamento della soglia di significatività.

Tabella 1 - Sintesi dei parametri descrittivi e relativi indicatori ed azioni correttive

Parametro descrittore	Azioni correttive
1. Stato fitosanitario degli individui arborei ed arbustivi	<ul style="list-style-type: none">▪ Rafforzamento misure di mitigazione volte all'isolamento di eventuale materiale inerte (terre, ghiaie e rocce da scavo) di provenienza esogena potenzialmente contenente propaguli di taxa alloctoni.▪ Rafforzamento delle barriere fisiche di isolamento aree di cantiere con aree esterne ad essa.▪ Attività di eradicazione e adeguato smaltimento di taxa alloctoni invasivi.
2. Stato fitosanitario degli individui arborei ed arbustivi	<ul style="list-style-type: none">▪ Intensificazione delle attività di contrasto al sollevamento delle polveri (aumento della frequenza delle bagnature).▪ Materializzazione del perimetro dei cantieri con telo schermante.▪ Analisi strumentali per verificare la presenza di eventuali alterazioni chimico-fisiche dei suoli.▪ Sostituzione preventiva di individui affetti da parassitosi o altra fitopatologia imputabile ad agenti patogeni virali, batterici o fungini.▪ Compensazione mediante impianto di nuovi individui in sostituzione di quelli morti o irreversibilmente deperiti (sostituzione in proporzione 2:1).▪ Aumento della frequenza periodica ed estensione temporale del monitoraggio.
3. Stato delle popolazioni di specie target	<ul style="list-style-type: none">▪ Materializzazione del perimetro del popolamento di specie target con barriere fisiche rigide (per interferenze legate al disturbo antropozoogeno).▪ Analisi strumentali per verificare la presenza di eventuali alterazioni chimico-fisiche dei suoli.▪ Attività di eradicazione e adeguato smaltimento di specie alloctone invasive▪ Prelievo di germoplasma e conservazione <i>ex-situ</i> finalizzata al successivo rafforzamento delle popolazioni.▪ Aumento della frequenza periodica ed estensione temporale del monitoraggio.

Parametro descrittore	Azioni correttive
4. Stato delle comunità vegetali / habitat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Attività di eradicazione di specie alloctone invasive. ▪ Analisi strumentali per verificare la presenza di eventuali alterazioni chimico-fisiche dei suoli. ▪ Rimozione di rifiuti eventualmente presenti. ▪ Restauro dell'habitat mediante impianto di nuovi individui. ▪ Aumento della frequenza periodica ed estensione temporale del monitoraggio.

Le eventuali anomalie rilevate verranno descritte in forma di scheda o rapporto contenente: dati relativi alla rilevazione (data, luogo, dati stazionali, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore, documentazione fotografica, altri elementi), eventuali analisi ed elaborazioni effettuate (metodiche utilizzate, operatore analisi/elaborazioni), descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge e con i range di variabilità stabiliti), descrizione delle cause ipotizzate (attività/pressioni connesse all'opera, altre attività/pressioni di origine antropica o naturale non imputabili all'opera).

9.4 Articolazione temporale: frequenza e durata dei monitoraggi

Il presente PMA sviluppa in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività di monitoraggio ambientale. Le varie fasi avranno la finalità di seguito illustrata:

Monitoraggio ante-operam (AO). Si conclude prima dell'inizio di attività interferenti, e si prefigge lo scopo di):

- definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico, esistenti prima dell'inizio delle attività;
- rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'opera, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera;
- consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in corso d'opera, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente le valutazioni di competenza degli Enti preposti al controllo.

In questa fase si potranno acquisire dati precisi sulla consistenza floristica delle diverse formazioni vegetali, la presenza di specie alloctone, il grado di evoluzione delle singole formazioni vegetali, i rapporti dinamici con le formazioni secondarie. I rilievi verranno effettuati durante la stagione più idonea al rilevamento delle singole componenti.

Monitoraggio in corso d'opera (CO). Comprende tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti, e si prefigge lo scopo di:

- analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'opera, direttamente o indirettamente (es. allestimento del cantiere);
- controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
- identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase ante-operam, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione delle opere, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Il monitoraggio in fase di cantiere dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza, copertura e struttura delle cenosi precedentemente individuate (momento zero) e la variazione del contingente floristico di specie considerate specie target. Il monitoraggio verrà eseguito con particolare attenzione nelle aree prossime ai cantieri, dove è ipotizzabile si possano osservare le interferenze più significative.

Monitoraggio post-operam (PO). Comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio, per un numero minimo di anni 3, e si prefigge lo scopo di:

- confrontare gli indicatori definiti nello stato ante-operam con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'opera;
- controllare i livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori definiti nelle condizioni ante operam, sia degli altri eventualmente individuati in fase di costruzione;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione.

Il monitoraggio post-operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi vegetali precedentemente individuate e variazioni al contingente floristico e valutare lo stato delle opere di mitigazione effettuate.

9.5 Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio

L'area di indagine comprende l'intero buffer di 100 m rispetto al perimetro di cantiere indicato nel layout progettuale. All'interno dell'area buffer, in fase ante-operam saranno selezionate le superfici permanenti di monitoraggio sono stati inseriti all'interno di tale area buffer. Saranno inoltre individuati gli individui arborei da sottoporre a monitoraggio dello stato fitosanitario. Durante le fasi in corso e post-operam, sulla base di eventuali criticità ambientali non riscontrate precedentemente (es. il ritrovamento di taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico non ancora rilevati, il disseccamento di individui arborei in fase ante-operam, etc) saranno individuate ulteriori azioni o misure correttive al PMA, anche riguardanti la localizzazione dei siti di monitoraggio. Nel corso dello sviluppo delle fasi progettuali, la stessa localizzazione delle stazioni permanenti di monitoraggio potrà subire delle modifiche per le seguenti cause ostative: mancata possibilità di accesso in proprietà privata per assenza di autorizzazioni (fase ante-operam), mancata possibilità di accesso per impenetrabilità della vegetazione (ante-operam), modificazioni dello stato dei luoghi intercorse tra la data di monitoraggio ante-operam e l'inizio della fase in corso d'opera.

FASE ANTE OPERAM

Indicatori	Attività	Area di studio	Metodo indagine	Periodo (I-XII)	Frequenza	TOT campagne Ante Operam	Prodotti
Composizione e floristica intera area di studio	Indagini ad integrazione elenco floristico e ricerca eventuali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Area buffer	Ricerca floristica, determinazione sul campo ed ex situ	II-VII	1 indagine/mese	6	Aggiornamento elenco floristico, eventuali report integrativi taxa di interesse
Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi	Monitoraggio sullo stato fitosanitario individui fanerofitici non interferenti con gli interventi in progetto + verifica eventuali individui presso stazioni permanenti	Area buffer (individuo arborei più individui presso stazioni permanenti) + 5 punti random lungo tracciato viabilità in adeguamento e cavidotto	Indagini dendrometriche, analisi stato fitosanitario	IV-VI	1 /annualità	1	Restituzione dati + report annuali/fase
Stato delle popolazioni di specie target	Indagini popolazionali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Stazioni permanenti di monitoraggio	Presenza e coperture taxa di interesse per data superficie	Periodo idoneo per ciascun taxon	1 /annualità	1	Restituzione dati + report annuali/fase
Stato delle comunità vegetali / habitat	Indagini florovegetazionali	Stazioni permanenti di monitoraggio	Rilievi fitosociologici, verifica presenza taxa alloctoni o sinantropici/ruderali, verifica presenze e coperture taxa diagnostici, valutazione stato conservazione	Periodo idoneo per ciascuna comunità	1 /annualità	1	Restituzione dati + report annuali/per fase

FASE IN CORSO D'OPERA

Componente	Attività	Area di studio	Metodo indagine	Periodo (I-XII)	Frequenza	TOT campagne Corso d'opera	Prodotti
Composizione e floristica intera area di studio	Indagini ad integrazione elenco floristico e ricerca eventuali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Area buffer	Ricerca floristica, determinazione sul campo ed ex situ	III-V-VI-IX	1 indagine/mese	4/anno	Aggiornamento elenco floristico
Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi	Monitoraggio sullo stato fitosanitario individui fanerofitici non interferenti con gli interventi in progetto + verifica eventuali individui presso stazioni permanenti	Area buffer (individuo arborei più individui presso stazioni permanenti) + 5 punti random lungo tracciato viabilità in adeguamento e cavidotto	Indagini dendrometriche, analisi stato fitosanitario	IV-VI	1 /annualità	1/anno	Restituzione dati + report annuali/pe r fase
Stato delle popolazioni di specie target	Indagini popolazionali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Stazioni permanenti di monitoraggio	Presenza e coperture taxa di interesse per data superficie	Periodo idoneo per ciascun taxon	1 /annualità	1/anno	Restituzione dati + report annuali/fase
Stato delle comunità vegetali / habitat	Indagini florovegetazionali	Stazioni permanenti di monitoraggio	Rilievi fitosociologici, verifica presenza taxa alloctoni o sinantropici/ruderali, verifica presenze e coperture taxa diagnostici, valutazione stato conservazione	Periodo idoneo per ciascuna comunità	1 /annualità	1/anno	Restituzione dati + report annuali/pe r fase

FASE POST OPERAM

Componente	Attività	Area di studio	Metodo indagine	Periodo (I-XII)	Frequenza	TOT campagne Post Operam	Prodotti
Composizione e floristica intera area di studio	Indagini ad integrazione elenco floristico e ricerca eventuali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Area buffer	Ricerca floristica, determinazione sul campo ed ex situ	III-V-VI-IX	1 indagine/mese	min.12	Aggiornamento elenco floristico
Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi	Monitoraggio sullo stato fitosanitario individui fanerofitici non interferenti con gli interventi in progetto + verifica eventuali individui presso stazioni permanenti	Area buffer (individuo arborei più individui presso stazioni permanenti) + 5 punti random lungo tracciato viabilità in adeguamento e cavidotto	Indagini dendrometriche, analisi stato fitosanitario	IV-VI	1 /annualità	min.3	Restituzione dati + report annuali/pe r fase
Stato delle popolazioni di specie target	Indagini popolazionali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Stazioni permanenti di monitoraggio	Presenza e coperture taxa di interesse per data superficie	Periodo idoneo per ciascun taxon	1 /annualità	min.3	Restituzione dati + report annuali/fase
Stato delle comunità vegetali / habitat	Indagini floro-vegetazionali	Stazioni permanenti di monitoraggio	Rilievi fitosociologici, verifica presenza taxa alloctoni o sinantropici/ruderali, verifica presenze e coperture taxa diagnostici, valutazione stato conservazione	Periodo idoneo per ciascuna comunità	1 /annualità	min.3	Restituzione dati + report annuali/pe r fase
Piano di monitoraggio opere a verde	Monitoraggio stato fitosociologico di individui di nuova piantumazione e re-impiantati	Monitoraggio su min. 20+10 individui presso le superfici interessate da fasce/nuclei di vegetazione di nuova realizzazione	Stato fitosanitario	v. tab.	4+4+2	Min. 10	Restituzione dati + report annuali/pe r fase

10 PIANO DI MONITORAGGIO DELLE OPERE A VERDE

Il presente Piano di Monitoraggio è stato redatto sulla base di quanto disposto dal D.Lgs 152/2006, in relazione a quanto prescritto dalle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)” e in coerenza con le “Norme Tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale” (Linee Guida SNPA n. 28/2020).

Il monitoraggio delle opere a verde verrà eseguito mediante l'utilizzo di scheda di campo, da compilare in occasione delle ispezioni periodiche su un numero minimo di 20 individui impiantati, più eventualmente 10 individui spontanei interferenti, espianati e re-impiantati. Per ciascun individuo arbustivo ed arboreo messo a dimora, verranno rilevati i seguenti parametri descrittivi:

1. Stato vitale dell'esemplare;
2. Presenza/assenza di defogliazione;
3. Presenza/assenza di clorosi fogliare;
4. Presenza/assenza di necrosi;
5. Presenza/assenza di deformazioni.

Durante l'intero corso delle campagne di monitoraggio si provvederà inoltre alla verifica della presenza di eventuali taxa alloctoni invasivi.

Tabella 2 - Cronoprogramma delle attività di monitoraggio delle opere a verde

Attività	Anno	Mese a partire dalla messa a dimora											
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Verifica dello stato fitosanitario dei nuovi esemplari piantumati degli esemplari espianati e reimpiantati	1°	X		X			X						X
	2°			X			X			X			X
	3°						X						X

** solo per il secondo anno di impianto.

Gli esiti del monitoraggio, corredati da idoneo materiale fotografico, verranno forniti mediante redazione di report annuale.

La scelta delle specifiche azioni correttive da applicare dovrà essere valutata sulla base della effettiva causa, certa o presunta, responsabile dell'alterazione rilevata.

Tabella 3 - Azioni correttive da adottare sulla base degli esiti dei monitoraggi

Parametro descrittore	Indicatore	Azione correttiva
1. Stato vitale individuo di nuova piantumazione	Individuo non vitale	Sostituzione individuo rapporto 1:1
	Individuo vitale	-
2. Stato vitale individuo espantato/re-impiantato	Individuo non vitale	Sostituzione individuo rapporto 2:1
	Individuo vitale	-
3. Presenza/assenza di criticità fitosanitarie	Presenza di criticità fitosanitarie	- Repentina comunicazione al professionista progettazione e gestione opere a verde (Dott. Agronomo) - Estensione temporale del monitoraggio per l'individuo in oggetto.
Presenza/assenza di taxa alloctoni invasivi	Presenza di taxa alloctoni invasivi	- Eradicazione - Estensione temporale del monitoraggio.
	Assenza di taxa alloctoni invasivi	-