



Comune di
Tempio Pausania
Regione Sardegna



Comune di
Aglientu



NUOVO IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA "CAMPOVAGLIO" NEI COMUNI DI TEMPIO PAUSANIA - AGLIENTU (SS)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Acciona Energia Global Italia S.r.l.
Via Achille Campanile, 73
00147 - Roma
Phone: (+39) 06 50514225
PEC: accionaglobalitalia@legalmail.it



PROPONENTE

QUADRO PROGETTUALE



STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

TIMBRI E FIRME

Coordinatore e responsabile delle attività: Dott. ing. Giorgio Efisio DEMURTAS

Consulenza studi ambientali: dott. for. Piero RUBIU

SIATER s.r.l. VIA CASULA N. 7 - 07100 - SASSARI



CONSULENZA



Studio Gioed

VIA IS MIRRIONIS N. 178 - 09121 - CAGLIARI

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	AGOS/2023
COD. LAVORO	576/SR
TIPOLOGIA LAVORO	I
SETTORE	G
N. ATTIVITA'	01
TIPOLOGIA ELAB.	RS
TIPOLOGIA DOC.	E
ID ELABORATO	1A
VERSIONE	0

REDATTO

dott. Piero A. RUBIU

CONTROLLATO

ing. Roberto SESENNA

APPROVATO

ing. Luca DEMURTAS

ELABORATO

V1.1A

INDICE

1. PREMESSA.....	5
1.1 INTRODUZIONE.....	6
1.2 AZIENDA PROPONENTE IL PROGETTO	7
1.3 GIUSTIFICAZIONE DELL'OPERA	7
1.4 FRUITORI DELL'OPERA.....	8
2. ANALISI POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO.....	9
2.1 PREMESSA.....	9
2.2 DATI ECONOMICI E DEMOGRAFICI DEL TERRITORIO COMUNALE DI TEMPPIO PAUSANIA	9
2.2.1 <i>Inquadramento generale.....</i>	<i>9</i>
2.2.2 <i>Inquadramento storico demografico del Comune di Tempio Pausania.....</i>	<i>10</i>
2.2.3 <i>Geografia, Anagrafe e Statistica.....</i>	<i>13</i>
2.2.4 <i>Effetti sull'economia locale.....</i>	<i>16</i>
2.2.5 <i>Benefici economici prevedibili per il Territorio.....</i>	<i>17</i>
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO E AUTORIZZATIVO.....	20
3.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ENERGIE RINNOVABILI	20
3.1.1 <i>Emissioni.....</i>	<i>21</i>
3.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO NAZIONALE E REGIONALE.....	22
3.3 ELENCO DELLE AUTORIZZAZIONI, NULLA OSTA, PARERI COMUNQUE DENOMINATI E DEGLI ENTI COMPETENTI PER IL LORO RILASCIO	27
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMBIENTALE.....	29
4.1 USO DEL SUOLO NELLE AREE INTERESSATE ALLA COSTRUZIONE DEI GENERATORI	31
4.2 QUADRO DI SINTESI DEL CONTESTO AMBIENTALE	33
5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO EOLICO.....	34
5.1 CRITERI PROGETTUALI	35
5.2 DESCRIZIONE GENERALE OPERE ELETTRICHE.....	35
5.3 IDENTIFICAZIONE DEI VERTICI DEL POLIGONO RACCHIUDENTE L'AREA DI PERTINENZA DELL'IMPIANTO E POSIZIONAMENTO AEROGENERATORI	36
5.4 POTENZIALE EOLICO.....	37
5.4.1 <i>Anemologia del parco eolico "Campovaglio".....</i>	<i>37</i>
5.5 REQUISITI TECNICI IMPIANTO EOLICO	40
5.5.1 <i>Opere elettromeccaniche.....</i>	<i>40</i>
5.5.2 <i>Caratteristiche tecniche aerogeneratori.....</i>	<i>40</i>
5.5.3 <i>Cabina di consegna utente.....</i>	<i>42</i>
5.5.4 <i>BATTERY Energy Storage Systems (BESS) -Sistema di accumulo.....</i>	<i>43</i>
5.5.5 <i>Fasi di montaggio dell'aerogeneratore.....</i>	<i>47</i>
5.5.6 <i>Sistema di accumulo BESS.....</i>	<i>48</i>
6. OPERE CIVILI.....	50

6.1	ASPETTI GENERALI DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO ED INTERNA AL PARCO EOLICO	50
6.1.1	Caratteristiche delle strade di accesso al parco.....	50
6.1.2	Caratteristiche delle strade interne al parco.....	50
6.1.3	Drenaggio delle acque superficiali ed interferenze con l'idrografia esistente.....	51
6.1.4	Composizione e struttura delle strade.....	51
6.2	QUADRO GENERALE DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AL PARCO EOLICO "CAMPOVAGLIO"	53
6.3	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ ESTERNA DI ACCESSO AL PARCO EOLICO.....	54
6.4	ADEGUAMENTI VIABILITÀ INTERNA AL PARCO EOLICO CAMPOVAGLIO.....	55
6.5	FONDAZIONE DEGLI AEROGENERATORI	57
7.	ALTERNATIVE DI PROGETTO E OPERE DI MITIGAZIONE.....	59
7.1	ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE	59
7.2	ALTERNATIVE PROGETTUALI	61
7.3	ALTERNATIVA "ZERO"	61
7.4	ALTERNATIVA 1: IMPIANTO EOLICO CON WTG DI MINORE TAGLIA	63
7.5	AZIONI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI CONDOTTI SIN DALLA FASE DI PREFATTIBILITÀ, DI PROGETTO, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO	63
7.5.1	Misure di compensazione per la perdita di naturalità.....	66
8.	PRIMI ELEMENTI RELATIVI AL SISTEMA DI SICUREZZA PER LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO.....	67
8.1	PIAZZOLE NECESSARIE PER LA CANTIERIZZAZIONE DEGLI AEROGENERATORI.....	67
8.2	SCAVI E SBANCAMENTI.....	70
8.3	SPECIFICHE DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AI CANTIERI E VALUTAZIONE DELLA SUA ADEGUATEZZA, IN RELAZIONE ALLE MODALITÀ DI TRASPORTO DELLE APPARECCHIATURE.....	71
8.4	MONTAGGIO DELLE APPARECCHIATURE.....	72
8.5	INDICAZIONI E ACCORGIMENTI.....	74
8.5.1	Indicazione degli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli per le persone	74
8.5.2	Descrizione del ripristino dell'area cantiere.....	74
8.6	CRONOPROGRAMMA.....	74
9.	RIEPILOGO DEGLI ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI DEL PROGETTO	77
9.1	GENERALITÀ.....	77
9.2	COSTI DELL'INVESTIMENTO INIZIALE.....	78
9.3	SVILUPPO DELL'INIZIATIVA	78
9.4	INSTALLAZIONE DEGLI AEROGENERATORI	78
9.5	OPERE ACCESSORIE ED INFRASTRUTTURE	79
9.6	L'ALLACCIAMENTO	79
9.7	COSTI DI FUNZIONAMENTO E PRODUZIONE	80
9.8	QUADRO ECONOMICO D'IMPIANTO	81
9.9	STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE E DI RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI	82

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Potenza installata totale, previsione di tendenza per il 2022, confronto con Germania e Spagna – fonte ANEV	6
Figura 2 – Inquadramento territoriale generale e vista aerea delle posizioni degli aerogeneratori del parco eolico "Campovaglio" nell'isola territoriale comunale di Tempio Pausania e viabilità interna al parco.	10
Figura 3- Carta delle componenti di paesaggio.....	31
Figura 4 Uso del Suolo in cui ricadono i generatori. Elaborazione dalla cartografia dell'uso del suolo della Regione Sardegna (2008) e uso reale del suolo (da foto interpretazione e sopralluoghi di campo)	32
Figura 5– Vista satellitare del parco eolico “Campovaglio con posizioni degli aerogeneratori e viabilità interna al parco (in verde strade esistenti da adeguare, in rosso nuova viabilità e in magenta modifiche a brevi tratti di viabilità esistente funzionali solo alla cantierizzazione.	34
Figura 6 – Individuazione Poligonale parco eolico “Campovaglio”.	37
Figura 7 – Analisi dei dati anemometrici, simulazioni 2022 e 2000-2023: istogramma delle frequenze della velocità media e dell’energia a 159 m di altezza.	38
Figura 8 – Variazione della velocità media del vento nei diversi mesi dell’anno.	38
Figura 9 – Energia del singolo aerogeneratore in relazione alla frequenza della velocità del vento.....	39
Figura 10 – Sintesi della simulazione dell’energia totale lorda del parco eolico Campovaglio.	39
Figura 11 – Sintesi della simulazione dell’energia totale netta prodotta dal parco eolico Campovaglio.	39
Figura 12 – Vista prospettica e laterale dell’aerogeneratore NORDEX N163 6.X da 7,0 MW.	41
Figura 13 – Schema della navicella dell’aerogeneratore NORDEX N163 6.X da 7,0 MW	42
Figura 14 I diversi servizi erogabili dai sistemi Storage	44
Figura 15 – Fasi di montaggio della gru principale e della torre dell’aerogeneratore.....	48
Figura 16 – Viabilità interna di accesso al parco eolico Campovaglio.	53
Figura 17 – Percorso complessivo dal porto di Olbia all’area di trasbordo, tramite la SS 125 e la SS131.	54
Figura 18 – Quadro d’unione viabilità interna area parco eolico “Campovaglio” (in verde le piste esistenti oggetto di solo adeguamento e in rosso i tratti di pista di nuova viabilità; in magenta tratti di pista di cantiere eventualmente da mantenere a fine lavori per interventi di manutenzione straordinaria).....	55
Figura 19 – Viabilità interna parco eolico “Campovaglio” per l’accesso agli aerogeneratori WTG 1-2-3-4 (in verde le piste esistenti oggetto di solo adeguamento e in rosso i tratti di pista di nuova viabilità; in magenta tratti di pista di cantiere eventualmente da mantenere a fine lavori per interventi di manutenzione straordinaria).	56
Figura 20 – Viabilità interna parco eolico “Campovaglio” per l’accesso agli aerogeneratori WTG 5-7-8 e WTG 6-9 e WTG 10 -11 (in verde le piste esistenti oggetto di solo adeguamento e in rosso i tratti di pista di nuova viabilità.	56
Figura 21 – Schema tipo della fondazione dell’aerogeneratore, con plinto a tronco di cono.....	57
Figura 22 – Schema tipo della fondazione dell’aerogeneratore ed eventuali consolidamento del terreno con colonne di jet-grouting.....	58
Figura 23 - Piazzola di montaggio; 1. Strada di accesso; 2. Blocchi ausiliari; 3. Area di assemblaggio della torre; 4. Area di lavoro gru principale; 5. Area di stoccaggio; 6. Blocchi di ancoraggio - controvento.	68
Figura 24 – Schema di area di montaggio della gru principale su terreno in pendenza.....	69
Figura 25 - Fasi di montaggio della gru principale.....	69
Figura 26 - Caratteristiche dimensionali di esempio dei mezzi di trasporto convenzionali dei pezzi dell’aerogeneratore.	72

Figura 27 – Fasi di montaggio della torre dell’aerogeneratore.....73

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Previsione di occupazione (ingegneri, tecnici, operai) in fase di progettazione, realizzazione e gestione dell’impianto.....	17
Tabella 2 Principali obiettivi su energia e clima dell’UE e dell’Italia al 2020 e al 2030.....	21
Tabella 3 – Ubicazione planimetrica aerogeneratori di progetto, sistema di riferimento UTM-WGS 84.....	36
Tabella 4– Specifiche principali WTG Nordex 163 – 6.X.....	41
Tabella 5 Simulazione producibilità attesa.....	62
Tabella 6– Benefici ambientali attesi- mancate emissioni di inquinanti	62
Tabella 7 Distanza tra gli aereogeneratori	64
Tabella 8 – Quadro economico di dismissione parco eolico di “Campovaglio”	83

1. PREMESSA

Il presente elaborato è parte integrante dello Studio d'Impatto Ambientale relativo al parco eolico, denominato "CAMPOVAGLIO" in Comune di Tempio Pausania e Aglientu (provincia di Sassari). Il Parco Eolico è sito nel Comune di Tempio Pausania, nell'isola amministrativa a nord di Luogosanto, tra le frazioni Bassacutena e San Pasquale; parte del cavidotto elettrico e la cabina utente di connessione alla linea elettrica nazionale ricadono invece nel territorio confinante di Aglientu.

Il progetto prevede l'installazione di 11 aerogeneratori del tipo NORDEX N163 6.X o similare. Gli aerogeneratori hanno potenza nominale fino a 7,0 MW, per una potenza complessiva del parco eolico massima di 77 MW. L'altezza delle torri sino al mozzo (HUB) è fino a 158.5 m, il diametro delle pale è fino a 163 m, per un'altezza complessiva della struttura fino a 240 m. È, inoltre, previsto, a integrazione dell'impianto, un sistema di accumulo fino a 20 MW per una potenza totale richiesta in connessione massima di 97 MW.

1.1 Introduzione

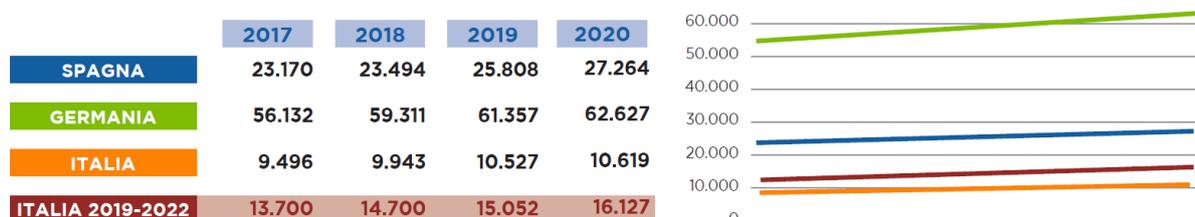
Il vento è una risorsa globalmente diffusa sul nostro pianeta: si calcola che il 9% dell'energia solare si trasforma in eolica, poiché soffiano venti il cui potenziale energetico è stimato a oltre 50.000 TWh annui. La risorsa eolica mondiale disponibile e tecnicamente sfruttabile è quattro volte l'energia elettrica consumata dal pianeta, e permetterebbe di evitare di bruciare 3.000 milioni di tonnellate di combustibile fossile e conseguentemente di espellere nell'atmosfera 13.000 milioni di tonnellate di CO2 ed altri gas responsabili dell'effetto serra.

L'industria eolica mondiale alimenta un mercato di 10 miliardi di euro e ha generato oltre 200.000 nuovi posti di lavoro, si prevede che nel 2025 il 10% del fabbisogno di energia elettrica del pianeta sarà fornito dal vento. La preoccupazione crescente per il problema ambientale, così come per il preservarsi della biodiversità e la salute pubblica, ha contribuito ad una presa di coscienza del problema energetico da parte dei governi di numerosi paesi ed ha portato alla stipula di un concordato per affrontarne le conseguenze. La terza conferenza mondiale sul tema tenutasi a Kyoto nel Dicembre del 1997 ha posto un limite all'incremento dei gas serra.

La Comunità Europea ha stabilito di produrre il 32% del fabbisogno energetico totale europeo esclusivamente da fonti rinnovabili entro il 2030, un obiettivo molto ambizioso sul tema della salvaguardia dell'ambiente e la riduzione dei gas serra che al raggiungimento della data prefissatasi non si può dire raggiunto, ma si deve dare evidenza comunque di una crescita verso una produzione energetica cosciente e rinnovabile che ad oggi vede quote di risorse rinnovabili variabili ampiamente tra i Paesi dell'Unione, andando a coprire oltre il 30% del consumo finale lordo di energia in Austria, Danimarca, Finlandia, Lettonia e Svezia, o restando al 10% (o meno) in Stati come Belgio, Cipro, Lussemburgo, Malta o Paesi Bassi, mentre l'Italia si attesta al 17%.

In Italia nel 2020 l'installato eolico ha superato i 10,6 GW che hanno consentito di produrre un quantitativo di energia pulita di circa 18TWh, con un risparmio superiore ai 20 milioni di barili di petrolio e oltre 10 milioni di tonnellate di emissioni risparmiate di CO2.

Figura 1 Potenza installata totale, previsione di tendenza per il 2022, confronto con Germania e Spagna – fonte ANEV



Il raggiungimento di questo obiettivo assieme allo stabilizzarsi di una situazione ambientale sostenibile che consenta il miglioramento del livello attuale di benessere, esige una profonda modifica del modello attuale di produzione di energia, cosa che non può che avvenire attraverso una progressiva sostituzione di tutte le fonti fossili con fonti pulite e rinnovabili.

I vari sistemi di sfruttamento delle diverse fonti rinnovabili hanno raggiunto attualmente un differente grado di maturazione tecnologica. Per alcune fonti lo sfruttamento non è al momento percorribile economicamente. Tuttavia in qualche caso si è raggiunto un livello di maturazione tecnologica tale da rendere possibile il realizzarsi di un grado di utilizzo compatibile con gli obiettivi fissati. È il caso dell'energia eolica che per le sue caratteristiche tecniche, ambientali e socio economiche, risponde alle esigenze di diversificazione energetica e di riduzione del livello di contaminazione atmosferica che lo stato attuale impone.

L'obiettivo è la realizzazione, nell'area di progetto sita nel comune di Tempio Pausania, di un impianto che possa utilizzare in modo razionale le fonti energetiche rinnovabili ed in particolare la risorsa eolica disponibile nell'area per la produzione di energia elettrica non inquinante, così da coprire, seppure in maniera parziale, il fabbisogno energetico della comunità locale.

1.2 Azienda proponente il progetto

La società Acciona Energia Global Italia srl con sede legale a Roma, è una società, promotrice del progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica con potenza massima di 77 MW ubicato nel comune Tempio Pausania. Acciona Energia Global Italia srl rappresenta uno dei principali operatori in Italia e all'estero nel settore della produzione di energia da fonte rinnovabile, particolarmente impegnato nel campo dell'energia derivante da fonte eolica.

Acciona è un leader globale nel settore delle energie rinnovabili e rappresenta il quarto produttore al mondo di energia eolica. Con una solida base di sviluppo, risorse di prima classe e capacità operativa leader del mercato, ha avuto uno sviluppo eccezionale negli ultimi anni ed è attualmente presente da leader sul mercato.

1.3 Giustificazione dell'opera

L'opera ha una sua giustificazione intrinseca per il fatto di promuovere e realizzare la produzione energetica da fonte rinnovabile, quindi con il notevole vantaggio di non provocare emissioni (liquide o gassose) dannose per l'uomo e per l'ambiente. Inoltre, ai sensi della Legge n. 10 del 9 gennaio 1991, indicante *"Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"* e con particolare riferimento all' Art. 1 comma 4, l'utilizzazione delle fonti rinnovabili è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini della applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.

L'opera in oggetto si inserisce nel contesto nazionale ed internazionale come uno dei mezzi per contribuire a ridurre le emissioni atmosferiche nocive come previsto dal protocollo di Kyoto del 1997, che anche l'Italia, come tutti i paesi della Comunità Europea, ha ratificato.

Sulla base degli studi anemologici realizzati, la produzione di questo impianto è in grado di garantire un contributo consistente in termini energetici al fabbisogno locale.

1.4 Fruitori dell'opera

Il fruitore dell'opera è principalmente la Regione Sardegna ed i comuni adiacenti all'opera per le seguenti ragioni:

- ✓ ritorno di immagine legato alla produzione di energia pulita; importante fonte energetica rinnovabile;
- ✓ presenza sul territorio di un impianto eolico, oggetto di visita ed elemento di istruzione per turisti e visitatori (scuole, università, centri di ricerca, ecc.);
- ✓ incremento della occupazione locale in fase di realizzazione ed esercizio dell'impianto, dovuto alla necessità di effettuare con ditte locali alcune opere accessorie e funzionali (interventi sulle strade di accesso, opere civili, fondazioni, rete elettrica); ricadute occupazionale anche per interventi di manutenzione;
- ✓ creazione di un indotto connesso, legato all'attività stessa dell'impianto: agriturismi, ristoranti, bar, alberghi, ostelli, ferramenta, ecc...
- ✓ specializzazione della manodopera locale e possibilità future di collocazione nel mondo del lavoro;
- ✓ sistemazione e valorizzazione della rete stradale rurale esistente nell'area del parco eolico in progetto;
- ✓ Opere di compensazione ambientale sul territorio, con nuova piantumazione boschiva e creazione di opere atte alla prevenzione degli incendi.

2. ANALISI POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO

2.1 Premessa

L'inserimento di un parco eolico all'interno di un territorio crea in esso numerosi effetti. Rilevanti sono gli effetti indotti sullo sviluppo socio-economico delle comunità che vivono nell'intorno del parco. In particolar modo si hanno risvolti positivi a livello occupazionale diretto, indiretto ed indotto nella zona dalla presenza del parco eolico, sia temporanea per la realizzazione dell'opera (cantiere di circa 20 mesi), sia permanente per la manutenzione e gestione dell'impianto.

Per capire e definire l'entità di questa influenza sugli aspetti socio – economici è indispensabile conoscere i dati demografici ed economici del territorio, infatti l'impatto generato dall'inserimento di un parco eolico è influenzato da molti fattori come:

- la grandezza del territorio;
- il bilancio demografico;
- la sua posizione;
- l'economia principale;
- la presenza o meno di attività industriali e la tipologia delle stesse.

In questo paragrafo si analizzeranno i dati demografici ed economici dei comuni interessati dal parco eolico in Comune di Nulvi, evidenziando le possibili ricadute socio-economiche legate ad esso

2.2 Dati economici e demografici del territorio comunale di Tempio Pausania

2.2.1 Inquadramento generale

Il parco eolico "Campovaglio" è ubicato nell'isola amministrativa di Tempio Pausania, a circa 30 km dal centro abitato di Tempo P.; l'area interessata si colloca tra la frazione Bassacutena e San Pasquale, su pianori e rilievi collinari posti su altitudini comprese mediamente tra 70 e 140 m s.l.m. circa. Di architettura sostanzialmente rurale, l'area è circondata da boschi di querce e ulivi e formazioni granitiche. L'area appartiene al bacino idrografico del Fiume Liscia e in particolare del sottobacino del fiume Bassacutena, affluente in sinistra idrografica.

Cartograficamente il territorio in cui ricadono gli aerogeneratori risulta racchiuso:

- nel foglio 427 Tavola I, "Bassacutena", dell'I.G.M.I. in scala 1:25.000;
- nelle sezioni 427 040 "PORTO POZZO", 427 070 "CAMPOROTONDO" e 427 080 "BASSACUTENA" della cartografia tecnica della Regione Sardegna in scala 1:10.000;
- nel Foglio 427 - "Luogosanto" del quadro di unione della cartografia geologica ufficiale in scala 1:50.000 (Progetto CARG).

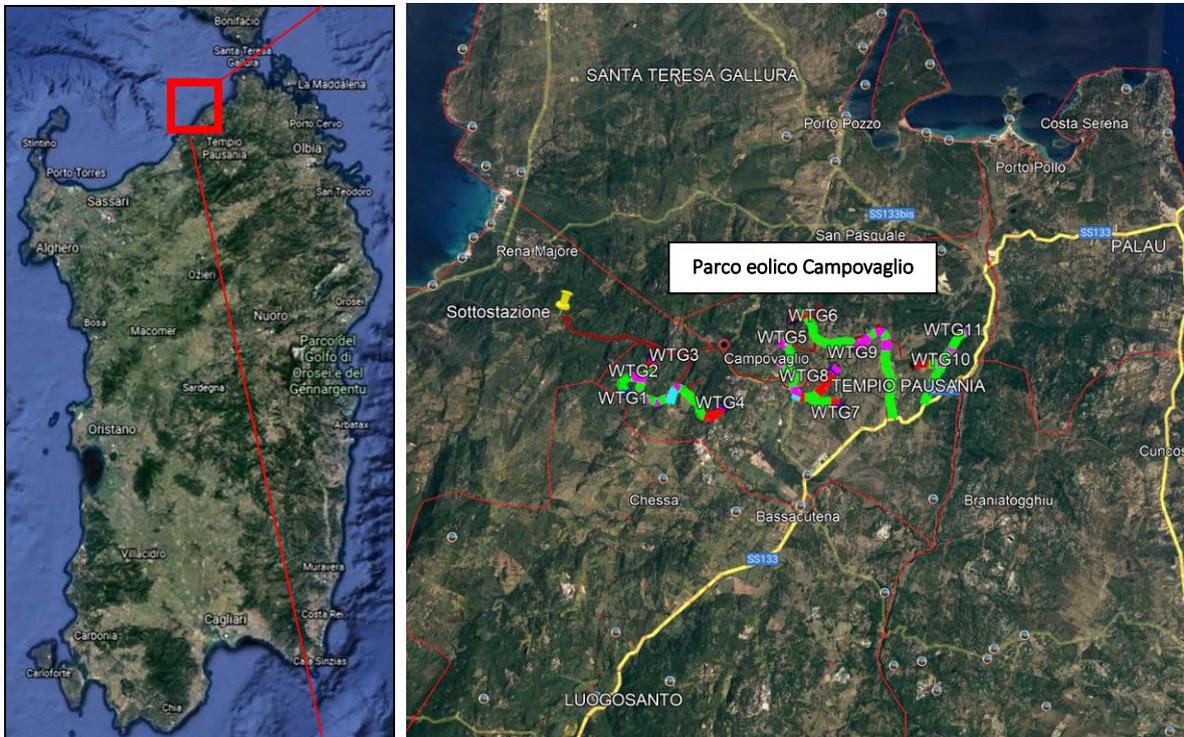


Figura2 – Inquadramento territoriale generale e vista aerea delle posizioni degli aerogeneratori del parco eolico "Campovaglio" nell'isola territoriale comunale di Tempio Pausania e viabilità interna al parco.

2.2.2 Inquadramento storico demografico del Comune di Tempio Pausania

Tempio Pausania è un comune italiano di 13 211 abitanti della provincia di Sassari in Sardegna. Dal 2005 al 2016 è stato capoluogo insieme a Olbia dell'ex provincia di Olbia-Tempio, ora provvisoriamente sostituita dalla zona omogenea di Olbia-Tempio per l'esercizio autonomo delle funzioni provinciali nell'ambito della provincia di Sassari. Con la riforma degli enti locali Sardi del 2021, Tempio Pausania condividerà il capoluogo dell'istituenda Provincia del Nord-Est Sardegna con la città di Olbia.

Situato nel cuore della Gallura, ai piedi del monte Limbara, è sede di un tribunale, conta varie scuole superiori e un ospedale civile, nonché di una sede vescovile cattolica (diocesi di Tempio-Ampurias). La denominazione "Pausania" venne aggiunta alla fine dell'Ottocento ad indicare Phausania, la prima sede vescovile in Gallura, secondo alcuni, località medioevale sorta sui ruderi della Olbia romana o nelle sue vicinanze, anche se al momento non vi sono evidenze storico-archeologiche che lo provino.

Vi si trova la sede dei tribunali civile e penale, con competenza sull'intera Gallura, uffici finanziari, sede locale dell'Agenzia delle entrate, conservatoria dell'Agenzia del territorio, e previdenziali (INPS), uffici della zona omogenea di Olbia-Tempio subentrata alla soppressa provincia nell'esercizio delle funzioni provinciali (già sede condivisa della Presidenza e del Consiglio), uffici regionali con competenza provinciale (Servizio demanio e patrimonio di Tempio-Olbia, Servizio territoriale

della Gallura dell'Agenzia ARGEA Sardegna (ex ERSAT), Servizio territoriale del Corpo forestale e di vigilanza ambientale, Ispettorato ripartimentale di Forestas, sede dell'unione di comuni "Alta Gallura", comprendente 10 comuni, sede del sistema bibliotecario Anglona-Gallura, sede del Dipartimento della ricerca per il sughero e la silvicoltura dell'Agenzia AGRIS Sardegna, ex Stazione sperimentale del sughero), stadio calcistico (stadio Nino Manconi, omologato per la serie B), sede vescovile (diocesi di Tempio-Ampurias)..

Delle prime forme di frequentazione e popolamento del territorio in epoca preistorica prenuragica sono testimonianza gli strumenti in selce ed ossidiana risalenti al neolitico e di contenitori ceramici dell'eneolitico di probabile utilizzo pastorale sulle falde del Monte Limbara, della cultura di Abealzu-Filigosa.

Maggiori tracce testimoniano l'insediamento di gruppi in epoca nuragica (dal 1800 a.C.), di cui sono testimonianza il villaggio sotto roccia del Monte Lu Finocchiu, le tombe di Monte di Deu e i nuraghi Izzana, Agnu (nella tipologia a "corridoio", maggiormente tipica della Gallura), Polcu (a thòlos) e Maiori (a tipologia mista corridoio-tholos), spesso accomunate dall'integrazione tra strutture architettoniche e rocce circostanti. La presenza fino all'Ottocento del nuraghe di Monti Pinna (citato dall'Angius), la denominazione del rione "lu Naracu" e scavi condotti nell'attuale piazza Gallura hanno rivelato i resti di un villaggio nuragico anche in corrispondenza della parte alta dell'area centrale della città.

In età romana imperiale (I secolo a.C.) alcune ipotesi vi individuano il centro romano di Gemellae, nei pressi della vicina Calangiani (oggi Calangianus), citato dall'Itinerarium Antonini del III secolo d.C. sull'itinerario sulle strade per Olbia (via Tertium, l'odierna Telti) e Tibula (forse l'odierna Castelsardo), da dove proseguiva per Turrus Libisonis (oggi Porto Torres). Altri studi collocano Gemellae in località Milizzana (ai piedi del Monte Limbara), tra San Lorenzo e San Giorgio (nei pressi delle Fonti di Rinaggiu) o – come oggi sembra più probabile – a Monte Rennu (sul Coghinias, nei pressi di Perfugas). Un'altra ipotesi più recente individua a Tempio il santuario rurale "Hereum" di Tolomeo, dedicato a Era-Giunone[4].

Sono stati trovati resti romani (miliari, resti di antiche strade e di murature in mattoni) nella zona di Milizzana (località Tanca di li Frati) situata nei pressi della zona industriale, il cui toponimo potrebbe derivare dall'insediamento di un'antica milizia romana (forse una doppia legione o una coorte ausiliaria gemina composta da sardi e corsi, avamposto militare per il controllo delle popolazioni dei Còrsi che abitavano l'interno della Gallura e dei Balari che abitavano il Monteacuto a sud del Limbara poteva avervi posto le basi per lottare contro le popolazioni indigene che vivevano nei pressi dell'odierno centro cittadino con insediamenti nuragici nei quartieri Monti Pinna e San Pietro.

Citata come Templo per la prima volta nel 1173 in un atto tra la Primaziale di Pisa e il vescovo di Civita (oggi Olbia) e successivamente come Villa Templi, in periodo giudiciale diviene capoluogo della Curatoria di Gemini, una delle divisioni amministrative del giudicato di Gallura. Nel XIII secolo ha inizio la costruzione delle chiese di San Pietro, di Santa Croce e del Rosario che costituiranno il nucleo del centro abitato.

Nel 1296 con la morte di Nino Visconti (citato da Dante nella Divina Commedia), il giudicato di Gallura cade in mano pisana. A Nino Visconti la tradizione popolare attribuisce la presenza di una residenza a Tempio individuandola in un modesto edificio del centro storico nei pressi di piazza Gallura in cui sono effettivamente inglobati alcuni resti di un'architettura medioevale (altri resti medioevali sono incastonati in altri edifici del centro). Pur considerando, come

ipotesi, la propensione delle corti giudicali ad itinerare tra la capitale (Civita, l'attuale Olbia) e i maggiori centri del Giudicato[6], non sussistono comunque evidenze storiche a comprova di questa attribuzione.

Conquistata la Sardegna dagli Aragonesi (1324), in periodo del regno di Sardegna nella corona d'Aragona, viene menzionata nel Rationes decimarum Italiae: Sardinia (1346-1350) come de Tempio. In tutta la Gallura nel corso del secolo scompaiono più di sessanta piccoli centri) e Intorno alla metà del Trecento la Gallura Gemini viene infeudata dagli aragonesi a Guglielmo di Podio e risulta interessata per oltre mezzo secolo dalle rivolte filo-arboresni.

Nel 1720 si conclude la guerra della Quadruplice Alleanza, in virtù del trattato dell'Aia la Sardegna viene ceduta ai Savoia. Nel Settecento Tempio è oggetto di forte incremento demografico. Nel 1756 il Marchese di Rivarolo scriveva riferendosi a Tempio *"La maggior parte dei cavalieri di detta villa, che è una delle più popolate e cospicue del Regno, vivono di contrabbando e tengono mano alle rapine dei banditi"*. Alla fine del Settecento Tempio conta 4.500 abitanti. Nel 1808 nella parte settentrionale del territorio comunale e sui resti del villaggio di Longosardo, venne dato avvio alla fondazione del borgo di Santa Teresa, promosso da Vittorio Emanuele I.

Con Regio Editto del 4 maggio 1807 Tempio diviene sede di Prefettura (il territorio comprende la Gallura e l'Anglona). Nei primi decenni dell'Ottocento conta 5.827 abitanti ed è una popolosa città dell'isola. Nel 1821 Tempio raggiunge 7.000 abitanti, ma con la riorganizzazione amministrativa della Sardegna la Prefettura di Tempio viene soppressa ed accorpata a quella di Ozieri.

Nel corso dell'Ottocento si rafforza progressivamente il potere della nobiltà locale, fedele alla casa sabauda, e Tempio acquista una caratteristica peculiare con severi e dignitosi palazzi multipiano in cantoni di granito a vista legati da argilla, che riecheggiano quelli della vicina Corsica, ai quali erano sospesi enormi balconi di legno retti da mensole lignee. Nel 1833 Tempio diviene capoluogo della nuova Provincia di Gallura, la più estesa dell'isola con 2.138 km². Con Regio Diploma del 10 settembre 1836 viene elevata al rango di Città da re Carlo Alberto che l'aveva visitata nel 1829 e nel 1837 diviene sede di una sette Prefetture giudiziarie in cui è divisa l'isola.

Con la riforma amministrativa (Decreto Rattazzi n.3702 del 23 ottobre 1859) e l'unità d'Italia viene drasticamente ridotto il numero delle province e la Sardegna viene divisa in sole due province (Cagliari e Sassari). Tempio, come molte altre città in Italia, viene declassata a capoluogo di Circondario sede di Sottoprefettura con estensione di 906,70 km². Il territorio si estendeva da Longosardo, oggi Santa Teresa di Gallura, a San Teodoro, comprendendo aree un tempo spopolate e oggi denominate "Costa Smeralda".

Nel 1870, con il contributo dei comuni della Gallura venne riqualificato il porto di Terranova e nel 1888 viene inaugurata la ferrovia per Monti sulla linea per i porti di Terranova Pausania, oggi Olbia, e Golfo Aranci.

Alla fine dell'Ottocento viene aggiunta la denominazione "Pausania" al nome Tempio, probabilmente in riferimento all'antica sede vescovile di "Phausania" (villaggio sorto sui ruderi o nei pressi della Olbia romana, in cui è attestata la prima sede vescovile gallurese), all'epoca presente anche nella denominazione del comune di Terranova Pausania. Nel R.D. n. 4960 del 3 luglio 1879 compare infatti la denominazione "Tempio Pausania", che verrà poi adottata dagli uffici postali e

gradatamente dall'inizio del XX secolo nei documenti ufficiali. La parola "Phausania" ha origine dal toponimo "Pasana", fiume che scorre nella valle di Terranova e sfocia nel mare del Golfo di Olbia.

Al censimento del 1901 Tempio Pausania, con il suo vasto comune, raggiunge i 14.573 abitanti (di cui circa il 50% residente nelle campagne) e costituisce ancora il quarto comune della Sardegna (dopo Cagliari 53.057, Sassari 38.053 e Iglesias 20.874, precedendo per dimensione altre città dell'isola come Alghero 10.741, Ozieri 9.555, Quartu Sant'Elena 8.510, Oristano 7.107 e Nuoro 7.051). Nel censimento del 1931 aveva 15.165 abitanti, nel 1940 15.752, di cui il 56% viveva ancora nelle campagne.

Il 20 gennaio 1915 vi viene fondata la Brigata Sassari con la sede del 152^o reggimento di Fanteria, costituito da oltre 3000 soldati. Vi ha sede la prima sezione in Sardegna del Partito Sardo d'Azione e del Fascio dei Combattenti. Nel 1927 vengono soppressi in Italia i circondari e le sottoprefetture, ma Tempio resta comunque sede degli uffici pubblici della Gallura (tra cui il Tribunale, gli uffici finanziari e il Catasto). Nel 1933 Tempio diviene inoltre sede del 59^o Reggimento Fanteria "Calabria" (che si insedia nella caserma dedicata a Francesco Fadda) e negli anni quaranta del comando della 4^a Brigata Costiera.

Nel dopoguerra vennero gradatamente dismessi gli insediamenti militari della città (la sede della Brigata Sassari nella caserma Fadda e l'ospedale militare) mentre altri ancora in corso di realizzazione non trovarono completamento (complesso militare della Pischinaccia).

Nel corso del XX secolo con il ripopolamento delle coste, numerose sue frazioni ottengono l'autonomia comunale riducendone drasticamente l'estensione comunale (Santa Teresa nel 1821, Arzachena nel 1922, Luogosanto nel 1954, Palau e Aglientu nel 1959, Telti nel 1963, infine Loiri-Porto San Paolo nel 1979) mentre con la crescita di importanza economica e demografica di Olbia che ne ha fatto il vero centro economico e turistico della Gallura, la città di Tempio ha mantenuto il ruolo di centro di servizi amministrativi (tribunale, agenzia delle entrate, uffici regionali), e dell'istruzione (scuole superiori e sede staccata di università) dell'Alta Gallura[senza fonte].

Dal 2005 vi è stata insediata una delle due sedi della Provincia di Olbia-Tempio (nel Palazzo Pes di Villamarina). Il 31 agosto 2006 con Delibera Statutaria del Consiglio Provinciale era stata attribuita la qualifica di capoluogo della Provincia di Olbia-Tempio a Olbia (sede legale e principale dell'Ente, della Presidenza, della Giunta Provinciale e del Consiglio Provinciale) e a Tempio Pausania (sede condivisa della Presidenza e del Consiglio Provinciale). Lo Statuto dell'Ente prevedeva infatti che la sede legale, Giunta e organi provinciali avessero sede a Olbia e che Consiglio e Presidenza dell'Ente si potessero alternare tra le sedi di Olbia e Tempio, anche se, di norma, il Presidente, la Giunta e il Consiglio si riunivano ordinariamente a Olbia. La provincia di Olbia-Tempio è stata soppressa dal 2016 unitamente alle province di Cagliari, dell'Ogliastra, di Carbonia-Iglesias e del Medio Campidano

2.2.3 Geografia, Anagrafe e Statistica

La città si estende su un versante granitico a circa 566 m s.l.m. (le abitazioni si estendono tra i 450 e i 650 m s.l.m.), nella Gallura interna (Sardegna settentrionale), a nord del massiccio del Limbara, alla sinistra del fiume Carana e alla destra del

rio Coghinas. La superficie totale è di 210,82 chilometri quadrati. L'altezza sul livello del mare è di 566 metri, con un'altezza minima di 5 metri e un'altezza massima di 1.359 metri, il che determina un'escursione altimetrica di 1.354 metri. Nella parte alta della città si trovano le Fonti di Rinagghju,, immerse in un parco e con annesso stabilimento idropinico; via delle fonti, mentre il Monte Limbara (1359 m), a 16 km a sud della città, è raggiungibile dalla SS per Oschiri.

Tempio gode, come quasi tutti i comuni della Sardegna, di un clima mediterraneo temperato dominato da un ricorrente maestrale, con estati moderatamente calde e inverni freschi, solo raramente gelidi. Tuttavia la quota relativamente elevata e la particolare posizione geografica della città favoriscono repentini cali di temperatura in occasione delle ondate fredde dal nord, soprattutto nord/est. Tempio subisce periodicamente anche il caldo sciocco, che arriva dalla valle in direzione di Olbia e spesso genera piogge molto intense. La temperatura media annua varia tra i 13 e i 15 °C, a seconda delle annate e dei quartieri, avendo la città una discreta estensione geografica unita ad un notevole dislivello di 250 m circa tra il punto più alto e quello più basso.

Durante l'inverno sono numerose le gelate mentre in estate sono abbastanza rari i giorni con temperature superiori ai 35 °C; anche grazie al fatto che la brezza marina spesso riesce a giungere in città mitigando di qualche grado la temperatura.

La densità abitativa è di 65,47 abitanti per chilometro quadrato. La popolazione al 1991 era di 13.899 abitanti, mentre al 2001 era di 13.992 abitanti e al 2011 era di 13.946 abitanti con una variazione percentuale tra il 2001 e il 1991 pari al 0,67%, tra il 2011 e il 1991 del 0,34 % e tra il 2011 -2001 pari al 0,33%.

Le famiglie sono circa 4.732 con una media per nucleo familiare: 2,96 componenti

Il primo gennaio 2016 il comune di Tempio Pausania contava 14.243 abitanti, 7.124 dei quali maschi e 7.119 femmine. Vi erano 89 abitanti di età inferiore ad un anno (52 maschi e 37 femmine) e 4 abitanti ultracentenari (2 maschi e 2 femmine).

In quanto segue una tabella con la distribuzione per classi di età:

Età	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	>74
Maschi	283	283	267	297	345	372	408	534	559	517	440	387	391	329	284	488
Femmine	229	253	284	287	310	364	425	516	563	508	451	386	429	419	377	721
Totale	512	536	551	584	655	736	833	1050	1122	1025	891	773	820	748	661	1209

2.2.3.1 Livelli occupazionali e forza lavoro a Tempio Pausania

Vi sono a Tempio Pausania 5792 residenti di età pari a 15 anni o più. Di questi 4656 risultano occupati e 882 precedentemente occupati ma adesso disoccupati e in cerca di nuova occupazione. Il totale dei maschi residenti di età pari a 15 anni o più è di 3299 individui, dei quali 2699 occupati e 492 precedentemente occupati ma adesso disoccupati

e in cerca di nuova occupazione. Il totale delle femmine residenti di età pari a 15 anni o più è di 2493 unità delle quali 1957 sono occupate e 390 sono state precedentemente occupate ma adesso sono disoccupate e in cerca di nuova occupazione:

Industrie:	272	Addetti:	1.439	Percentuale totale:	sul	30,86%
Servizi:	341	Addetti:	690	Percentuale totale:	sul	14,80%
Amministrazione:	95	Addetti:	1.438	Percentuale totale:	sul	30,84%
Altro:	362	Addetti:	1.096	Percentuale totale:	sul	23,50%

2.2.3.2 Livelli di scolarizzazione a Tempio Pausania

Vi sono a Tempio Pausania dodicimilaottantuno individui in età scolare, cinquemilaottocentotrentasette dei quali maschi e seimiladuecentoquarantaquattro femmine.

Genere	Laurea	Diploma	Licenza Media	Licenza Elementare	Alfabeti	Analfabeti
Maschi	584	1506	2279	1045	363	60
Femmine	754	1732	1923	1228	542	65
Totale	1338	3238	4202	2273	905	125

2.2.3.3 Contribuenti, redditi e imposte a Tempio Pausania

Redditi, imposte e addizionali comunali e regionali

Categoria	Contribuenti	Reddito	Media annuale	Media mensile	Anno precedente	Variazione
-----------	--------------	---------	---------------	---------------	-----------------	------------

Reddito imponibile	9.064	€ 149.905.121	€ 16.538,52	€ 1.378,21	€ 0,00	€ 1.378,21
Reddito addizionale	imp. 6.584	€ 137.868.845	€ 20.939,98	€ 1.745,00	€ 0,00	€ 1.745,00
Imposta netta	6.829	€ 26.138.542	€ 3.827,58	€ 318,96	€ 0,00	€ 318,96
Addizionale comunale	6.416	€ 1.085.393	€ 169,17	€ 14,10	€ 0,00	€ 14,10
Addizionale regionale	6.436	€ 1.684.891	€ 261,79	€ 21,82	€ 0,00	€ 21,82

2.2.4 Effetti sull'economia locale

L'eolico, come altre tecnologie per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, è caratterizzato da un costo di investimento dovuto all'acquisizione delle macchine e dei componenti più elevato, se paragonato ai successivi costi di installazione, gestione e manutenzione.

Il forte interesse sviluppatosi nei grandi impianti eolici pone il problema di quali siano le ricadute socio-economiche sulle comunità che vivono all'interno dei territori nei quali saranno realizzati i parchi eolici. Essendo la risorsa del vento, un bene in possesso della collettività del territorio, è legittima l'attesa della popolazione che questo tipo di iniziativa comporti dei vantaggi concreti là dove la risorsa viene sfruttata.

Uno studio del 1990 del Worldwatch Institute, ed altre recenti analisi condotte da Istituti di ricerca in Danimarca, giungono alla conclusione che l'occupazione associata alla produzione di energia elettrica da fonte eolica è di circa 542 addetti per miliardo di kWh prodotto.

In Italia, fino a pochi anni fa, l'occupazione, nel settore di produzione di energia elettrica da fonte eolica, era essenzialmente concentrata sull'attività di ricerca e sviluppo. Recentemente, con la costruzione di impianti effettivamente produttivi e remunerativi, si sono ottenute le prime stime ed indicazioni sull'occupazione associata alla realizzazione ed al funzionamento di parchi eolici.

Senza considerare l'occupazione presso il RTN, che in egual modo è chiamata ad intervenire con uomini e mezzi per realizzare le linee dedicate, ed altri enti pubblici non economici, ed inoltre, non considerando il numero di addetti nei stabilimenti di produzione delle macchine (aerogeneratori: torri, pale, navicelle, ecc.) e le aziende da utilizzare per il trasporto dei macchinari, si può certamente affermare come la nascita di un parco eolico comporti la nascita di un certo numero di nuovi posti di lavoro.

Le professionalità che vengono chiamate ad intervenire nella realizzazione, gestione e manutenzione di una wind farm sono molteplici. Queste figure sono rappresentate da professionisti chiamati a svolgere lavori di:

- ✓ Ripristino e manutenzione di tratti stradali esistenti e costruzione di nuovi tratti stradali;
- ✓ Consolidamento e sistemazione di versanti e scarpate;
- ✓ Interventi sul territorio di ingegneria naturalistica;
- ✓ Progettazione e realizzazione di tutte le opere civili e delle opere in c.a.;
- ✓ Realizzazione dei cavidotti, alloggiamento trasformatori e connessione alla rete elettrica;
- ✓ Gestione e manutenzione dell'impianto;
- ✓ Vigilanza e controllo dell'impianto e delle aree costituenti il sito.

Oltre alla forza lavoro a servizio delle attività, che può essere anche locale, con effetti sicuramente positivi, occorre considerare che la presenza di un cantiere (anche se temporaneo) per la costruzione di un impianto eolico include ovviamente la presenza di forza lavoro esterna il che può generare economia e flussi monetari, sulla comunità locale, in termini di richiesta di servizi e di ricettività.

Le attività riguardanti la realizzazione e il successivo funzionamento del parco eolico "Campovaglio", secondo ragionevoli previsioni, permettono di stimare un incremento del numero di posti di lavoro nella comunità locale come da prospetto riportato in Tabella 1.

Tabella 1 – Previsione di occupazione (ingegneri, tecnici, operai) in fase di progettazione, realizzazione e gestione dell'impianto.

<i>Progettazione (6 mesi circa)</i>	<i>Realizzazione (20 mesi circa)</i>	<i>Gestione dell'impianto (30 anni)</i>
n.2 Ing.Civile	<i>n.4 addetti alberghieri</i>	<i>n.5 unità su Parco "Campovaglio" (3 turni)</i>
n.1 Ing. Idraulico	<i>n.4 addetti alla ristorazione</i>	<i>n.2 unità qualificata di supervisor e management (2 turni più 1 vuoto a rotazione).</i>
n.1 Ing. Ambientale	<i>n.2 Geometri</i>	
n.1 Ing. Elettrico	<i>n.4 Ingegneri</i>	
n.1 Geologo	<i>n.8 Carpenteri</i>	
n.1 Archeologo	<i>n.4 addetti ai mezzi di movimento terra</i>	
n.2 Agronomi forestali	<i>n.2 addetti al movimento di materiale</i>	
n.1 Pianificatore Esperto faunista	<i>n. 6 installatori elettrici e meccanici,</i>	
n.1 Esperto in chiroterro fauna	<i>n.2 gruisti,</i>	
n.1 Topografo	<i>n.2 trasportatori mezzi eccezionali.</i>	
n.1 Geometra		
n.1 Commercialista.		

2.2.5 Benefici economici prevedibili per il Territorio

Il progetto parco eolico "Campovaglio", sito nel comune di Tempio Pausania, è composto da 11 aerogeneratori con potenza nominale fino a 7.0 MW, per una potenza complessiva del parco eolico massima di 77 MW, e da una

sottostazione elettrica di collegamento alla rete elettrica nazionale, prevista nel territorio comunale di Aglientu, a ovest rispetto al settore di sviluppo del parco.

Ad oggi non è possibile prevedere il regime economico a cui sarà assoggettato l'impianto in termini di valorizzazione dell'energia prodotta. Di fatto le cosiddette "Aste FER" al ribasso ai sensi del DM del 4 luglio 2019 che il GSE indice con cadenza quadrimestrale sono in procinto di esaurirsi. E' presumibile che il predetto meccanismo incentivante verrà ulteriormente rinnovato, come indicato nel D. Lgs 199/2021. Il beneficio per i Comuni ospitanti l'impianto potrà essere discusso e definito nel corso del procedimento autorizzativo in coerenza a quanto sancito dal DM del 10 settembre 2010 (Linee Guida Nazionali)."

La presenza di un parco eolico di queste dimensioni con potenziali produttivi elevatissimi comporta per i comuni introiti monetari che possono essere utilizzati dalle amministrazioni per promuovere e realizzare opere di pubblica utilità, necessarie ad un contesto sociale in forte difficoltà economica. Come evidenziato nei paragrafi precedenti i comuni interessati dal progetto eolico denotano un trend di crescita demografica decrescente, con forti componenti migratorie, sintomo di difficoltà economiche e occupazionali del territorio.

2.2.5.1

Benefici sociali e occupazionali

La realizzazione di un parco eolico, presenta concreti vantaggi socio-economici che direttamente ed immediatamente riguardano la popolazione locale e con visione più ampia, si riflettono sul risparmio della bolletta energetica nazionale, supponendo il costo del barile costante, e sullo sviluppo di una tecnologia nazionale, in un settore che lascia prevedere un forte incremento per i prossimi cinquant'anni.

Il D. Lgs 79/99 (Decreto Bersani), ad attuazione della direttiva CEE 96/92/CE che indica e regola attualmente il mercato interno dell'energia elettrica, è in effetti una legge che prevede la riduzione dell'impatto ambientale. Il decreto infatti obbliga "i venditori di energia" sul mercato italiano a produrre il 2% di detta energia mediante nuovi impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Fra le fonti di energia rinnovabili la meno sfruttata, la più promettente in Italia e, al contempo, la meno inquinante in assoluto è proprio la fonte eolica.

Di fatto il territorio su cui sono installati gli aerogeneratori eolici può essere considerato come impegnato in un particolare tipo di coltivazione: "una coltivazione energetica". In altre parole il territorio interessato alla realizzazione dell'impianto, a prescindere dalle sue qualità agricole, è un vero e proprio "giacimento energetico rinnovabile".

Per il parco eolico "Campovaglio", si prevede una produzione annua di circa 263,87 GWh/anno per 3.427 ore equivalenti. Inoltre l'energia prodotta in tal modo permette la riduzione di combustibile fossile evitando come minimo l'immissione in atmosfera di 114.651,515 t/annue di CO₂, di 501,353 t/annue di Nox e 369,418 t/anno di SO₂.

Al quadro inerente i vantaggi dello sfruttamento eolico, si deve aggiungere l'altro fondamentale aspetto: il terreno su cui è installato il campo eolico è ancora utilizzabile per coltivazioni e pastorizia. Per tali motivi, l'installazione di una centrale eolica su un terreno, costituisce comunque un importante beneficio sociale, senza che ci siano significative controindicazioni o aspetti negativi.

Esperienze e ricerche condotte in Danimarca, paese all'avanguardia nello sviluppo dell'eolico e sensibilissimo agli aspetti ecologici e di tutela del territorio, hanno mostrato un altissimo grado di disponibilità dei proprietari alla costruzione di impianti eolici sui loro terreni. I proprietari dei terreni in cui verranno realizzati gli aerogeneratori ricevono da parte della società proponente un compenso annuo come rimborso dei danni causati dalla presenza dell'impianto e per le porzioni di territorio necessarie alla realizzazione di tutte le opere di infrastrutturazione. I rimborsi sono essenzialmente proporzionali alle potenzialità anemologiche del territorio e alla potenza degli aerogeneratori.

Secondo una ricerca dell'ISPO (Maggio 2012) gli italiani al 93% considerano la questione energetica importante ed per il 90% le energie rinnovabili e l'efficienza energetica rappresentano la soluzione ai problemi energetici nazionali. Tra le principali fonti di energia rinnovabile ritenute strategiche dagli italiani vi è l'eolico, i quali considerano questa energia in sintonia con l'ambiente, non nociva alla salute per otto italiani su dieci, per il 64% dei cittadini non comporta conseguenze al paesaggio, solo l'8% degli intervistati è completamente contrario alla nascita di parchi eolici e il 12 % farebbe fatica ad accettarli.

2.2.5.2 Effetti sul turismo e sulle attività ricreative

Altra possibilità occupazionale per l'area in cui è realizzato il parco eolico è rappresentata dall'aspetto turistico-culturale indotto dalla presenza del parco. Infatti, gli impianti che usano fonti rinnovabili costituiscono una vera e propria attrazione turistica in quanto forniscono una dimostrazione "dal vero" dello sfruttamento dell'energia pulita. In definitiva, l'inserimento di impianti eolici all'interno di percorsi turistico – culturali contribuisce a vivacizzare l'economia locale, come meglio illustrato nel paragrafo successivo.

2.2.5.3 Opere di mitigazione su eventuali impatti socio-economici negativi

Il parco, così progettato, esclude qualsiasi impatto negativo socio-economico, altresì l'impatto è positivo e quantificabile. Le mitigazioni degli aspetti negativi sono state attenuate in fase preliminare, per esempio mantenendo una distanza di almeno 300 m tra gli aerogeneratori ed i ricettori sensibili. Si è cercato inoltre di valorizzare al meglio la viabilità esistente, al fine di ridurre la realizzazione di nuove piste che possano rendere meno difficoltosa l'attività agropastorale.

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO E AUTORIZZATIVO

3.1 Considerazioni generali sulle energie rinnovabili

La crisi energetica che ha avuto luogo negli ultimi decenni ha dato spunto ad un importante sviluppo delle energie rinnovabili. L'esposizione dell'Europa ed in particolare dell'Italia alle fluttuazioni del prezzo dei combustibili fossili è elevatissima (riprova ne è la recente crisi in Est Europa) e rappresenta una criticità tangibile sia dal tessuto industriale (costi di produzione elevati) che quello civile (caro bollette). La loro utilizzazione presenta i seguenti vantaggi:

- ✓ evitare il consumo di risorse limitate, normalmente petrolio o carbone, la cui combustione provoca inquinamento atmosferico a volte molto rilevante;
- ✓ la produzione autonoma di energia evita le importazioni, migliora la bilancia dei pagamenti ed evita le esposizioni ad eventi internazionali imprevedibili, dà luogo ad una maggiore stabilità economica;
- ✓ normalmente le installazioni di energia rinnovabile sono di potenza non molto elevata e localizzate in maniera sparsa, dando luogo ad uno sviluppo economico esteso che, molte volte, incide su zone depresse;
- ✓ in un periodo di crisi la costruzione di centrali di energia rinnovabile può contribuire, in modo abbastanza importante, ad incrementare l'attività economica;
- ✓ la durata reale di queste centrali è molto superiore al periodo di ammortamento e ciò presuppone la creazione prolungata di ricchezza.

Inoltre i protocolli internazionali e le direttive comunitarie caldeggiavano lo sviluppo delle energie rinnovabili che al pari del risparmio energetico risultano essere l'unico strumento per ridurre le emissioni di "gas serra" nell'atmosfera, causa dell'intensificarsi di fenomeni catastrofici a scala globale. In riferimento al PNEC, i cui obiettivi sono, entro il 2030:

- 30% dei consumi energetici globali dovranno essere coperti dalla produzione di energia da fonti rinnovabili;
- Decarbonizzazione, riduzione emissioni CO2 del 33% rispetto al valore del 2005.

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNEC)
Energie rinnovabili (FER)				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	21,6%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)
Efficienza Energetica				
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-20%	-24%	-32,5% (indicativo)	-43% (indicativo)
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-1,5% annuo (senza trasp.)	-1,5% annuo (senza trasp.)	-0,8% annuo (con trasporti)	-0,8% annuo (con trasporti)
Emissioni Gas Serra				
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	-21%		-43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	-10%	-13%	-30%	-33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	-20%		-40%	

Tabella 2 Principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030

Tra le fonti rinnovabili l'energia eolica è la più pulita, contribuendo sensibilmente alla riduzione delle emissioni di CO₂, SO₂, NO₂. Inoltre essa è ad un livello nettamente maggiore rispetto alle altre per maturità tecnologica, competitività e affidabilità.

Infatti, lo sviluppo dell'energia eolica negli ultimi anni è dovuta ad un miglioramento dei rendimenti dei macchinari e, soprattutto, al costante aumento della potenza installata per ogni aerogeneratore. Sono relativamente poco lontani gli anni in cui si installavano apparati da 30 KW; oggi si producono in serie apparati sino a 6.000 kW.

L'attuale tendenza è costruire parchi eolici di potenza rilevante connessi alla rete generale, e localizzate laddove il vento è frequente e con alte velocità. Questo criterio è quello seguito nei paesi più sviluppati come Germania, Danimarca, Spagna.

La potenza presunta installata in Italia alla fine del 2020 è stata stimata pari a circa 11 GW con una produzione di circa 20000 GWh/anno, ossia il 7 % del totale Europeo dietro solo alla Germania e alla Spagna che insieme rappresentano circa il 50% della produzione totale europea.

3.1.1 Emissioni

Attualmente, la quota maggiore per la produzione dell'energia si basa principalmente sull'utilizzazione di fonti fossili non rinnovabili (carbone, petrolio, minerali, ecc.). Oltre alla problematica connessa al consumo ed al conseguente

approvvigionamento di tali fonti non rinnovabili, una delle incidenze più importanti che essi presentano è la generazione di residui e di emissioni atmosferiche che stanno inquinando l'ambiente a livello globale.

Negli ultimi anni c'è stata una presa di coscienza da parte dell'opinione pubblica e politica e sempre più un avvicinamento a politiche di Green Energy anche all'interno del nostro territorio. Una linea di impostazione è quella di ridurre e controllare il livello di emissioni e di scorie delle industrie altamente inquinanti e l'altra di dare impulso all'utilizzazione delle fonti energetiche di tipo rinnovabile e con minori effetti ambientali: l'idroelettrica, la geotermica, l'eolica.

Con riferimento all'energia eolica, oggetto di discussione in questo documento ed in particolare in questo progetto, è stata realizzata un'analisi comparativa delle emissioni atmosferiche che si generano producendo l'energia attraverso una centrale termica e quelle evitate attraverso il parco eolico progettato di cui si sta parlando.

La produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili comporta l'emissione di sostanze inquinanti e di gas serra come già detto precedentemente. Il livello delle emissioni dipende dal combustibile e dalla tecnologia di combustione e controllo dei fumi.

Di seguito riportiamo i valori delle principali emissioni associate alla generazione elettrica mediante combustibili fossili (Fonte ENEL):

- CO₂ (anidride carbonica): 434,5 g/KWh
- SO₂ (anidride solforosa): 1.4 g/KWh
- NO₂ (ossidi di azoto): 1.9 g/KWh

Tra questi gas, il più rilevante è l'anidride carbonica, il cui progressivo incremento potrebbe contribuire ad accelerare l'effetto serra e quindi causare drammatici cambiamenti ambientali.

Questo eviterà l'emissione di una centrale termica equivalente a combustibili fossili di:

- 114.651,515 t/anno di CO₂ (anidride carbonica)
- 369,418 t/anno di SO₂ (anidride solforosa)
- 501,353 t/anno di NO_x (ossidi di azoto) per ogni anno di esercizio del parco eolico in progetto, per il quale si stima una produzione annua media di energia prodotta di 263,87 GWh/anno.

3.2 Normativa di riferimento nazionale e regionale

Per la realizzazione del presente progetto definitivo si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

Energie rinnovabili:

- ✓ D.P.R. 24 maggio 1988, n.203 ("Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884 e 85/203 concernenti norma in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183");

- ✓ Legge 9 gennaio 1991, n.9 (“Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali”);
- ✓ Legge 9 gennaio 1991, n.10 (“Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”);
- ✓ Decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 (“Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”);
- ✓ Decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 (“Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità”);
- ✓ Decreto Ministeriale 10 settembre 2010 n. 219 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”;
- ✓ Decreto Legge n.77 del 31/05/2021 “Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure”
- ✓ Decreto Legge 23 giugno 2021, n. 92, Misure urgenti per il rafforzamento del Ministero della transizione ecologica e in materia di sport. (21G00108) (GU Serie Generale n.148 del 23-06-2021).
- ✓ Decreto Legge 1° marzo 2022 , n. 17 . Misure urgenti per il contenimento dei costi dell’energia, elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali.
- ✓ D.G.R. n.24/23 23/04/2008 recante “ Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica.
- ✓ L.R. 7/08/2009 n.3;
- D.G.R. 3/17 16/01/2009 ed Allegato “ Studio per l’individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici”;
- ✓ D.G.R. n.27/16 1/06/2011 recante “ Linee guida attuative del decreto del ministero per lo sviluppo economico del 10/09/2010 << linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili >>, e modifica della D.G.R. n.25/40 dell’1/07/2010”;
- ✓ D.G.R. del 7 agosto 2012, n.34/33 - Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale. Sostituzione della Delib.G.R. n.24/23 del 23.4.2008;
- ✓ D.G.R. n.45/34 12/11/2012 “ Linee guida per la installazione degli impianti eolici nel territorio regionale di cui alla D.G.R. 3/17 del 16/1/2009 e s.m.i. Conseguenze della Sentenza della Corte Costituzionale n.224/2012. Indirizzi ai fini dell’attuazione dell’art.4 comma 3 D.lgs. n.28/2011”;
- ✓ D.G.R. n. 59/90 DEL 27.11.2020 “Individuazione delle aree non idonee all’installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili”

Sentenza della Corte Costituzionale n.224 del 2012 al seguente link:
<http://www.cortecostituzionale.it/actionSchedaPronuncia.do?anno=2012&numero=224>

Sentenza Corte Costituzionale contro LR Sardegna n.25 del 17.12.12 link:
<http://buras.regione.sardegna.it/custom/frontend/viewInsertion.xhtml?insertionId=ea112f85-64c9-4ef2-884e-66aca6a70ef4>

Elettrodotti, linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione

- ✓ Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1175 (“Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”);
- ✓ Decreto del Presidente della Repubblica 18 marzo 1965, n. 342 (“Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica”);
- ✓ Legge 28 giugno 1986, n. 339 (“Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”);
- ✓ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 (“Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”);
- ✓ Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 (“Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”);
- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n. 36 (“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”), (G.U. n° 55 del 7 marzo 2001);
- ✓ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 (“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”), (GU n° 200 del 29/08/03);
- ✓ CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", 2a Ed
- ✓ Norme CEI 11-17, Impianti di produzione, trasmissione, e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- ✓ Norme CEI 11-32, Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria;
- ✓ Norme CEI 64-8, Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- ✓ Norme CEI 103-6, Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto;
- ✓ CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- ✓ Decreto Legislativo 19 novembre 2007, n. 257 – G.U. n. 9 dell' 11 gennaio 2008
- ✓ Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 34/05, Disposizioni in merito alla vendita di energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- ✓ Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 281/05, Disposizioni in merito alle modalità di connessioni alle reti con obbligo di connessione di terzi;
- ✓ Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 182/06, Modificazioni della delibera 04/05 in merito ai metodi di rilevazione delle misure di energia per i punti di immissione e prelievo.
- ✓ DM 21/03/88 "Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche ed integrazioni.
- ✓ Circolare Ministero Ambiente e Tutela del Territorio DSA/2004/25291 del 14/11/04 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto;
- ✓ DM 29/05/08 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.

- ✓ D.M.LL.PP 21/03/88 n° 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”,
- ✓ D.M.LL.PP 16/01/91 n° 1260 “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”,
- ✓ D.M.LL.PP. 05/08/98 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche esterne”,
- ✓ Artt. 95 e 97 del D.Lgs n° 259 del 01/08/03,
- ✓ Circola Ministeriale n. DCST/3/2/7900/42285/2940 del 18/02/82 “Protezione delle linee di telecomunicazione per perturbazioni esterne di natura elettrica – Aggiornamento delle Circolare del Mini. P.T. LCI/43505/3200 del 08/01/68,
- ✓ Circolare “Prescrizione per gli impianti di telecomunicazione allacciati alla rete pubblica, installati nelle cabine, stazioni e centrali elettriche AT”, trasmessa con nota Ministeriale n. LCI/U2/2/71571/SI del 13/03/73,
- ✓ CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici,
- ✓ CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne,
- ✓ CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata,
- ✓ CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- ✓ CEI EN 50110-1-2 esercizio degli impianti elettrici,
- ✓ CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
- ✓ CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
- ✓ CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- ✓ CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- ✓ CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione
- ✓ CEI 11-32 V1 Impianti di produzione eolica, telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto,
- ✓ CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", 1° Ed.;
- ✓ CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)", 1a Ed.
- ✓ Delibera AEEG 168/03 Condizioni per l’erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell’energia elettrica sul territorio nazionale e per l’approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79,
- ✓ Delibera AEEG 05/04 Intimazione alle imprese distributrici ad adempiere alle disposizioni in materia di servizio di misura dell’energia elettrica in corrispondenza dei punti di immissione di cui all’Allegato A alla deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas 30 gennaio 2004, n. 5/04,

- ✓ Delibera AEEG ARG/elt 98/08 Verifica del Codice di trasmissione e di dispacciamento in materia di condizioni per la gestione della produzione di energia elettrica da fonte eolica,
- ✓ Delibera AEEG ARG/elt 99/08 Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA),
- ✓ Delibera AEEG ARG/elt 04/10 Procedura per il miglioramento della prevedibilità delle immissioni dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili relativamente alle unità di produzione non rilevanti,
- ✓ Delibera AEEG ARG/elt 05/10 "Condizioni per il dispacciamento dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili non programmabili",
- ✓ Codice di Rete TERNA.

Opere civili e sicurezza - Criteri generali:

- ✓ Legge 5 novembre 1971, n. 1086 ("Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica");
- ✓ D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 ("Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche");
- ✓ D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ("Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi");

Opere civili e sicurezza - Zone sismiche:

- ✓ Legge 2 febbraio 1974, n. 64 ("Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche");
- ✓ D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ("Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche");
- ✓ Ordinanza 3431 Presidenza del Consiglio dei Ministri del 03.05.2005 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- ✓ D.M. 17/01/2018 ("Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018")

Opere civili e sicurezza: Terreni e fondazioni

- ✓ D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 ("Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e successive istruzioni);
- ✓ D.M. 17/01/2018 ("Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018")
- ✓ Circolare esplicativa C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 ("Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018")

Opere civili e sicurezza: Norme tecniche

- ✓ Consiglio Nazionale delle Ricerche – Norme tecniche n. 78 del 28 luglio 1980, Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane;

- ✓ Consiglio Nazionale delle Ricerche – Norme Tecniche n° 90 del 15 aprile 1983;
- ✓ D.M. 05/11/2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e successive modifiche e integrazioni (D.M. 22/04/2004).
- ✓ D.M. 19/04/2006 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.
- ✓ Specifiche Tecniche GAMESA ENERGIA per le strade e piazzole per GAMESA-4.5MW;
- ✓ D.M. 17 Gennaio 2018 (“Norme tecniche per le costruzioni NTC 2018”);

Opere civili e sicurezza: Sicurezza nei luoghi di lavoro

- ✓ D.Leg. 494/1996 (“Attuazione delle direttive 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili”).
- ✓ D.Leg. 528/1999 (“Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n° 494 recante attuazione delle direttive 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili”);
- ✓ DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 (“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”) e ss.mm.ii.;

3.3 Elenco delle autorizzazioni, nulla osta, pareri comunque denominati e degli Enti competenti per il loro rilascio

L’elenco degli Enti competenti preposti a rilasciare il proprio parere di competenza di conformità alla normativa vigente sono:

- ✓ Assessorato Regionale dell’Ambiente – Servizio SAVI, via Roma, 80 09123 Cagliari;
- ✓ Assessorato Regionale dell’Industria - Servizio energia – Regione Sardegna, V.le Trento, 69 09123 Cagliari;
- ✓ Assessorato Regionale Enti Locali, Finanze e Urbanistica – Servizio tutela paesaggistica, settore pianificazione: V.le Trieste, 186 - 09123 Cagliari;
- ✓ Provincia di Sassari, Piazza Italia , 07100 Sassari (SS);
- ✓ Comune di Tempio Pausania, Piazza Gallura 3, 07029 Tempio Pausania (SS);
- ✓ Comune di Aglientu, Via Pariseddu 39, 07020 Aglientu (SS);
- ✓ Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente: ARPAS Dipartimento di Sassari: via Rockefeller 56 – Sassari;
- ✓ Corpo Forestale di Vigilanza Ambientale – Ispettorato ripartimentale di Sassari : viale Dante ,n.37, Sassari;
- ✓ Ministero dello sviluppo economico – Dipartimento delle Comunicazioni, Viale America, 201 00144 Roma.
- ✓ Soprintendenza per i Beni Archeologici di Sassari e Nuoro, Piazza Sant’Agostino, n. 2 07100 – Sassari;
- ✓ Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Sassari, Piazza conte di Moriana, 07100 Sassari;

- ✓ Assessorato Regionale Lavori Pubblici – Servizio del genio civile di Sassari: Viale Diaz, 23 Sassari;
- ✓ Direzione generale dell’Agenzia regionale del Distretto Idrografico, Via Mameli n. 88 - (1° piano), 09123 Cagliari;
- ✓ ATS Sardegna - Azienda Tutela Salute Distretto Socio sanitario di Sassari, Via Enrico Costa, 57 – 07100, Sassari
- ✓ Agenzia del territorio di Sassari Via Roma 53, 07100 Sassari;
- ✓ Agenzia regionale Fo.Re.S.T.A.S. – Servizio Territoriale di Sassari, Via Roma, 07100 Sassari;
- ✓ Enac, Viale Castro Pretorio, 118, 00185 Roma;
- ✓ Enav S.p.A., Via Salaria, 716, 00138 Roma;
- ✓ Ministero della Difesa Esercito Italiano, Via Palestro 34, 00185 Roma;
- ✓ Aeronautica Militare C.I.G.A., Aeroporto di Pratica di Mare, Via di Pratica di Mare, 45 - 00071 Pomezia (RM);
- ✓ Aeronautica Militare Comando III R.A. Reparto territorio e patrimonio: Lungomare Nazario Sauro 39, 70121 Bari (BA);
- ✓ Comando Militare Autonomo Sardegna, Via Torino 21, 09124 Cagliari;
- ✓ Comando Militare marittimo Autonomo Sardegna, Piazza Marinai d’Italia s.n., 09125 Cagliari;
- ✓ Abbanoa S.p.a., Viale Armando Diaz n. 77, 09125 Cagliari;
- ✓ Autorità di Bacino Regionale della Sardegna, Via Mameli 88 (1° piano), 09123 Cagliari;
- ✓ Terna S.p.A. - Rete Elettrica Nazionale, Viale Egidio Galbani, 70 – 00156 Roma;
- ✓ Anas S.p.A., Via Giuseppe Biasi n. 27, 09131 Cagliari, Via Monzambano 10, 00185 Roma ;
- ✓ ENEL Distribuzione SpA, Vl. Reg. Margherita 137, 00198 Roma;
- ✓ Ministero della Difesa - Direzione Generale dei Lavori e del Demanio; Piazza della Marina 4, 00196 Roma.
- ✓ Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica - Via Cristoforo Colombo, n. 44 00147 – Roma.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMBIENTALE

Il Comune di Tempio Pausania, interessato dalla realizzazione dell'impianto eolico, risulta ubicato nella provincia di Sassari, nella regione storica della Gallura, nel settore nord della regione. Ha un numero di abitanti di 13.196 (dato Istat al 01/01/2023) ed una superficie territoriale di 210,82 Km². L'abitato dista circa 20 km dal sito di realizzazione dell'impianto. Il Parco Eolico è sito nel Comune di Tempio Pausania, nell'isola amministrativa a nord di Luogosanto, tra le frazioni Bassacutena e San Pasquale; parte del cavidotto elettrico e la stazione utente di connessione alla linea elettrica nazionale ricadono invece nel territorio confinante di Aglientu.

Il territorio comunale ha una morfologia variabile, prevalentemente collinare e montuosa: l'altitudine minima è di 566 m s.l.m., mentre quella massima è di 1.359 m s.l.m.. La vocazione prevalente è quella agricola.

In particolare l'area di studio in cui verranno localizzati gli aerogeneratori si presenta su un rilievo collinare a circa posto tra i 104 e i 310 m slm; la si raggiunge percorrendo la SS 133 di Palau, per poi immettersi nella strada S. Pasquale Bassacutena.

Le altimetrie del parco eolico sono variabili, comprese mediamente tra 104-310 m s.l.m.; in particolare la stazione elettrica di Aglientu è a circa 160 m s.l.m., mentre gli aerogeneratori sono ubicati tra la quota minima dei 104 m s.l.m. (T07) e la quota massima di 310 m s.l.m. (T03).

Lo studio delle componenti del paesaggio è stato effettuato analizzando la pianificazione di livello territoriale esistente (Piano Paesaggistico Regionale), la vincolistica ambientale e paesaggistica e mediante rilievi in campo.

L'area in esame è esclusa dagli ambiti paesaggistici costieri approvati con L.R. N.8 - 2004 le cui disposizioni sono immediatamente efficaci per i territori comunali in tutto o in parte ricompresi negli ambiti di paesaggio costiero di cui all'art. 14 delle NTA - *art.4 NTA- Efficacia del PPR e ambito di applicazione*; lo stesso articolo 4 delle NTA dispone che *I beni paesaggistici ed i beni identitari individuati e tipizzati ai sensi degli articoli successivi sono comunque soggetti alla disciplina del P.P.R., indipendentemente dalla loro localizzazione negli ambiti di paesaggio di cui all'art. 14.*

La figura seguente evidenzia le componenti di paesaggio, cartografate nell'assetto ambientale del Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna, in cui ricadono i generatori e la relativa viabilità di servizio. A ciascun generatore è stata assegnata un'area pari alla proiezione delle pale sul suolo e alla viabilità un'area pari a quella dello sviluppo planimetrico. Nell'analisi che segue è utile ricordare che il PPR ha fotografato le componenti ambientali all'anno 2006 in scala 1:25.000 per gli ambiti di paesaggio costieri e in scala 1:50.000 per il territorio non costiero.

Per il solo generatore T11, e T05 il PPR individua parzialmente il bene paesaggistico "Bosco" per una parte superficie.

Il bene paesaggistico individuato come "Praterie" è presente parzialmente nei generatori T01, T02, T03, T06, T08, T11.

Il bene "Colture erbacee specializzate" è presente per parzialmente nei generatori T04, T06,T09 e NU8 ed in per intero nei generatori T07,T10.

A seguito dell'individuazione su carta delle componenti ambientali sopracitate, è stata eseguita una verifica e comparazione di tali aree su aerofotogrammetria, mediante la foto interpretazione; in seguito si è proceduto a rettificare il dato mediante sopralluoghi di campo.

Dalle analisi effettuate risulta che la maggior parte delle aeree su cui ricadranno i generatori, sono attualmente costituite da seminativi, seminativi scarsamente cespugliati e/o arborati, aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate con specie miste, aree pascolive scarsamente cespugliate con piante sparse di arboree.

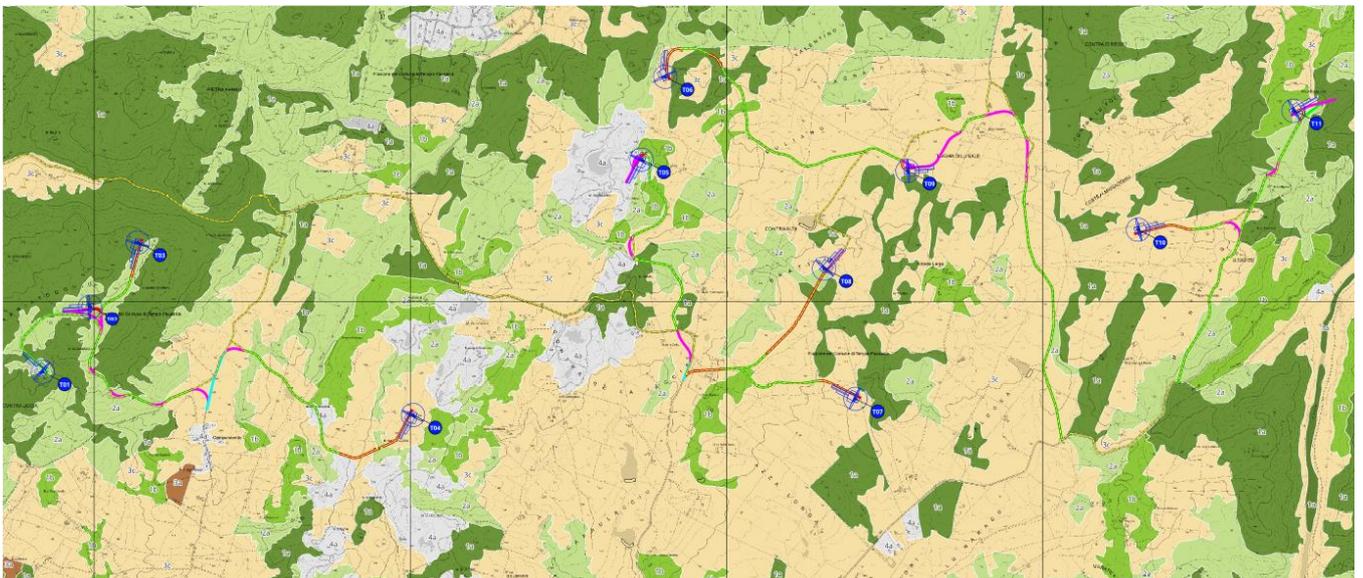




Figura 3- Carta delle componenti di paesaggio

4.1 Uso del suolo nelle aree interessate alla costruzione dei generatori

L'uso del suolo è stato messo in correlazione all'area di sedime dei generatori e di proiezione delle pale al suolo, alla viabilità a servizio dei generatori e poi estesa all'area vasta. Per definire l'uso del suolo è stata presa esame la carta dell'uso del suolo della regione Sardegna redatta nel 2008 con zoom in scala 1:25.000, integrata e corretta e rivisitata con nostra elaborazione mediante fotointerpretazione sulla base delle ortofoto del 2013 con zoom in scala 1: 5.000 e l'ausilio di Google earth (ortofoto nel 2020).

I generatori ricadono all'interno della seguente classificazione di uso del suolo:

Identificativo aereogeneratore	Codice USD	Descrizione	Uso reale (Fotointerpretazione/Sopralluoghi)
T01	3232	Gariga	Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con affioramenti rocciosi
T02	3232	Gariga	Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con affioramenti rocciosi
	3231	Macchia mediterranea	
T03	3231	Macchia mediterranea	Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con elementi arborei di ginepro sparsi ed affioramenti rocciosi

T04	244	Aree agroforestali	Aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate
T05	131	Aree estrattive	Aree incolte, ex cava di estrazione, con elementi colonizzatrici della macchia/gariga
T06	2111	Seminativi in aree non irrigue	Aree pascolive scarsamente cespugliate
T07	2112	Prati artificiali	Aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate con specie miste
T08	2112	Prati artificiali	Aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate con specie miste
T09	2112	Prati artificiali	Aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate con specie miste
T10	2112	Prati artificiali	Aree pascolive scarsamente cespugliate
T11	3241	Aree a ricolonizzazione naturale	Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con elementi arborei di misti sparsi

Figura 4 Uso del Suolo in cui ricadono i generatori. Elaborazione dalla cartografia dell'uso del suolo della Regione Sardegna (2008) e uso reale del suolo (da foto interpretazione e sopralluoghi di campo)

Sulla base delle elaborazioni della *Carta dell'Uso del Suolo*, per l'area di cantiere dei soli generatori sono state individuate le seguenti classi *"Gariga"* (T01, T02p), *"Seminativi in aree non irrigue"* (T06), *"Prati artificiali"* (T07, T08, T09, T10), *"Macchia mediterranea"* (T02p, T03), *"Aree agroforestali"* (T04), *"Aree estrattive"* (T05), *"Aree in ricolonizzazione naturale"* (T11).

A seguito dell'individuazione su carta degli usi del suolo sopracitati, è stata eseguita una verifica e comparazione di tali aree su aerofotogrammetria, mediante la foto interpretazione; in seguito si è proceduto a rettificare il dato mediante sopralluoghi di campo.

Dalle analisi effettuate risulta che la maggior parte delle aree su cui ricadranno i generatori, sono attualmente costituite da *Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con affioramenti rocciosi*, *Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con elementi arborei di ginepro sparsi ed affioramenti rocciosi*, *Aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate*, *Aree incolte, ex cava di estrazione, con elementi colonizzatrici della macchia/gariga*, *Aree pascolive scarsamente cespugliate*, *Aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate con specie miste*, *Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con elementi arborei di misti sparsi*.

4.2 Quadro di sintesi del contesto ambientale

L'analisi descrittiva del sito interessato dalla realizzazione dell'impianto eolico ha evidenziato lo stato dei luoghi rispetto ai suoli presenti, all'uso reale del suolo e alle componenti ambientali.

L'analisi pedologica ha evidenziato la presenza di suoli superficiali, non arabili o difficilmente arabili, caratterizzata da un eccesso di scheletro ed una morfologia variabile da aspra a subpianeggiante, a tratti privi di copertura arborea ed arbustiva, comunque poco idonei allo sviluppo dell'agricoltura, se non marginalmente per la pratica dell'allevamento bovino, ovino e caprino di tipo estensivo.

E' quanto mai evidente la presenza di un'agricoltura legata all'allevamento, sia per l'approvvigionamento del foraggio oltre che per il pascolamento, prevalentemente bovino.

La componente paesaggistica ambientale, individuata dal PPR, ha evidenziato la presenza di aree naturali e seminaturali costituite prevalentemente da macchia e garighe, praterie e colture erbacee specializzate, mentre le aree interessate dalla realizzazione del parco eolico, dalle analisi effettuate, risulta che la maggior parte delle aree su cui ricadranno i generatori, sono attualmente costituite da *Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con affioramenti rocciosi, Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con elementi arborei di ginepro sparsi ed affioramenti rocciosi, Aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate, Aree incolte, ex cave di estrazione, con elementi colonizzatrici della macchia/gariga, Aree pascolive scarsamente cespugliate, Aree pascolive scarsamente cespugliate e/o arborate con specie miste, Aree cespugliate a macchia e gariga degradate con elementi arborei di misti sparsi.*

5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO EOLICO

Il parco eolico “Campovaglio” è ubicato nel Comune di Tempio Pausania, nell’isola amministrativa a nord di Luogosanto, tra le frazioni Bassacutena e San Pasquale; parte del cavidotto elettrico e la stazione utente di connessione alla linea elettrica nazionale ricadono invece nel territorio confinante di Aglientu. Il progetto prevede l’installazione di 11 aerogeneratori del tipo NORDEX 163 6X o similari. Gli aerogeneratori hanno potenza nominale fino a 7,0 MW, per una potenza complessiva del parco eolico massima di 77 MW. L’altezza delle torri sino al mozzo (HUB) è fino a 158,5 m, il diametro delle pale è fino a 163 m, per un’altezza complessiva della struttura fino a 240 m.

La produzione di energia elettrica di un aerogeneratore è circa proporzionale all’area del rotore. Un minor numero di rotori più grandi e su torri più alte può utilizzare la risorsa eolica in maniera più efficiente di un numero maggiore di macchine più piccole, inoltre la dimensione degli aerogeneratori comporta delle interdistanze tra gli stessi, che permettono ai terreni in cui sono ubicati di continuare a essere utilizzati con la destinazione d’uso presente, per la maggior parte dell’estensione.

Gli aerogeneratori sono localizzati in aree prettamente incolte e a pascolo, esterne alle principali aree boscate e ampiamente distanti da centro abitati e aree produttive, circa a 9 km dal centro urbano di Luogosanto, 7 km dal centro urbano di Palau e 5 km da Porto Pozzo. Il progetto è composto dalla realizzazione delle opere civili ed elettriche necessarie per il funzionamento del parco eolico. Il cavidotto elettrico prosegue lungo la strada comunale in direzione Ovest Littichedda e raggiunge la sottostazione prevista in comune di Aglientu.

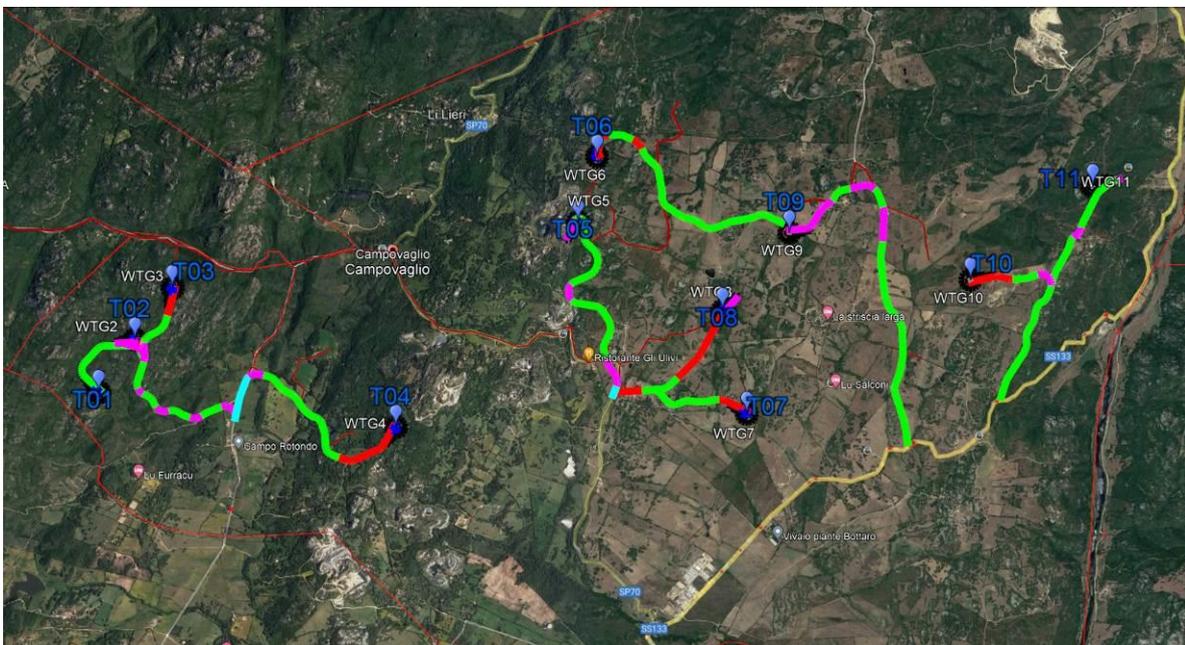


Figura 5– Vista satellitare del parco eolico “Campovaglio con posizioni degli aerogeneratori e viabilità interna al parco (in verde strade esistenti da adeguare, in rosso nuova viabilità e in magenta modifiche a brevi tratti di viabilità esistente funzionali solo alla cantierizzazione).

E' inoltre previsto a integrazione un impianto di accumulo fino a 20 MW per una potenza totale richiesta in connessione massima di 97 MW.

5.1 CRITERI PROGETTUALI

La scelta progettuale del numero, delle caratteristiche dimensionali e della localizzazione degli aerogeneratori è stata concepita nel rispetto di criteri ambientali, tecnici ed economici di seguito sintetizzati:

- rispetto delle linee guida;
- rispetto delle indicazioni contenute nel Piano Paesaggistico Regionale;
- utilizzo di viabilità esistente e minimizzazione dell'apertura di nuovi tracciati;
- ottimizzazione dell'inserimento paesistico dell'impianto;
- rispetto dell'orografia e copertura vegetale della zona;
- rispetto della distanza dai recettori più prossimi;
- Ottimizzazione dello sfruttamento della risorsa eolica dell'area.

5.2 DESCRIZIONE GENERALE OPERE ELETTRICHE

Il progetto del parco eolico "Campovaglio" prevede l'installazione di 11 aerogeneratori di elevata potenza disposti secondo un layout di impianto che, per le caratteristiche orografiche del terreno e per la direzione del vento dominante, risulta essere quello ottimale.

Sulla base dello studio anemologico, dei vincoli orografici, ambientali e infrastrutturali, si è proceduto alla localizzazione degli aerogeneratori in progetto, secondo la disposizione riportata nelle tavole di progetto, cui si rimanda. L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore verrà convogliata attraverso terne di cavidotti interrati sino all'aerogeneratore successivo

Ciascun aerogeneratore avrà una potenza unitaria fino a 7.000 kW cadauno, per una potenza nominale complessiva massima di 77 MW.

L'allacciamento del parco eolico alla RTN è conforme alla soluzione di connessione alla rete, fornita dal Gestore di rete.

La nuova sottostazione sorgerà quindi nel territorio comunale di Aglientu.

Maggiori dettagli vengono riportati nelle tavole allegate.

L'impianto nel suo complesso sarà quindi costituito dalle seguenti parti principali:

- 11 aerogeneratori completi di sistema di protezione e controllo;
- linee elettriche MT per il collegamento degli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione (2 circuiti principali);

- sottostazione MT/AT da collegare in antenna alla nuova stazione Stazione Elettrica (SE) di Terna tramite una linea elettrica AT ;
- storage fino a 20 MW

Il controllo del parco viene attuato tramite l'ausilio di automatismi programmabili. Vengono progettati due sistemi indipendenti di regolazione e controllo, uno per gli aerogeneratori e un secondo per le cabine elettriche di consegna dell'energia. Il parco eolico verrà controllato, supervisionato e monitorato da remoto attraverso il sistema SCADA fornito dalla casa costruttrice stessa.

5.3 IDENTIFICAZIONE DEI VERTICI DEL POLIGONO RACCHIUDENTE L'AREA DI PERTINENZA DELL'IMPIANTO E POSIZIONAMENTO AEROGENERATORI

Il posizionamento degli aerogeneratori e della sottostazione di trasformazione e consegna è stato effettuato sulla base dei seguenti criteri:

- studio del vento e orografia dell'area;
- esistenza di vie di accesso e sentieri interni al parco;
- rispetto di distanza minima regolamentare da edifici preesistenti;
- vincoli ambientali ed amministrativi esistenti;
- considerazioni basate sul criterio del massimo rendimento degli aerogeneratori, evitando l'interazione tra le singole macchine al fine di non pregiudicarne il funzionamento;
- minimizzazione dell'alterazione dello stato attuale dei luoghi, compatibilmente con le condizioni necessarie di pendenza, di superficie, di larghezza e curvatura delle vie di collegamento e di spazio adeguato alla installazione degli aerogeneratori ed alle infrastrutture ad essi associate, avendo cura di preservare, per quanto possibile, l'orografia dell'area.

Viene riportata la poligonale contenente l'area di pertinenza del parco eolico in progetto e riportate le coordinate planimetriche dei 11 aerogeneratori in progetto, utilizzando come sistema di riferimento cartografico UTM-WGS 84, Tabella 3 e figura seguente.

Tabella 3 – Ubicazione planimetrica aerogeneratori di progetto, sistema di riferimento UTM-WGS 84.

PARCO EOLICO "CAMPOVAGLIO" - COORDINATE PIANE UTM-WGS 84			
ID Turbina	Altezza base (m)	UTM wgs84 32S Est	UTM wgs84 32S Nord
WTG001	259,00	517.675	4.553.551
WTG002	288,00	517.974	4.553.969
WTG003	309,00	518.277	4.554.378
WTG004	217,00	520.017	4.553.276
WTG005	270,00	521.463	4.554.904
WTG006	205,00	521.612	4.555.429
WTG007	103,00	522.815	4.553.379

WTG008	142,00	522.616	4.554.212
WTG009	180,00	523.144	4.554.832
WTG010	138,00	524.602	4.554.459
WTG011	119,00	525.590	4.555.215

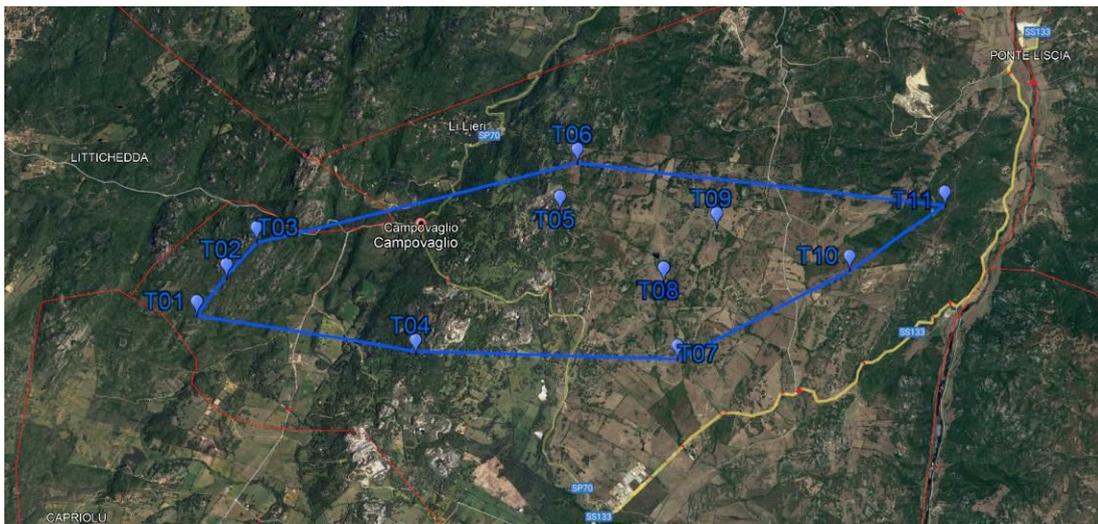


Figura 6 – Individuazione Poligonale parco eolico “Campovaglio”.

5.4 POTENZIALE EOLICO

Gli aerogeneratori hanno potenza nominale fino a 7,0 MW, per una potenza complessiva del parco eolico massima di 77 MW. L’altezza delle torri sino al mozzo (HUB) è fino a 158,5 m, il diametro delle pale è fino a 163 m per un’altezza complessiva della struttura fino a 240 m.

Nell’ambito dello studio si è approfondito altresì l’orografia del sito e della zona circostante nel suo complesso e nell’esito non si sono riscontrate criticità di nota. **La Stima di Produzione Energetica Netta P50 dell’impianto, calcolata al netto delle perdite energetiche, è di 263.870 MWh/anno, pari a 3.427 Ore Equivalenti annue.**

Si sono altresì verificati i criteri imposti da Delibera Regionale 59/90 del 2020, per confermare la congruenza del sito e della wind farm in oggetto con i parametri di riferimento.

5.4.1 Anemologia del parco eolico “Campovaglio”

Dal punto di vista anemometrico le valutazioni del potenziale di sito sono basate sulla rianalisi ERA5 della serie di dati Vortex a lungo termine e sulla serie di dati LES, che sono stati valutati con una mappa del vento calibrata con gli anemometri installati da ACCIONA Energía all’interno della regione. Poiché non sono disponibili misurazioni presso il sito, l’incertezza è stata considerata maggiore del 25%.

Interpolando i dati di perdita con le distribuzioni di vento rilevate, si stima pertanto che l'impianto avrà una produzione lorda annua pari a 4.212 ore annue, e quindi una netta attesa pari a **3.427 ore equivalenti annue**.

La produzione elettrica stimata è pertanto pari a 263.870 MWh annui.

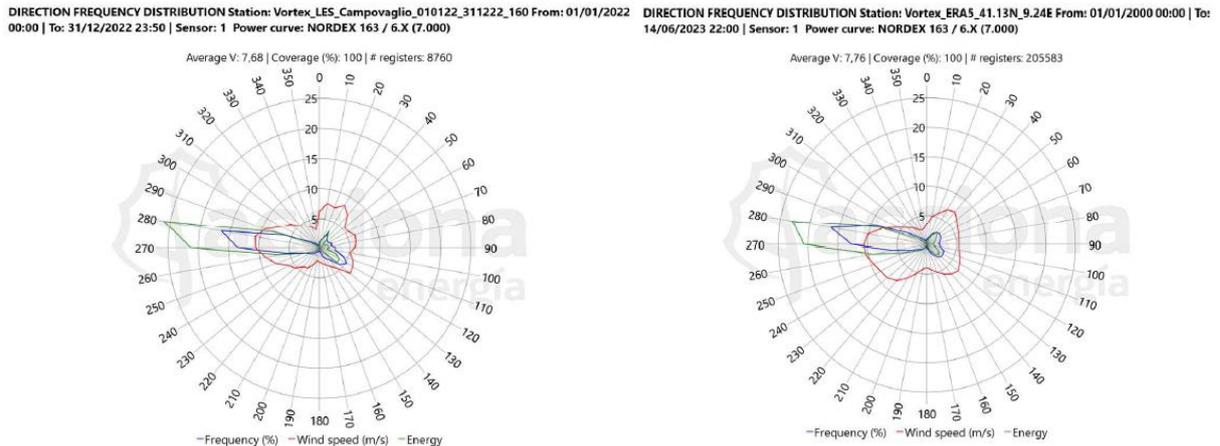


Figura 7 – Analisi dei dati anemometrici, simulazioni 2022 e 2000-2023: istogramma delle frequenze della velocità media dell'energia a 159 m di altezza.

Come procedura si sono estratti i dati orari ERA5 di velocità e direzione vento del periodo Gennaio 2000 – Giugno 2023 (23 anni complessivi) ad un punto di altezza 159 m sopra il piano di campagna in corrispondenza della collocazione della Stazione in sito.

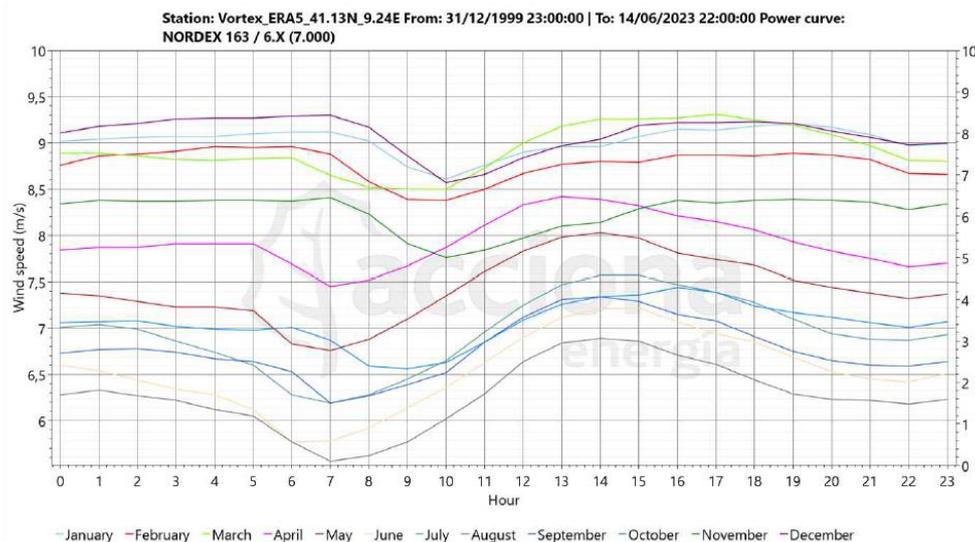


Figura 8 – Variazione della velocità media del vento nei diversi mesi dell'anno.



Figura 9 – Energia del singolo aerogeneratore in relazione alla frequenza della velocità del vento.

Gross energy summary of the wind farm	
Layout code	IPITACERXXCAM230620
Turbine type	NORDEX 163 / 6.X (7.000)
Number of turbines	11
Hub height (m)	159
Power installed (MW)	77
Annual average speed in the WF (m/s)	9,07
Annual turbine energy output (MWh)	29.485
Gross full load hours	4.212
Capacity factor	0,481
Wind farm gross output (GWh/year)	324,33

Figura 10 – Sintesi della simulazione dell'energia totale lorda del parco eolico Campovaglio.

Net energy summary of the wind farm	
Layout code	IPITACERXXCAM230620
Turbine type	NORDEX 163 / 6.X (7.000)
Number of turbines	11
Hub height (m)	159,00
Equivalent net hours	3.427
Capacity factor	0,391
Total power installed (MW)	77,00
Wind farm net output (GWh/year)	263,87

Figura 11 – Sintesi della simulazione dell'energia totale netta prodotta dal parco eolico Campovaglio.

5.5 REQUISITI TECNICI IMPIANTO EOLICO

Nome del parco eolico:	Campovaglio
Potenza installata:	max 77 MW
N° Aerogeneratori:	11
Potenza unitaria:	fino a 7,0 MW
Comuni interessati:	Tempio Pausania

5.5.1 Opere elettromeccaniche

Il componente elettromeccanico fondamentale di un parco eolico è l'aerogeneratore, composto da:

- fondazione
- torre di sostegno
- navicella con organi di trasmissione e generazione
- rotore con pale per lo sfruttamento del vento

Di seguito sono dettagliate le principali caratteristiche tecniche degli aerogeneratori utilizzati. L'aerogeneratore preliminarmente considerato è il tipo N163 6.X da 7,0 MW della NORDEX o similare, avente un rotore tripala con un sistema di orientamento della navicella attivo. Si tratta di una macchina della più avanzata tecnologia con una potenza nominale fino a 7,0 MW e fornita delle necessarie certificazioni rilasciate da organismi internazionali.

Il rotore ha un diametro di massimo 163 m ed utilizza il sistema di controllo capace di adattare l'aerogeneratore per operare in un ampio intervallo di velocità del rotore. Il numero di aerogeneratori previsti è 11 per una potenza totale installata massima di 77,0 MW. Gli aerogeneratori sono collocati nel parco, come si può evincere dagli elaborati grafici, ad un'interdistanza non inferiore a 500 m, gli stessi sono disposti perpendicolarmente rispetto alla direzione del vento dominante. L'aerogeneratore è progettato per un intervallo di temperatura compreso fra -20°C e +45°C. Al di fuori di questo intervallo devono osservarsi precauzioni particolari. L'umidità relativa può arrivare anche al 100%. Le pale hanno una lunghezza fino a 79,7 m e sono costituite da due gusci alari in carbonio e fibra di vetro. Ogni pala consta di tali due elementi fissati ad una struttura di supporto mediante inserti di acciaio speciale, con anima in schiuma.

5.5.2 Caratteristiche tecniche aerogeneratori

Le principali caratteristiche tecniche di ogni aerogeneratore sono:

- Tipologia di turbina: modello Nordex N163 6.X – 7,0 MW, o similare;
- Rotore tripala ad asse orizzontale;
- Orientazione del rotore in direzione del vento prevalente – sistema attivo imbardata;
- Sistema di controllo della potenza: Passo e velocità variabili;
- Diametro del rotore: fino a 163 m;
- Superficie spazzata dalle pale: 20.867 m²

rotante, detto rotore, che è direttamente collegato al rotore tripala. L'elemento di connessione tra rotore elettrico ed eolico è il mozzo in ghisa sferoidale, su cui sono innestate le tre pale in vetroresina ed i loro sistemi di azionamento per l'orientamento del passo.

La navicella è in grado di ruotare allo scopo di mantenere l'asse della macchina sempre parallelo alla direzione del vento mediante azionamenti elettromeccanici di imbardata. Entro la stessa navicella sono poste le apparecchiature per il sezionamento elettrico e la trasformazione dell'energia da Bassa Tensione a Media Tensione. Opportuni cavi convogliano a base torre, agli armadi di potenza di conversione e di controllo, l'energia elettrica prodotta e trasmettono i segnali necessari per il funzionamento.

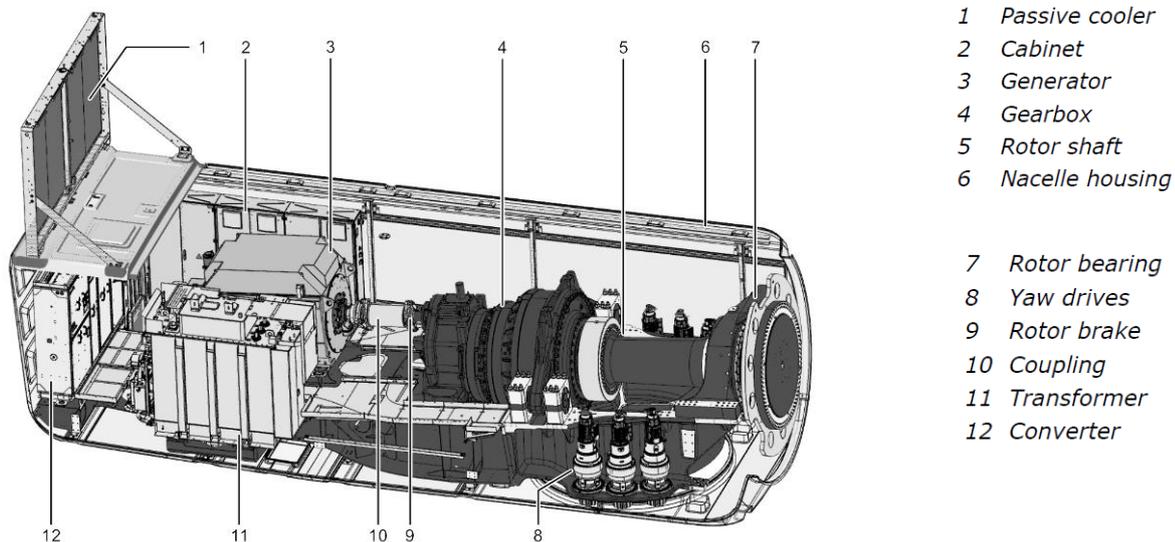


Figura 13 – Schema della navicella dell'aerogeneratore NORDEX N163 6.X da 7,0 MW

5.5.3 Cabina di consegna utente

Sarà prevista una cabina monolitica auto-portante in cemento armato trasportabile su camion in blocchi pre assemblati. L'allestimento delle apparecchiature elettromeccaniche avverrà successivamente all'installazione della cabina.

Si appoggia a basamenti di tipo prefabbricato. Sarà realizzata in calcestruzzo vibrato confezionato con cemento ad alta resistenza adeguatamente armato con pareti internamente ed esternamente trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il

perfetto ancoraggio sulla parete, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura. L'elemento di copertura è provvisto di un manto impermeabilizzante costituito da una guaina bituminosa elastomerica, applicata a caldo, con spessore minimo di 3 mm. ricoperta da scaglie di ardesia con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

L'armatura interna del prefabbricato totalmente collegata elettricamente, crea una vera gabbia di Faraday tale da proteggere tutto il sistema da sovratensioni atmosferiche limitando inoltre, a valori trascurabili, gli effetti delle tensioni di passo e di contatto. L'armatura metallica è costituita da acciaio e rete elettrosaldato tipo Feb 44k c. (kg/cmq. > 2600). Le caratteristiche di resistenza della cabina ne rendono idonea la posa anche in zone sismiche di 1^Categoria (S = 12) fino ad una altitudine di 1.500 m. s.l.m. secondo le prescrizioni previste dal D.M. LL.PP. 16/01/1996. La struttura, secondo quanto disposto dall'Art. 9 della Legge 05.11.1971 e dal punto 1.4.1 del D.M. LL.PP. 03.12.1987 , è realizzata in SERIE DICHIARATA e la documentazione depositata presso il Ministero dei Lavori Pubblici . Conformità a Leggi , D.M. , Norme CEI, disposizioni ENEL.

La cabina di trasformazione avrà una struttura idonea ad ospitare e proteggere:

La ricezione cavi provenienti dai sottocampi e dallo storage;

Gli scomparti di protezione dei sottocampi in arrivo dagli aerogeneratori, dello storage, del trasformatore SSAA, risalita sbarre e misure;

Scomparti di connessione dell'impianto Utente alla stazione RTN con le relative protezioni.

Il quadro servizi ausiliari per l'alimentazione in bassa tensione ed in corrente continua del sistema di acquisizione dati, servizi interni (illuminazione, antincendio ecc.), ausiliari inverter, alimentazione elettrica di emergenza (UPS) per i servizi essenziali d'impianto in caso di fuori servizio della rete di collegamento

L'ubicazione delle cabine sarà baricentrica rispetto al layout dei 2 sottocampi in cui sarà suddiviso il generatore fotovoltaico.

5.5.4 BATTERY Energy Storage Systems (BESS) -Sistema di accumulo

I sistemi di storage elettrochimico, più comunemente noti come batterie, sono in grado, se opportunamente gestiti, di essere asserviti alla fornitura di molteplici applicazioni e servizi di rete.

Uno sviluppo sostenuto degli ESS, grazie appunto ai servizi che sono in grado di erogare verso la rete, è il fattore abilitante per una penetrazione di FRNP molto spinta, che altrimenti il sistema elettrico nazionale non sarebbe in grado di accogliere in maniera sostenibile per la rete.

Una prima classificazione degli ESS (si veda anche la figura 6) può essere fatta in base a chi eroga e/o beneficia di tali applicazioni e servizi (produttori di energia, consumatori, utility).

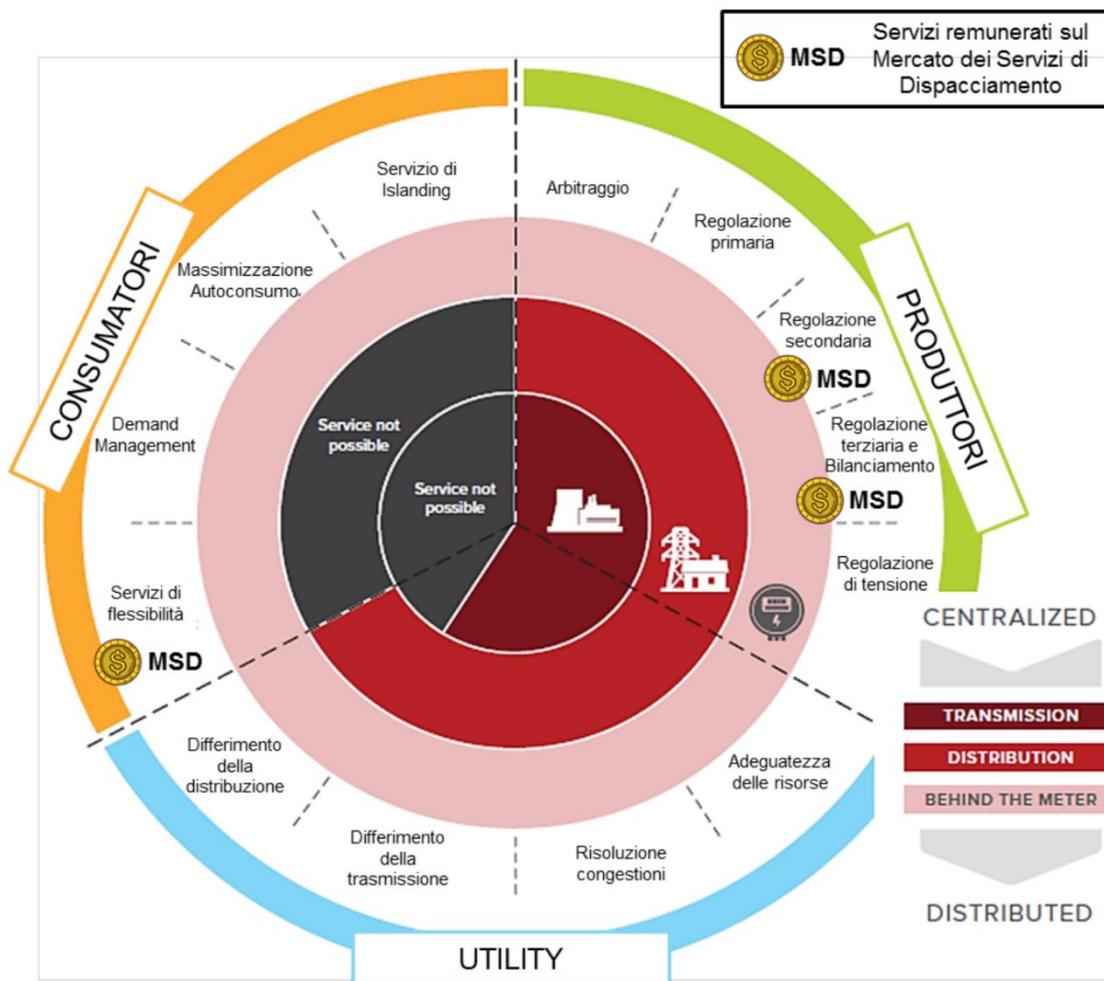


Figura 14 I diversi servizi erogabili dai sistemi Storage

Limitatamente alle applicazioni di interesse per i Produttori, vengono di seguito elencate tutte le applicazioni e i servizi di rete che possono essere erogati dalle batterie:

- Arbitraggio: differimento temporale tra produzione di energia (ad esempio da fonte rinnovabile non programmabile, FRNP) ed immissione in rete della stessa, per sfruttare in maniera conveniente la variazione del prezzo di vendita dell'energia elettrica;

- Regolazione primaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata in funzione del valore di frequenza misurabile sulla rete e avente l'obiettivo di mantenere in un sistema elettrico l'equilibrio tra generazione e fabbisogno;
- Regolazione secondaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata sulla base di un segnale di livello inviato da Terna e avente l'obiettivo di ripristinare gli scambi di potenza alla frontiera ai valori di programma e di riportare la frequenza di rete al suo valore nominale;
- Regolazione terziaria e Bilanciamento: regolazione manuale dell'erogazione di potenza attiva effettuata a seguito di un ordine di dispacciamento impartito da Terna e avente l'obiettivo di:
 - ristabilire la disponibilità della riserva di potenza associata alla regolazione secondaria;
 - risolvere eventuali congestioni;
 - mantenere l'equilibrio tra carico e generazione.
- Regolazione di tensione: regolazione dell'erogazione di potenza reattiva in funzione del valore di tensione misurato al punto di connessione con la rete e/o in funzione di un setpoint di potenza inviato da Terna.
- Partecipazione al mercato della capacità attraverso cui Terna si approvvigiona di capacità con contratti di di lungo termine aggiudicati con aste competitive al fine di garantire l'adeguatezza¹ del sistema elettrico. Un BESS può contribuire all'adeguatezza del sistema sia in maniera diretta (stan
- d-alone) sia conferendo ad una unità di produzione rinnovabile non programmabile (FRNP) i requisiti minimi di programmabilità necessari ad adempiere agli obblighi del meccanismo di Capacity Market.

Secondo la letteratura la potenza nominale del BESS risulta ottimale attorno a circa il 30% della potenza nominale dell'impianto, portando la scelta per tale progetto fino a 20 MW (potenza del parco fino a 77 MW); La capacità della batteria per garantire il funzionamento pari a 4 h risulta: 80 MWh.

Vista la natura delle opere previste, le attività di cantiere saranno quelle tipiche di un cantiere di tipo edile.

In fase di cantiere si prevede di occupare l'area di circa 2500 mq di previsto utilizzo per gli impianti in progetto anche in fase di esercizio e alcune aree adiacenti per l'alloggiamento dei materiali e dei macchinari.

Le principali attività previste ai fini dell'installazione dei diversi impianti, si presume saranno le seguenti:

- preparazione dell'area,
- realizzazione della pavimentazione in CLS,
- trasporto e posa dei container e delle BESS,
- operazioni di assemblaggio dei diversi impianti,
- montaggio e assemblaggio tubazioni, passerelle e allacciamenti.

Data l'entità e la tipologia delle opere da costruire, si prevede che le attività in fase di cantiere consentano di riutilizzare sul posto la ghiaia ed il limitato volume scavato per la realizzazione della pavimentazione, senza ulteriori obblighi in materia di gestione delle terre da scavo.

Le emissioni in atmosfera durante tale fase si prevede siano, nel primo periodo relativo alla preparazione e livellamento dell'area e alla realizzazione delle fondazioni, analoghe a quelle di un cantiere edile, e successivamente trascurabili, quando prevarranno operazioni di assemblaggio e carpenteria.

Anche dal punto di vista del rumore, le opere descritte sono associate ad emissioni sonore confrontabili a quelle di un normale cantiere edile, ma caratterizzate da una durata limitata nel tempo.

Il traffico indotto dal trasporto dei materiali e dei rifiuti si prevede sia di entità trascurabile, e non generi impatti sulle diverse componenti ambientali.

La durata della fase di costruzione si prevede sarà di alcuni mesi.

5.5.5 Fasi di montaggio dell'aerogeneratore

Il montaggio degli aerogeneratori avviene secondo schemi prestabiliti e collaudati dalle imprese specializzate. I mezzi principali sono le gru che solitamente sono collocate nell'area della piazzola riservata all'assemblaggio.

Le fasi principali di montaggio, possono essere sintetizzabili in:

- Sollevamento, posizionamento e fissaggio alla fondazione della parte inferiore della torre;
- Sollevamento, posizionamento e fissaggio dei tronconi intermedi;
- Sollevamento, posizionamento e fissaggio del troncone di sommità;
- Sollevamento della navicella e fissaggio alla parte sommitale della torre;
- Assemblaggio del rotore ai piedi della torre;
- Sollevamento e fissaggio del rotore della navicella;
- Sollevamento e fissaggio singolo delle 3 pale dell'aerogeneratore;
- Realizzazione dei collegamenti elettrici e configurazione dei dati per il funzionamento ed il controllo delle apparecchiature.

Durante la fase di montaggio saranno previste due gru. La prima, solitamente gommata, ha dimensioni contenute ed una capacità di sollevamento di 150 t, ed è necessaria nella prima fase di scarico dei componenti dai mezzi di trasporto alle piazzole di assemblaggio e nelle fasi di montaggio.

La seconda autogru è utilizzata per il sollevamento ed il montaggio dei vari componenti della torre, del rotore e delle pale. Essa di solito è cingolata e possiede un'elevata potenza e una capacità di sollevamento di almeno 600 t. Operando in coordinazione con la gru gommata esegue le operazioni di montaggio. Questa seconda gru ha come vincolo operativo la necessità di essere collocata alla minore distanza possibile rispetto al centro del posizionamento del pilone principale.



Figura 15 – Fasi di montaggio della gru principale e della torre dell’aerogeneratore.

5.5.6 Sistema di accumulo BESS

I sistemi di storage elettrochimico, più comunemente noti come batterie, sono in grado, se opportunamente gestiti, di essere asserviti alla fornitura di molteplici applicazioni e servizi di rete.

Un sistema di accumulo, o BESS, comprende come minimo:

- BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;

- BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);
- BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- PCS: il convertitore bidirezionale caricabatterie-inverter (Power Conversion System);
- EMS: il sistema di controllo EMS (Energy management system);
- AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio, ecc.).

Il collegamento del BESS alla rete avviene normalmente mediante un trasformatore innalzatore BT/MT, e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti dalla ventilazione e raffreddamento degli apparati.

L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. Le batterie vengono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti, e sono installate all'interno di container (di tipo marino modificati per l'uso come cabine elettriche). La capacità del BESS è scelta in funzione al requisito minimo per la partecipazione ai mercati del servizio di dispacciamento, che richiede il sostenimento della potenza offerta per almeno 2 ore opportunamente sovradimensionata per tener conto delle dinamiche intrinseche della tecnologia agli ioni di litio (efficienza, energia effettivamente estraibili), mentre la potenza de sistema viene dimensionata rispetto alla potenza dell'impianto eolico:

- Secondo la letteratura la potenza nominale del BESS risulta ottimale attorno a circa il 33% della potenza nominale dell'impianto, portando la scelta per tale progetto fino a 20 MW (potenza del parco fino a 77 MW);
- La capacità della batteria per garantire il funzionamento pari a 4 h risulta: 80 MWh.

Negli ultimi anni le due tecnologie che si stanno maggiormente affermando nell'ambito energy storage sono: Litio-Manganese-Cobalto (NMC) e Litio Ferro Fosfato (LFP), pertanto questo progetto sarà basato su queste due tecnologie.

I sistemi energy storage con tecnologia al litio sono caratterizzati da stringhe batterie (denominati batteries racks) costituite dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari.

Dal momento che i rack batterie sono caratterizzati da grandezze elettriche continue, al fine di poter connettere tali dispositivi alla rete elettrica vi è la necessità di convertire tali grandezze continue in alternate. A tal fine il sistema di conversione solitamente utilizzato in applicazioni Energy Storage è un convertitore bidirezionale monostadio caratterizzato da un unico inverter AC/DC direttamente collegato al sistema di accumulo.

Il convertitore poi risulta essere connesso ad un trasformatore elevatore MT/BT al fine di trasportare l'energia in maniera più efficiente e solitamente vengono realizzati degli skid esterni comprensivi di PCS, trasformatore e celle di media tensione.

6. OPERE CIVILI

Le opere civili relative al parco eolico “Campovaglio” sono finalizzate a:

- adeguamento delle strade interne esistenti al parco eolico, con allargamento della carreggiata;
- realizzazione di alcuni tratti di nuova viabilità interna in progetto;
- realizzazione delle fondazioni e delle piazzole degli aerogeneratori;
- realizzazione di scavi, canalizzazioni e cavidotti;
- realizzazione sottostazione per la connessione elettrica

6.1 ASPETTI GENERALI DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO ED INTERNA AL PARCO EOLICO

La viabilità di accesso al parco è stata analizzata negli elaborati grafici di progetto, a cui si rimanda. In questo paragrafo sono elencate le caratteristiche tecniche che le strade di accesso al parco devono rispettare, secondo i criteri geometrici e piano altimetrici forniti dal produttore delle macchine.

6.1.1 Caratteristiche delle strade di accesso al parco

Le strade di accesso al parco sono definite come: *“Le strade di categoria inferiore ad autostrade, superstrade, che non fanno parte delle strade interne del parco eolico”*. Le strade di accesso al parco eolico sono quindi tutte le strade provinciali e statali che permettono di raggiungere la viabilità interna del parco. In linea generale hanno sempre larghezza adeguata al trasporto eccezionale degli aerogeneratori, ma potrebbero presentare dei punti che richiedono l’adeguamento del raggio di curvatura o l’eliminazione temporanea di ostacoli verticali interferenti nei tratti in curva; deve in ogni caso essere sempre garantita un’altezza minima di passaggio al transito di 6 m.

Le strade di accesso devono soddisfare particolari caratteristiche geometriche e piano altimetriche per permettere il transito in sicurezza dei mezzi di trasporto dei componenti degli aerogeneratori.

La pendenza massima che viene stabilita è del 10 %. La larghezza minima dei viali di accesso al parco eolico sarà di 6 metri, oltre alla banchina di 0,5 m per ogni lato. Le strade di nuova realizzazione, sono state progettate secondo le indicazioni fornite dalla casa costruttrice dell’aerogeneratore di progetto. In particolare, esse, avranno raggi di curvatura variabili da 70 a 85 m a seconda dell’angolo di raccordo, anch’esso variabile da 60° a 120°.

Come già evidenziato, la viabilità di accesso al parco eolico “Campovaglio” non presenta grosse criticità e risulta conforme alle caratteristiche richieste da Nordex per il transito dei mezzi di trasporto degli aerogeneratori.

6.1.2 Caratteristiche delle strade interne al parco

Le strade interne al parco sono definite come: *“Le strade che partendo da un singolo aerogeneratore si collegano tanto a quello successivo che ai rami successivi degli altri aerogeneratori facenti parte dello stesso parco eolico”*.

La pendenza massima che viene stabilita è del 10 %. Nel caso di pendenze longitudinali in curve strette, in nessun caso si potrà superare il valore del 10%, realizzando interventi di miglioramento del manto stradale, se fosse necessario, per

pendenze comprese tra il 5% ed il 7 % con ghiaia stabilizzata, per pendenze superiori sarebbe infatti necessaria la cementazione o asfaltatura. La pendenza minima trasversale delle strade dovrà essere dello 0.2% per minimizzare il tempo di evacuazione dell'acqua superficiale dalla viabilità, fino ad un massimo del 2%.

La larghezza minima dei viali interni sarà di 6 metri oltre alle banchine di 0,5 m, potendo scendere a 5 metri nei tratti molto rettilinei dove vi siano problemi morfologici alla realizzazione della piattaforma stradale. I raggi di curvatura rispettano le stesse specifiche riportate per la viabilità di accesso.

6.1.3 Drenaggio delle acque superficiali ed interferenze con l'idrografia esistente

Il sistema di drenaggio è stato dimensionato in modo tale da permettere l'evacuazione in fossi di guardia, da realizzarsi su entrambi i lati della carreggiata, delle acque superficiali e delle acque di versante intercettate dalle strade, e in modo tale da dare continuità agli impluvi naturali presenti lungo il tracciato stradale.

In particolare, i fossi di guardia saranno realizzati in maniera tale da permettere il deflusso delle acque meteoriche di piattaforma e quelle raccolte da versante verso depressioni naturali ove sono previste opere idrauliche di attraversamento del corpo stradale in progetto (quali tubolari, ponticelli...) che permettano lo smaltimento delle portate raccolte e garantiscano la continuità idraulica degli impluvi naturali.

L'intervento in esame non presenta interferenze al deflusso di piena nell'area di esondazione dell'idrografia presente, poiché l'intera impronta degli aerogeneratori con la piazzola definitiva e della sottostazione ricade al di fuori delle aree esondabili.

La viabilità di accesso, esterna ed interna al parco eolico, è costituita nella maggior parte dalla viabilità esistente, viabilità che non determina ostacolo alla dinamica di esondazione dell'area perfluviale. I nuovi tratti di viabilità in progetto non sono interessati dalle fasce fluviali dell'idrografia presente. Inoltre, in seguito ad analisi delle cartografie delle aree di rischio idraulico e geomorfologico PAI, non sono stati evidenziati rischi di alluvione o di frane nelle aree interessate dal progetto. Laddove vengono interessati alcuni piccoli rii, quasi esclusivamente in corrispondenza di strade esistenti, saranno prolungati gli attraversamenti esistenti mantenendo almeno la sezione esistenti del tombino presente, per poter allargare la piattaforma stradale.

6.1.4 Composizione e struttura delle strade

Le strade di nuova realizzazione, realizzate con misto granulare compattato, avranno una larghezza media utile pari a 6 metri al fine di garantire il corretto transito dei mezzi per il trasporto delle componenti dell'aerogeneratore, oltre alla banchina laterale di 0,5 m in terra. Il trasporto delle pale e dei conci delle torri avviene di norma, con mezzi di trasporto eccezionale, le cui dimensioni superano gli 80 m di lunghezza. Per tale motivo le strade da percorrere devono rispettare determinati requisiti dimensionali e caratteristiche costruttive (pendenze, stratificazioni della sede stradale, ecc.), stabiliti dai fornitori degli aerogeneratori. Spesso, la viabilità esistente non ha le caratteristiche necessarie per permettere il passaggio di questi mezzi eccezionali e quindi, si dovranno eseguire degli interventi di adeguamento. Questi interventi generalmente consistono nell'ampliamento della sede stradale e modifica del raggio di curvatura.

La capacità di carico per le vie di accesso deve essere di almeno 2 kg/cm² (circa 0,2 Mpa), mentre per le strade interne deve essere almeno di 2-3 kg/cm², mantenendo questo valore fino ad una profondità di 1 m per le strade di accesso e di 3 m per le strade interne al campo eolico. La società, si riserva però di effettuare delle prove sul materiale utilizzato al fine di verificare la compattazione dei diversi strati e per l'applicazione degli standard previsti dalla normativa vigente.

La densità asciutta, necessaria dopo la compattazione per i diversi tipi di materiali che costituiscono la massiciata, è del 98% di quella ottenuta nella prova Proctor (procedura utilizzata per valutare il costipamento di un terreno, valutando l'influenza del contenuto d'acqua sullo stesso, in particolare si va a determinare la massa volumica ottenibile per costipamento della frazione secca della terra e il corrispondente livello di umidità, (detto di "umidità ottima modificata o superiore").

La viabilità e le sue caratteristiche sia geometriche che dei materiali viene essenzialmente progettata in funzione dei veicoli che la dovranno percorrere. I veicoli sono utilizzati per il trasporto delle parti meccaniche delle turbine, suddivisi in 4 o 5 pezzature, dette "conci", le cui dimensioni sono standard e dipendono essenzialmente dalla casa costruttrice. I conci delle torri eoliche hanno forma tubolare, con un diametro massimo di 6 metri e presentano una lunghezza maggiore, per il concio collegato direttamente alla fondazione, e minore per tutti gli altri. La massima lunghezza del veicolo viene misurata dal fronte dello stesso fino alla fine del carico.

Nel dettaglio le strade di nuova realizzazione avranno le seguenti caratteristiche:

- Larghezza della carreggiata: 6 m
- Pendenza massima: 10 %

Le strade di nuova realizzazione, sono state progettate secondo le indicazioni fornite dalla casa costruttrice dell'aerogeneratore di progetto. In particolare, esse, avranno raggi di curvatura variabili da 70 a 85 m a seconda dell'angolo di raccordo, anch'esso variabile da 60° a 120°, così come riportate successivamente.

Il pacchetto stradale previsto per le strade di nuova realizzazione è il seguente:

- Uno strato di terreno opportunamente compattato per la preparazione della fondazione stradale;
- Uno strato di fondazione realizzato mediante spaccato di idonea granulometria proveniente da frantumazione rocce anche trovata in posto o ghiaia in natura. Tali materiali saranno opportunamente compattati e ingranati in modo da realizzare uno strato di fondazione con spessore dipendente localmente dalla consistenza del terreno presente in sito; mediamente di 50 cm.
- Uno strato di finitura della pista con spessore minimo di 10 cm realizzato mediante spaccato 0/50 granulometricamente stabilizzato proveniente da frantumazione di rocce ed opportunamente compattato. Tale strato di finitura servirà a garantire il regolare transito degli automezzi previsti e ad evitare l'affioramento del materiale più grossolano presente nello strato di fondazione.

Per le strade da adeguare invece saranno realizzati, laddove necessari, allargamenti della carreggiata per garantire il corretto passaggio dei mezzi di trasporto. Inoltre, l'intervento sarà completato mediante la realizzazione di stesura di

misto stabilizzato, opportunamente compattato, per migliorare l'aderenza del tracciato. Il dimensionamento della piattaforma e del solido stradale è stato realizzato in base ai carichi che sono previsti per la viabilità in oggetto. Il deterioramento maggiore delle strade avviene a causa del continuo passaggio degli automezzi che trasportano i vari elementi dell'aerogeneratore.

6.2 QUADRO GENERALE DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AL PARCO EOLICO "CAMPOVAGLIO"

La viabilità di accesso al parco eolico "Campovaglio" è composta da strade statali e provinciali, con partenza dal porto industriale di Olbia e stacco dalla S.S. 125 ad Arzachena, dove per non entrare nel centro abitato, si seguirà la SP 14 e ad ovest dell'abitato la SP 115, fino a collegarsi alla SS 131. Nei pressi del centro abitato di Bassacutena, la viabilità di accesso si dirama verso diversi gruppi di aerogeneratori (viabilità interna), seguendo dapprima alcune strade provinciali (SP 70) e comunali e asfaltate, per poi seguire piste esistenti che richiedono l'adeguamento della sezione stradale e del sottofondo.

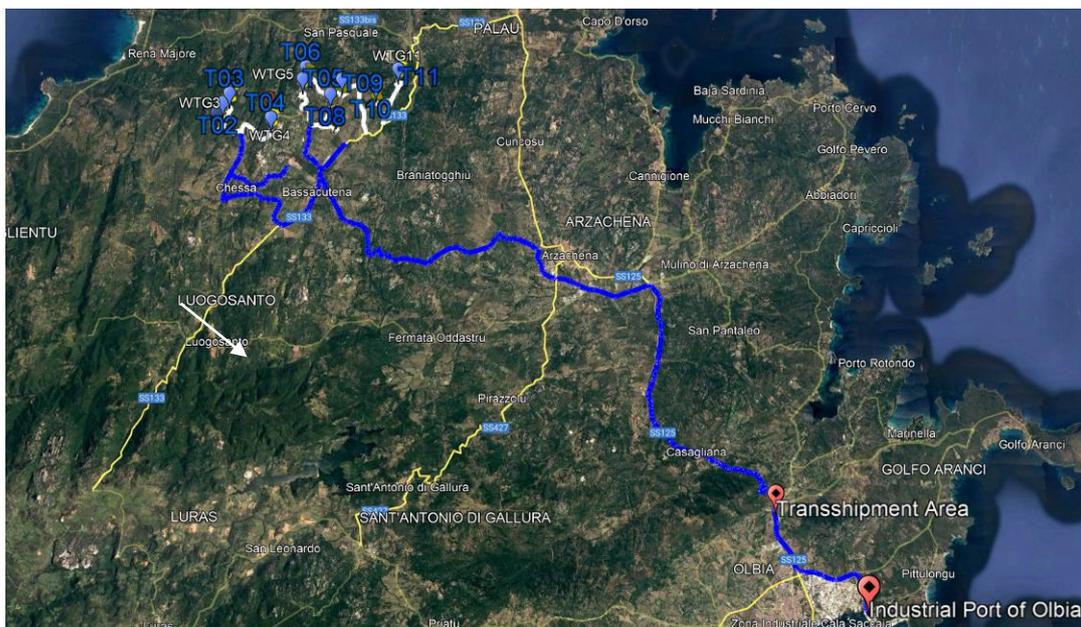


Figura 16 – Viabilità interna di accesso al parco eolico Campovaglio.

Le strade interne di accesso all'area parco si presentano in buone condizioni, come verificato in fase di sopralluogo. All'interno dello stesso parco eolico tuttavia sarà necessario effettuare piccoli interventi di adeguamento della viabilità esistente, temporanei, in particolare lungo le strade comunali, per permettere il transito dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori. In corrispondenza delle piste per l'accesso ai singoli aerogeneratori, sarà necessario adeguare le piste sterrate esistenti, con modifiche permanenti, volte anche a migliorare l'accesso ai fondi esistenti; solo in alcuni casi e per brevi tratti si rende necessaria la realizzazione di tratti di pista su nuovi tracciati.

6.3 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ ESTERNA DI ACCESSO AL PARCO EOLICO

Come sopra riportato, le strade interessate dal trasporto delle componenti degli aerogeneratori non presentano grosse problematiche o interventi di adeguamento particolari, perché l'accesso alle aree di trasbordo della viabilità interna al parco eolico, si trova in corrispondenza di un nodo stradale ben collegato, costituito dalla strada statale SS 125 a partire dal porto industriale di Olbia, e stacco dalla S.S. 125 ad Arzachena, dove per non entrare nel centro abitato, si seguirà la SP 14 e ad ovest dell'abitato la SP 115, fino a collegarsi alla SS 131.

A seguito della visita effettuata in data 12 luglio 2022 dal punto di carico all'accesso al sito, la SAE (Società Autotrasporti Eccezionali) ha trovato la possibilità di trasportare tutti i componenti con trailer convenzionali dal porto di Olbia all'area di trasbordo intermedia (7,5 km) e con rimorchi modulari da quest'ultimo al Parco Eolico Campovaglio (45,5 km), per un totale di circa 53 km nel caso della turbina più lontana. Si precisa che per transitare lungo la viabilità individuata, senza necessità di modifiche sostanziali, il massimo il diametro della sezione della torre non deve superare 4,30 m.

Nella figura seguente si riporta il percorso complessivo dal porto di Olbia alle aree di trasbordo del parco eolico, dove i componenti degli aerogeneratori potranno essere anche ricaricati su mezzi speciali, qualora necessario, per un più agevole trasporto lungo la viabilità di avvicinamento o interna al parco.

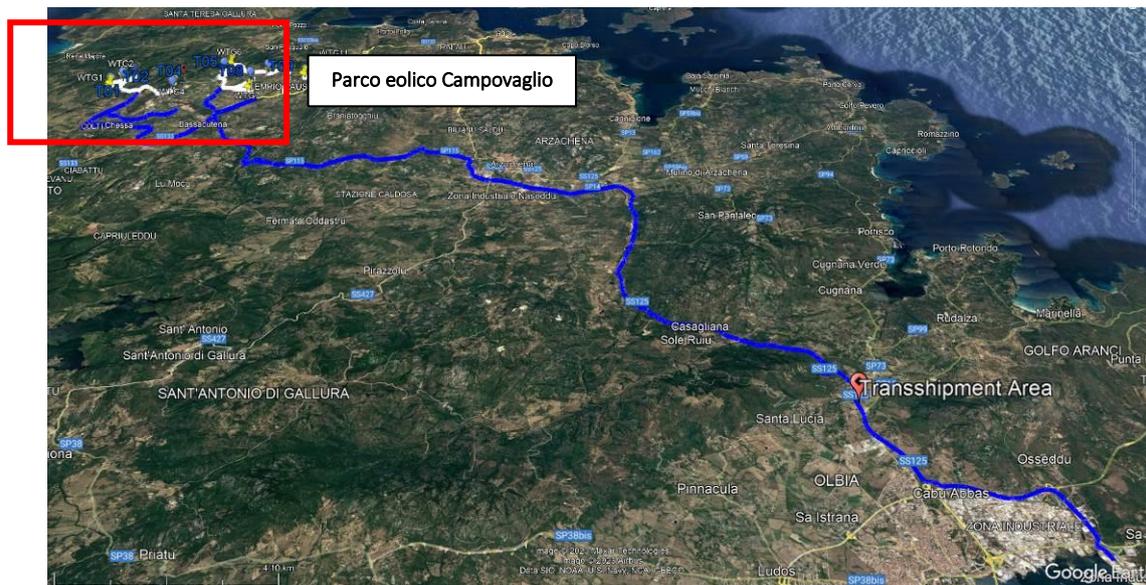


Figura 17 – Percorso complessivo dal porto di Olbia all'area di trasbordo, tramite la SS 125 e la SS131.

Si rimanda alla Relazione simulazione criticità di trasporto allegata allo Studio di Impatto Ambientale per lo specifico approfondimento sulla verifica delle interferenze e sulle eventuali soluzioni da adottare per l'adeguamento temporaneo necessario solo per il passaggio dei carichi eccezionali, limitato alla fase di trasporto degli aerogeneratori.

6.4 ADEGUAMENTI VIABILITÀ INTERNA AL PARCO EOLICO CAMPOVAGLIO

L'accesso alla viabilità interna del parco avverrà dalla SP 115 che si stacca dalla SS 125 ad Arzachena. Dalla strada provinciale SP 115, si seguirà un breve tratto della SS 133 per circa 2,8 km in direzione sud-ovest verso Tempio Pausania fino alla località Bassacutena, per accedere agli aerogeneratori WTG 01 – 02 – 03 – 04 seguendo poi per circa 6,5 km la strada comunale asfaltata per località Chessa e successivamente per Campovaglio. Da essa si dipartono le piste di accesso alle piazzole degli aerogeneratori, per la maggior parte del tratto già esistenti e solo nel tratto terminale da realizzare con un nuovo tracciato; le piste esistenti necessiteranno di interventi di adeguamento della carreggiata, che consistono principalmente nell'allargamento della banchina stradale, per garantire una larghezza utile di 6 m e garantire degli adeguati raggi di curvatura, come rappresentato nella Tavole di Progetto al blocco 7 – PIAZZOLE DI CANTIERE E NUOVE VIABILITÀ'. Le piste saranno realizzate comunque per brevi tratti e in tratti a pendenza modesta, saranno solo in pochi casi necessarie opere di scavo e riporto di materiali e in generale non è comunque richiesta la necessità di pavimentazioni asfaltate o in cls.

L'accesso agli aerogeneratori WTG 05 – 07 – 08 avverrà dalla S.S. 133 presso Bassacutena tramite la SP 70 verso Campovaglio e da essa con strade comunali sterrate da adeguare; per la WTG 08 si rende necessario un breve tratto di nuova pista lungo circa 700 m. Per gli aerogeneratori WTG 06 – 09 l'accesso avviene tramite strada comunale asfaltata P. Bassacutena con stacco dalla S.S. 133 e successivamente con strada sterrata esistente; per le WTG 10 – 11, si accede più avanti sempre dalla S.S. 133 lungo una strada sterrata esistente.

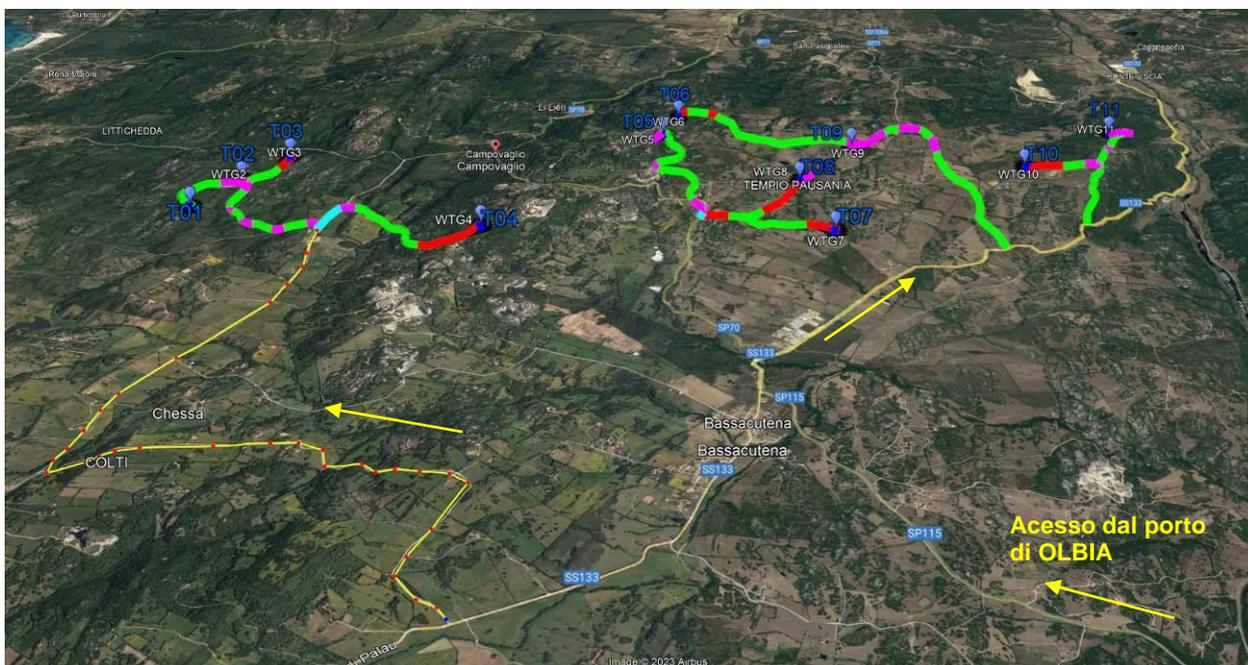


Figura 18 – Quadro d'unione viabilità interna area parco eolico "Campovaglio" (in verde le piste esistenti oggetto di solo adeguamento e in rosso i tratti di pista di nuova viabilità; in magenta tratti di pista di cantiere eventualmente da mantenere a fine lavori per interventi di manutenzione straordinaria).

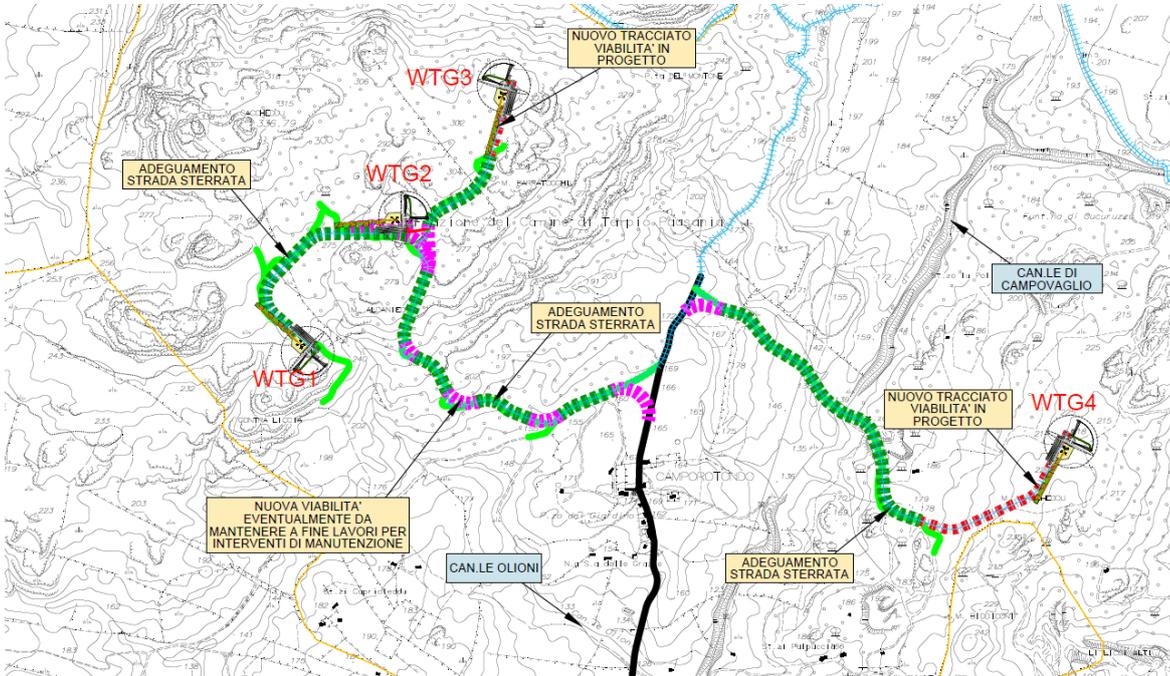


Figura 19 – Viabilità interna parco eolico “Campovaglio” per l’accesso agli aerogeneratori WTG 1-2-3-4 (in verde le piste esistenti oggetto di solo adeguamento e in rosso i tratti di pista di nuova viabilità; in magenta tratti di pista di cantiere eventualmente da mantenere a fine lavori per interventi di manutenzione straordinaria).

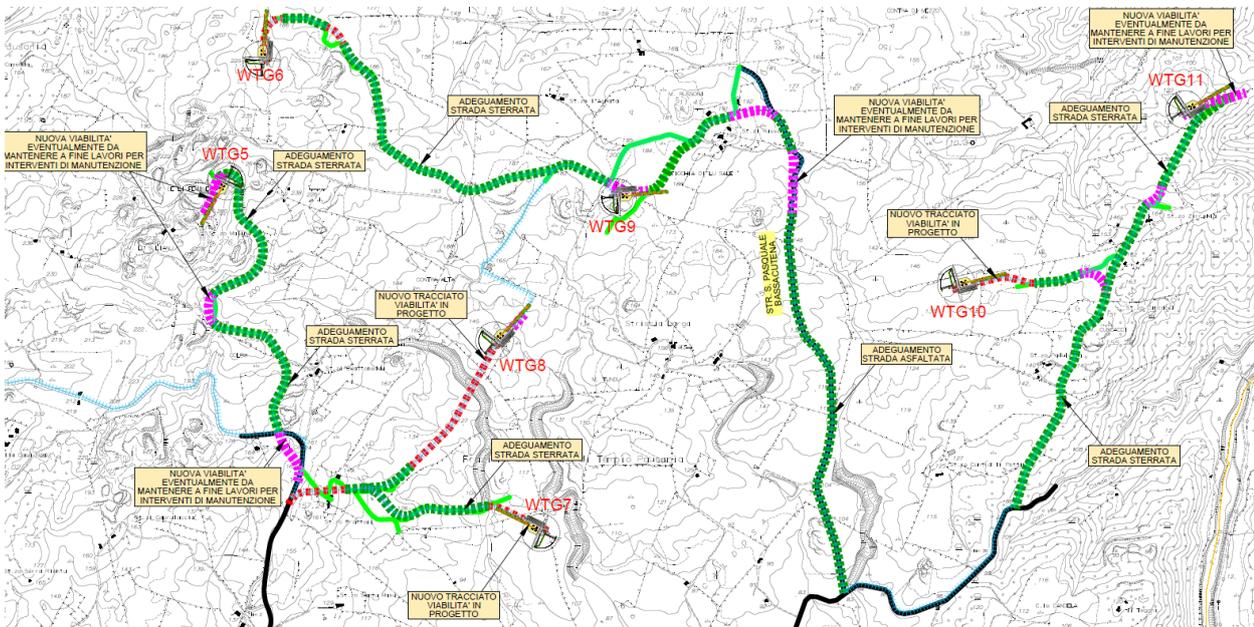


Figura 20 – Viabilità interna parco eolico “Campovaglio” per l’accesso agli aerogeneratori WTG 5-7-8 e WTG 6-9 e WTG 10 -11 (in verde le piste esistenti oggetto di solo adeguamento e in rosso i tratti di pista di nuova viabilità).

6.5 FONDAZIONE DEGLI AEROGENERATORI

Le strutture di fondazione devono consentire il sostegno alle sollecitazioni degli elementi in elevazione. Queste saranno calcolata, in una fase esecutiva, basandosi su indagini geotecniche dei suoli e rispettando la normativa sulle costruzioni vigente.

Oltre al considerevole peso che gli aerogeneratori concentrano su una superficie molto piccola, sono rilevanti le tensioni orizzontali prodotte sul terreno dovute alla spinta orizzontale del vento su una superficie pari a quella spazzata dalle pale, provenendo il vento da ogni direzione. A queste condizioni di carico si sommano quelle dovute ai probabili eventi sismici; pertanto la fondazione è costituita da un plinto armato tale da evitare fenomeni di punzonamento, dimensionato per resistere agli sforzi di slittamento e di ribaltamento (cfr. elaborati grafici di progetto).

Nell'elaborato 2.3 – *Calcoli preliminari delle fondazioni degli aerogeneratori* sono riportati in dettaglio i calcoli preliminari per il dimensionamento di massima della fondazione.

In questo caso gli scavi che si realizzeranno saranno del tipo in terra e si rende necessaria la realizzazione di fondazioni profonde con pali di grosso diametro.

I materiali di risulta reteranno di proprietà dell'impresa la quale potrà reimpiegare in sito quelli ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori. Nel caso in cui dovesse essere accertata l'esistenza di materiali inquinanti, il terreno non potrà essere riutilizzato ma dovrà necessariamente essere conferito presso una discarica autorizzata allo smaltimento.

La tipologia della fondazione è di tipo indiretta con fondazione profonda su pali e rappresentata da un plinto armato e la gabbia di ancoraggio, tra torre e fondazione, inclusi i bulloni, viene fornita come unità montata. La gabbia d'ancoraggio è impostata sul livello di pulizia e regolata per l'aggiustamento della posizione, verticale e orizzontale, per mezzo di bulloni di aggiustamento al livello della flangia più bassa. Durante la colata, che può essere fatta simultaneamente dentro e fuori la gabbia, molta attenzione dev'essere impiegata perché la gabbia non si sposti e che la flangia in basso sia a completo contatto con il calcestruzzo.

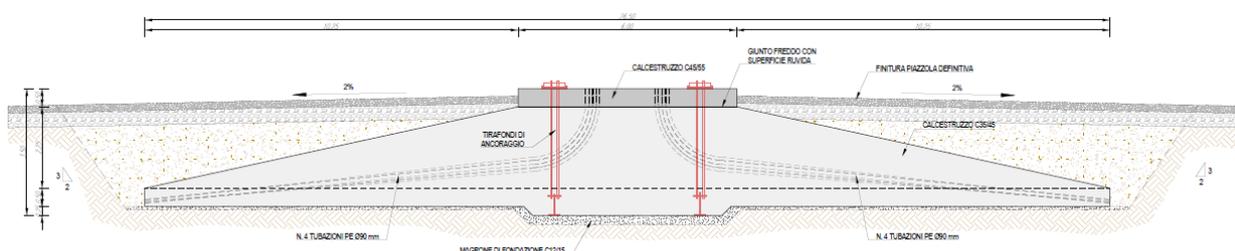


Figura 21 – Schema tipo della fondazione dell'aerogeneratore, con plinto a tronco di cono.

7. ALTERNATIVE DI PROGETTO E OPERE DI MITIGAZIONE

In sede progettuale sono state esaminate diverse ipotesi, sia di tipo tecnico-impiantistico che di localizzazione, nonché l'alternativa "zero", ossia la non realizzazione degli interventi in progetto. I criteri generali che hanno guidato le scelte progettuali si sono basati, ovviamente, su fattori quali le caratteristiche climatiche e anemometriche dell'area, l'orografia del sito, l'accessibilità (esistenza o meno di strade, piste), la disponibilità di infrastrutture elettriche vicine, il rispetto di distanze da eventuali vincoli presenti, o da eventuali centri abitati, cercando di ottimizzare, allo stesso tempo, il rendimento delle singole pale eoliche.

L'analisi delle alternative considerate, viene presentata di seguito in modo sintetico e si rimanda allo *Studio di Impatto Ambientale* per maggiori approfondimenti.

7.1 Alternative di localizzazione

Nella scelta del sito sono stati in primo luogo considerati elementi di natura vincolistica; l'individuazione delle aree non idonee alla costruzione ed esercizio degli impianti a fonte rinnovabile è stata prevista dal Decreto del 10 settembre 2010, che definisce criteri generali per l'individuazione di tali aree, lasciando la competenza alle Regioni per l'identificazione di dettaglio.

La Regione Sardegna, con Delibera del 27 novembre 2020, n. 59/90 ha provveduto all'aggiornamento in dell'attuazione del DM 10/09/2010 con l'individuazione delle aree e siti non idonei all'installazione di determinate tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio regionale; il progetto di variante non ricade all'interno di tali aree.

In conclusione l'impianto in progetto, risulta compatibile con i criteri generali per l'individuazione di aree non idonee stabiliti dal DM 10/09/2010 e attuati Delibera della Giunta Regionale 27/11/2020 in quanto gli aerogeneratori risultano completamente esterni alle seguenti aree:

- a) le aree naturali protette istituite ai sensi della legge n. 394 del 1991, inserite nell'elenco ufficiale delle le aree naturali protette (parchi e riserve nazionali);
- b) le aree naturali protette istituite ai sensi della L.R. n. 31/1989 (parchi e riserve regionali);
- c) monumenti naturali; aree di rilevante interesse naturalistico;
- d) le aree in cui è accertata la presenza di specie animali soggette a tutela dalle convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle direttive comunitarie;
- e) le zone umide di importanza internazionale, designate ai sensi della convenzione di Ramsar (zone umide incluse nell'elenco previsto dal DPR n.448/1976);
- f) le aree incluse nella Rete Natura 2000 (SIC e ZPS) e relative fasce di rispetto;
- g) le Important Bird Areas (IBA);

h) le aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette, fra le quali ricadono le “oasi permanenti di protezione faunistica e cattura” di cui alla L.R. n. 23/1998.

Si precisa che per il punto d) aree in cui è accertata la presenza di specie animali soggette a tutela dalle convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle direttive comunitarie l’impianto in progetto ne ricade parzialmente e si è provveduto alla elaborazione dello studio di incidenza ambientale al fine di valutare gli impatti dell’intervento sulla componente faunistica, con i relativi monitoraggi che sono tutt’ora in corso.

Inoltre si è tenuto conto delle seguenti aree d’interesse:

- Siti UNESCO;
- Beni culturali + 100 metri (ai sensi del Dlgs 42/2004, vincolo L.1089/1939);
- Aree dichiarate di notevole interesse pubblico (art. 136 del Dlgs 42/2004, vincolo L.1089/1939);
- Aree tutelate per legge (art. 142 del Dlgs 42/2004): territori costieri fino a 300 m, laghi e territori contermini fino a 300 m, fiumi torrenti e corsi d’acqua fino a 150 m, boschi con buffer di 100 m, zone archeologiche con buffer di 100m, tratturi con buffer di 100 m;
- Aree a pericolosità idraulica;
- Aree a pericolosità geomorfologica;
- Area edificabile urbana con buffer di 1km;
- Segnalazioni carta dei beni con buffer di 100 m;
- Grotte+ buffer 100 m;

Oltre ai suddetti elementi, di natura vincolistica, nella scelta del sito di progetto sono stati considerati altri fattori quali:

- ✓ adeguate caratteristiche anemometriche dell’area al fine di ottenere una soddisfacente produzione di energia;
- ✓ assenza di ostacoli presenti o futuri;
- ✓ la presenza della Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN) ad una distanza dal sito tale da consentire l’allaccio elettrico dell’impianto senza la realizzazione di infrastrutture elettriche di rilievo e su una linea RTN con ridotte limitazioni;
- ✓ viabilità esistente in buone condizioni ed in grado di consentire il transito agli automezzi per il trasporto delle strutture, al fine di minimizzare gli interventi di adeguamento della rete esistente;
- ✓ idonee caratteristiche geomorfologiche che consentano la realizzazione dell’opera senza la necessità di strutture di consolidamento di rilievo;
- ✓ una conformazione orografica tale da consentire allo stesso tempo la realizzazione delle opere provvisoriale, con interventi qualitativamente e quantitativamente limitati, e comunque mai irreversibili (riduzione al minimo dei quantitativi di movimentazione del terreno e degli sbancamenti) oltre ad un inserimento paesaggistico dell’opera di lieve entità e comunque armonioso con il territorio;
- ✓ l’assenza di vegetazione di pregio o comunque di carattere rilevante (alberi ad alto fusto, vegetazione

protetta, habitat e specie di interesse comunitario).

7.2 Alternative progettuali

Dal punto di vista progettuale, le principali alternative tecniche relative agli aerogeneratori possono riguardare:

- la posizione dell'asse di rotazione;
- la disposizione planimetrica degli aerogeneratori;
- la potenza delle macchine;
- il numero delle eliche per singolo aerogeneratore.

Per quanto concerne la disposizione dell'asse del rotore rispetto alla direzione del vento, nel caso in esame, la scelta di progetto è ricaduta su aerogeneratori ad asse orizzontale, più efficienti (di circa il 30%) rispetto a quelli ad asse verticale.

Per quanto concerne la disposizione planimetrica degli aerogeneratori, questo è stata definita analizzando la distribuzione del potenziale eolico al fine di ottenere per ogni macchina la massima producibilità e allo stesso tempo minimizzando il disturbo causato alle macchine poste in scia ad altre (perdite per effetto scia). In aggiunta, gli aerogeneratori sono stati collocati in base alla fattibilità da un punto di vista orografico e nel rispetto dei vincoli ambientali citati nel precedente paragrafo.

Per quanto riguarda la potenzialità dell'impianto e le altre caratteristiche tecniche degli aerogeneratori, si evidenzia che la ricerca tecnologica in campo eolico si sta indirizzando verso la realizzazione di macchine con taglie sempre più grandi, l'ottimizzazione del profilo alare e l'aerodinamicità della pala, con lo scopo di incrementare il rapporto tra la potenza effettiva di uscita e la potenza massima estraibile dal vento. La tipologia di aerogeneratore prevista dal progetto ricade nella più avanzata gamma di macchine disponibili sul mercato che garantiscono la massima produzione annuale nella loro classe di appartenenza.

Infine, la scelta di avere tre pale per ogni aerogeneratore garantisce per questa taglia di macchine un ottimo in termini di coefficiente di potenza del rotore, velocità di rotazione, rapporto efficienza/costo e rumore emesso.

Il presente progetto è indirizzato verso l'utilizzo di aerogeneratori di maggiore taglia e più efficienti che permettono una riduzione del numero di macchine installate e contemporaneamente un aumento della potenza installata e l'eliminazione dell'effetto selva".

7.3 Alternativa "zero"

Il progetto definitivo dell'intervento in esame è stato il frutto di un percorso che ha visto la valutazione di diverse ipotesi progettuali e di localizzazione, ivi compresa di quella cosiddetta "zero", cioè la possibilità di non eseguirlo e realizzare l'impianto, come evidenziato nel paragrafo successivo, invece, rispetto all'alternativa 1 verranno installati un numero minore di aerogeneratori con conseguente minore occupazione di suolo per MW installato.

Il ricorso allo sfruttamento delle fonti rinnovabili è una strategia prioritaria per ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera dai processi termici di produzione di energia elettrica, tanto che l'intensificazione del ricorso a fonti energetiche rinnovabili è uno dei principali obiettivi della pianificazione energetica a livello internazionale, nazionale e regionale.

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

I benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto, valutati sulla base della stima di produzione annua netta di energia elettrica, pari a circa 263,87 GWh/anno per 3.427 ore equivalenti sono riportati nelle seguenti tabelle:

	Producibilità netta [GWh/yr]	Ore equivalenti
Configurazione di progetto	263,87	3.427

Tabella 5 Simulazione producibilità attesa

Mancate emissioni di Inquinante
CO2 501,353 T/anno
NOx 369,418 T/anno

Tabella 6– Benefici ambientali attesi- mancate emissioni di inquinanti

Oltre ai benefici ambientali sopra descritti la costruzione dell'impianto eolico avrebbe effetti positivi non solo sul piano ambientale, ma anche sul piano socio-economico, costituendo un fattore di occupazione diretta sia nella fase di cantiere (per le attività di costruzione e installazione dell'impianto) che nella fase di esercizio dell'impianto (per le attività di gestione e manutenzione degli impianti).

Oltre ai vantaggi occupazionali diretti, la realizzazione dell'intervento proposto costituirà un'importante occasione per la creazione e lo sviluppo di società e ditte che graviteranno attorno dell'impianto eolico.

Le attività a carico dell'indotto saranno svolte prevalentemente ricorrendo a manodopera locale, per quanto compatibile con i necessari requisiti.

7.4 Alternativa 1: impianto eolico con wtg di minore taglia

Oltre all'alternativa 0, ovvero quella di non realizzare il progetto se ne è valutata un'altra, ovvero realizzare un impianto ad energia rinnovabile di natura eolica utilizzando macchine più piccole. L'alternativa progettuale, in sede di studio di prefattibilità, è stata quella di realizzare un parco eolico con caratteristiche diverse da quello in progetto.

Per la realizzazione di un parco di 77 MW sarebbero necessari 21 aerogeneratori modelli tipo SG132 3.6 MW con un'altezza al mozzo di 84 m, per un'altezza complessiva di 150 m, posti ad una distanza minima l'uno dall'altro di circa 600 m, con un conseguente aumento del consumo di suolo e risorse naturali, a cui si aggiunge il maggior impatto paesaggistico andando a determinare il cosiddetto effetto selva, con una intervisibilità maggiore nell'area vasta.

La riduzione del numero di generatori, posti ad una distanza variabile tra i 515 m e i 2181m c.a, determinano una percezione del paesaggio in maniera più dolce rispetto all'alternativa progettuale. Questa è la prima misura atta alla riduzione degli impatti negativi sull'occupazione di suolo, sia in fase di cantiere che di esercizio, una minore perdita di naturalità, un minore impatto negativo relativo all'avifauna in quanto viene ridotto l'effetto barriera, un minore impatto sul paesaggio perché viene evitato il cosiddetto effetto selva. Si ha un impatto negativo minore sia nella fase di trasporto degli aerogeneratori dal porto al sito, ma anche nella fase di dismissione, riducendo della metà ad esempio la produzione dei rifiuti non riciclabili quindi da smaltire in discarica. Quella proposta, di progetto, è sicuramente ambientalmente sostenibile rispetto all'alternativa progettuale.

7.5 Azioni di mitigazione degli impatti condotti sin dalla fase di prefattibilità, di progetto, di cantiere e di esercizio

Di seguito s'illustrano le azioni di mitigazione e di compensazione proposte:

- a. Nella presente variante progettuale l'ubicazione delle turbine è stata valutata non solo per sfruttare al massimo le capacità anemometriche del sito ma anche per integrarlo in maniera opportuna al contesto esistente.
- b. Le piste di accesso alle piazzole delle turbine saranno realizzate con fondo in materiale drenante naturale.
- c. Tutte le dorsali di media tensione e quella in alta tensione di collegamento all'ampliamento della Stazione Elettrica saranno interrate e realizzate utilizzando per quanto possibile la viabilità esistente.
- d. Le turbine avranno soluzioni cromatiche neutre e vernici antiriflettenti.
- e. Il progetto prevede l'installazione di un gruppo omogeneo di turbine posizionate in modo da sfruttare al massimo le caratteristiche anemometriche del sito.
- f. Si è previsto l'assenza di cabine di trasformazione a base palo utilizzando tubolari al fine di evitare zone cementate, pertanto i trasformatori saranno installati all'interno di ciascuna turbina in modo da trasportare nelle dorsali energia elettrica in media tensione.
- g. Il sito prescelto è lontano da centri abitati; il centro abitato più prossimo è la frazione di San Pasquale ubicato a circa 2,5 km.

- h. la scelta del luogo di ubicazione di un nuovo impianto eolico ha tenuto conto delle caratteristiche anemologiche e di inesistenza di altri impianti, inoltre per le turbine saranno adottate soluzioni cromatiche neutre e vernici antiriflettenti.
- i. La disposizione degli aerogeneratori in progetto deriva da un'analisi della geometria del territorio e dall'uso del suolo dello stesso oltre che da elaborazioni numeriche con software dedicati che ottimizzano la disposizione degli aerogeneratori al fine di ottenere una maggiore la producibilità.
- j. Nella scelta dell'ubicazione di un impianto è stato considerato, compatibilmente con i vincoli di carattere tecnico e produttivo, la distanza da punti panoramici o da luoghi di alta frequentazione da cui l'impianto può essere percepito. Nella scelta dei punti di vista per le foto simulazioni sono stati scelti punti visuali condivisi con l'impianto esistente al fine di verificare la differenza in termini di impatti, elaborate dai siti sensibili ovvero centri abitati e siti d'importanza culturale, dagli areali dei beni culturalied altri beni paesaggistici, mentre è sicuramente maggiore l'impatto visivo all' avvicinarsi alle machine installate.
- k. Gli aerogeneratori sono stati inseriti in modo da evitare l'effetto di eccessivo affollamento da significativi punti visuali; tale riduzione si è ottenuta aumentando, a parità di potenza complessiva, la potenza unitaria delle macchine e quindi la loro dimensione, riducendone contestualmente il numero. Le dimensioni e la densità, sono state commisurate alla scala dimensionale del sito.

Aerogeneratori	Distanza minima torri: D[m]	Spazio di turbolenza: D[m]	Spazio libero minimo: S [m]	Giudizio
T01-T02	514,5	277,1	237,4	SUFFICIENTE
T02-T03	512,25	277,1	235,15	SUFFICIENTE
T03-T04	2071	277,1	1794	OTTIMO
T04-T05	2181	277,1	1904	OTTIMO
T05-T06	548	277,1	271	SUFFICIENTE
T06-T09	1642	277,1	1365	OTTIMO
T09-T08	819	277,1	542	OTTIMO
T08-T07	853	277,1	576	OTTIMO
T09-T10	1502	277,1	1225	OTTIMO
T10-T11	1246	277,1	969	OTTIMO

Tabella 7 Distanza tra gli aereogeneratori

- l. le linee elettriche di collegamento saranno tutte interrate e saranno ridotte al minimo numero possibile. Tutte le costruzioni e le strutture accessorie saranno ridotte al minimo e ciò favorirà la percezione del parco eolico come unità.

Dalle valutazioni preliminari effettuate al momento non sono stati individuate motivazioni ostative alla realizzazione delle dorsali interrate.

- m. Gli scavi e sbancamenti saranno limitati a quelli necessari per la realizzazione delle opere previste; per il riutilizzo dei terreni scavati è stato predisposto un piano di riutilizzo di rocce e terre da scavo. Il bilancio tra scavi e reinterri è positivo ma verrà adottato un piano di riutilizzo in sede di progetto esecutivo e in ultima scelta il conferimento in discarica. Nella fase di cantiere tutte le aree saranno continuamente bagnate per evitare la dispersione delle polveri.
- n. Si avrà cura di contenere i tempi per la costruzione compatibilmente con le condizioni atmosferiche in grado di influenzare la durata degli interventi.
- o. Per il trasporto delle turbine e dei vari componenti sarà utilizzata in parte la viabilità esistente che sarà adeguata, laddove necessario, agli ingombri dei mezzi utilizzati. E' prevista la realizzazione di ampliamenti temporanei di brevi tratti della viabilità esistente per facilitare l'accesso alle piazzole degli aerogeneratori.
- p. Il cantiere sarà allestito in modo di occupare la minima superficie del suolo.
- q. Nella fase di esercizio è previsto, qualora ne fosse necessario, anche in seguito ai risultati dei monitoraggi ante operam di avifauna e chiropteri, l'utilizzo di un avvisatore acustico per l'allontanamento degli stessi dagli aerogeneratori.

7.5.1 Misure di compensazione per la perdita di naturalità

Il progetto ha un limitatissimo consumo di suolo, non implica sottrazione di aree agricole di pregio.

Il progetto per le modalità realizzative e il ridotto consumo di suolo di fatto non riduce in maniera significativa la compromissione delle aree per le quali, si propongono misure compensative adeguate. In particolare si prevede ove possibile il ripristino della vegetazione naturale utilizzando il terreno agrario derivante dallo scotico.

Nelle situazioni in cui è prevista la perdita permanente della naturalità dei suoli (realizzazione di nuova viabilità e piazzole degli aerogeneratori), si prevede di ricorrere a misure compensative. Per un approfondimento della tematica si rimanda all'elaborato Interventi di mitigazione e compensazione dello Studio di Impatto Ambientale.

Le aree sono state identificate sulla base delle condizioni pedo-climatiche del sito.

Per compensare l'occupazione di suolo in fase di esercizio e migliorare la stabilità dei soprassuoli esistenti si è pensato di intervenire mediante:

Per compensare l'occupazione di suolo in fase di esercizio e migliorare la stabilità dei soprassuoli esistenti si è pensato di intervenire mediante:

- interventi diretti a compensare l'occupazione di suolo per migliorarne la stabilità e produttività;
- interventi diretti a migliorare le condizioni del soprassuolo arboreo per ottimizzarne la produttività e preservarne la conservazione mediante interventi di prevenzione contro gli incendi (lotta passiva);
- interventi volti a preservare gli elementi identitari,

Gli interventi sono stati sintetizzati di seguito:

- Interventi di miglioramento pascoli, per compensare l'occupazione di suolo (rapporto 1:1);
- Interventi di imboschimento compensativo per perdita di vegetazione (rapporto 1:20);
- Interventi di eventuali ripristino dei muri a secco (rapporto 1:1);
- Interventi per la difesa dagli incendi;

Gli interventi sopra descritti implicano la definizione di accordi con i proprietari e le Amministrazioni Comunali coinvolte.

8. PRIMI ELEMENTI RELATIVI AL SISTEMA DI SICUREZZA PER LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è stato sviluppato studiando la disposizione degli aerogeneratori in relazione a diversi fattori quali l'anemologia, l'orografia, le condizioni di accessibilità al sito, le distanze da eventuali fabbricati e/o strade esistenti, ed inoltre su considerazioni basate sul criterio di massima sicurezza, nonché di massimo rendimento degli aerogeneratori e del parco nel suo complesso.

Più in dettaglio i criteri ed i vincoli osservati nella definizione del layout di impianto sono stati i seguenti:

- potenziale eolico del sito;
- orografia e morfologia del sito;
- accessibilità e minimizzazione degli interventi sul suolo;
- disposizione delle macchine ad una distanza atta a minimizzare l'effetto scia;
- condizioni di massima sicurezza, sia in fase di installazione che di esercizio.

Il numero complessivo e la posizione reciproca delle torri di un parco eolico è il risultato di complesse elaborazioni che tengono in debito conto la morfologia del territorio, le caratteristiche del vento e la tipologia delle torri. Inoltre, la disposizione delle torri, risolta nell'ambito della progettazione di un parco eolico, deve conciliare opposte esigenze:

- il funzionamento e la produttività dell'impianto
- la salvaguardia dell'ambiente nel quale si inseriscono riducendo ovvero eliminando, le interferenze
- ambientali a carico del paesaggio e/o delle emergenze architettoniche/archeologiche.

La disposizione finale del parco è stata verificata e confermata in seguito a diversi sopralluoghi, durante i quali tutte le posizioni sono state controllate e valutate "tecnicamente fattibili" sia per accessibilità che per la disponibilità di spazio per i lavori di costruzione. Tale disposizione scaturita anche dall'analisi delle limitazioni connesse al rispetto dei vincoli gravanti sull'area, è stata interpolata con la valutazione di sicurezza del parco stesso.

La posizione di ciascun aerogeneratore rispetta la distanza massima di gittata prevista per la tipologia di macchina da installare.

8.1 PIAZZOLE NECESSARIE PER LA CANTIERIZZAZIONE DEGLI AEROGENERATORI

Nella fase di cantiere l'area occupata dalla piazzola adibita all'allestimento di ciascun aerogeneratore sarà maggiore rispetto a quella che si manterrà in esercizio. In particolare, in fase di cantiere si occuperà una superficie di circa 8.000 m² suddivisa internamente in diverse aree con funzionalità ben distinte al fine di ottimizzare la fase di assemblamento degli aerogeneratori, una sarà adibita al trasporto a picchetto ed all'erezione della torre, navicella e rotore, più una zona di deposito aggiuntiva delle componenti degli aerogeneratori (vedi *elaborati grafici Aerogeneratori – fase di cantiere – fase di esercizio*).

Le strade di accesso per il transito dei mezzi eccezionali di carreggiata 6 m saranno prevalentemente costituite da bretelle di collegamento interno, e al confine, dei mappali dei terreni agricoli per il raggiungimento dei singoli aerogeneratori.

L'attività di cantiere può essere divisa in due fasi distinte:

- 1) preparazione del sito e realizzazione delle opere civili (movimentazione di terra/scavo in roccia per la preparazione di piani di fondazione, delle strade e dei piazzali e degli scavi per il cavidotto).
- 2) montaggio delle varie componenti degli aerogeneratori.

La durata complessiva dei lavori comprensiva della fase di sviluppo, realizzazione delle opere civili e della fase del montaggio delle varie componenti dell'impianto è stimata in circa 20 mesi, il numero di mesi di esecuzione dei lavori potrà variare in funzione degli esiti delle Conferenze dei Servizi sull'impianto.

La viabilità di servizio all'impianto e le piazzole costituiscono le opere di maggiore rilevanza al fine di permettere l'installazione dell'impianto. Le piazzole di manovra e montaggio avranno una superficie tale da poter consentire l'installazione della gru e delle macchine operatrici, l'assemblaggio delle torri, l'ubicazione delle fondazioni e la manovra degli automezzi.

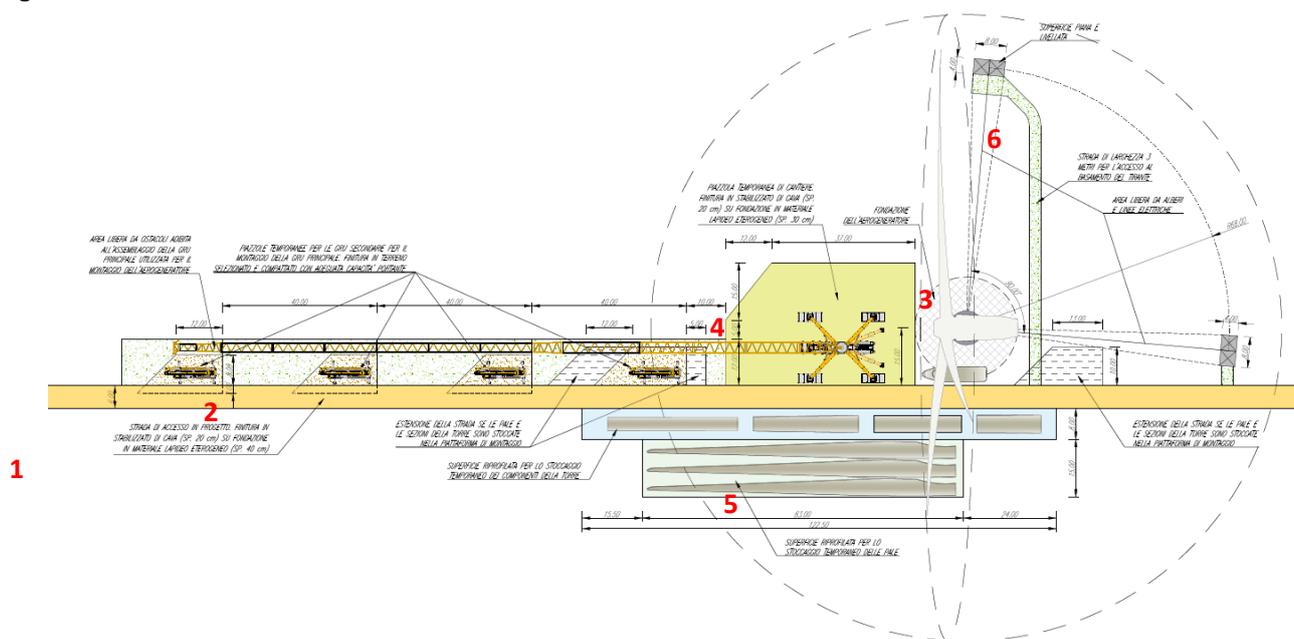


Figura 23 - Piazzola di montaggio; 1. Strada di accesso; 2. Blocchi ausiliari; 3. Area di assemblaggio della torre; 4. Area di lavoro gru principale; 5. Area di stoccaggio; 6. Blocchi di ancoraggio - controvento.

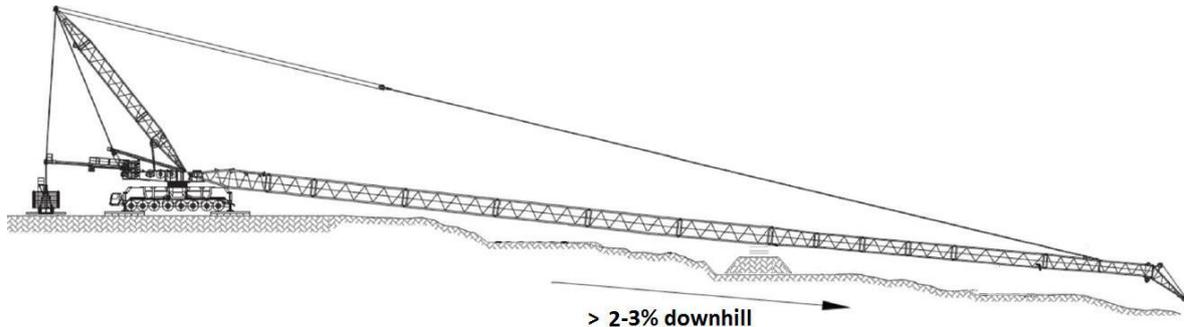


Figura 24 – Schema di area di montaggio della gru principale su terreno in pendenza.

Il progetto prevede, oltre all'adeguamento della viabilità esistente, anche la realizzazione di una nuova viabilità di servizio della larghezza media di 6 m, oltre a banchine laterali di 0,5 m, per garantire il transito dei mezzi che trasporteranno le componenti dell'aerogeneratore nel tratto terminale, a partire dalla viabilità già esistente.

Le piazzole adibite allo stazionamento dei mezzi di sollevamento durante l'installazione saranno realizzate con fondazione dotata di materiale arido da cava dello spessore di 0,4 m. Successivamente all'installazione degli aerogeneratori, le piazzole di montaggio verranno ridimensionate, dovendo solo garantire l'accesso alle torri, da parte dei mezzi preposti alle ordinarie operazioni di manutenzione.

Tutte le aree eccedenti lo svolgimento delle attività di cui sopra verranno ripristinate e riportate allo stato originario. Pertanto in corrispondenza di ciascun aerogeneratore sarà visibile una piazzola finale e permanente di accesso e manutenzione avente dimensione di circa 1250 m² (50 m x 25 m), comprensiva di aerogeneratore, della fondazione e dell'area antistante di parcheggio e manovra dei mezzi.



Figura 25 - Fasi di montaggio della gru principale.

8.2 SCAVI E SBANCAMENTI

Gli scavi e sbancamenti da realizzare sono:

- sbancamenti per la predisposizione dei terreni per lo stazionamento delle autogrù dedicate all'ergere delle torri ed aerogeneratori (piazzole in fase di cantiere);
- scavi per la realizzazione delle fondazioni di sostegno degli aerogeneratori;
- scavi per la realizzazione e/o la modifica della viabilità;
- scavi per la realizzazione/rifacimento dei cavidotti per il trasporto dell'energia generata.

Ad ogni torre corrisponde la realizzazione di una piazzola per il transito dell'automezzo adibito alla posa a picchetto delle pale dell'aerogeneratore, dei tronchi di torre e della navicella. Le aree interessate dopo aver subito la rimozione dello strato di scotico di 15 cm, saranno interessate da scavi di sbancamento di 50 cm, riempito successivamente da uno strato di 25 cm in misto granulare frantumato meccanicamente anidro, mediante la compattazione a strati eseguita con idonee macchine e di uno strato di 25 cm costituita da una inerte artificiale di appropriata granulometria, costipata a strati meccanicamente;

Nel caso di massimo carico, che corrisponde al trasporto della navicella (circa 130 ton, mezzo + carico), si dovrà avere una sollecitazione sotto l'inerte costipato e rullato a -50 cm inferiore al carico ammissibile del terreno.

In funzione di questi elementi, la capacità portante o carico ammissibile minimo che deve caratterizzare le piazzole del parco sarà pari a 4 Kg/cm², ossia 0.4 MPa. In funzione del tipo di materiale utilizzato la compattazione potrà raggiungere il valore di 6 Kg/cm².

Si precisa che l'individuazione di riferimenti geotecnici più idonei e precisi deve ricercarsi nelle specifiche indagini geognostiche e geotecniche che devono individuare le correzioni e le riduzioni cautelative in rapporto all'importanza delle opere da realizzare ed alle loro peculiarità costruttive. Dalle analisi effettuate la presenza di roccia affiorante permette di affermare che i terreni nei quali verranno fondati gli aerogeneratori e realizzate le relative piazzole risultano essere dei buoni terreni di fondazione.

I volumi in esubero, dati dalla differenza fra scavo e riporto, verranno conferiti in discarica, rispettando quando sancito dalla normativa vigente. Ad ogni modo, per maggiori informazioni si consulti la relazione codificata "Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo".

Per quanto attiene alle strade definitive per l'accesso agli aerogeneratori (operazioni di presidio e manutenzione), saranno generalmente mantenute la viabilità di nuova realizzazione e localmente ripristinata la strada esistente secondo quanto riportato dettagliatamente nelle tavole.

Il terreno movimentato e relativo alle piazzole ed alle strade di accesso al cantiere sarà depositato in luogo tale da non causare ingombro durante le fasi di lavoro, ed al fine di ostacolare quanto meno le attività agricole dei proprietari dei terreni.

Una volta ultimato il cantiere e superata la fase di collaudo dell'impianto le porzioni di piazzole e di strade eccedenti le necessità di cui alla successiva fase di esercizio, saranno dismesse, il materiale costipato di sottofondo sarà coperto da uno strato di terreno vegetale per rendere il terreno coltivabile e consentire future eventuali operazioni di manutenzione delle macchine installate.

8.3 SPECIFICHE DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AI CANTIERI E VALUTAZIONE DELLA SUA ADEGUATEZZA, IN RELAZIONE ALLE MODALITÀ DI TRASPORTO DELLE APPARECCHIATURE

L'accesso alle aree di trasbordo della viabilità interna al parco eolico, si trova in corrispondenza di un nodo stradale ben collegato, costituito dalla strada statale SS 125 a partire dal porto industriale di Olbia, e stacco dalla S.S. 125 ad Arzachena, dove per non entrare nel centro abitato, si seguirà la SP 14 e ad ovest dell'abitato la SP 115, fino a collegarsi alla SS 131.

Le strade di accesso all'area parco si presentano in buone condizioni, come verificato in fase di sopralluogo. All'interno dello stesso parco eolico tuttavia sarà necessario effettuare piccoli interventi di adeguamento della viabilità esistente, temporanei, in particolare lungo le strade comunali sterrate e asfaltate, per permettere il transito dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori. In corrispondenza delle piste per l'accesso ai singoli aerogeneratori, sarà necessario adeguare le piste sterrate esistenti, con modifiche permanenti, volte anche a migliorare l'accesso ai fondi esistenti; solo in alcuni casi e per brevi tratti si rende necessaria la realizzazione di tratti di pista su nuovi tracciati.

Si premette che il trasporto dei componenti costituenti le torri eoliche avverrà su un tracciato di strade provinciali e comunali già esistente mentre si renderanno necessari interventi contenuti di nuova viabilità di fatto limitati a:

- realizzazione delle bretelle di collegamento tra la viabilità esistente e i singoli aerogeneratori. Tali bretelle sono concentrate all'interno di terreni adibiti ad uso agricolo e saranno realizzate rispettando per quanto possibile i tracciati esistenti ovvero i limiti di confine degli appezzamenti agricoli;
- adeguamenti della viabilità comunale esistente così come mostrato negli elaborati grafici riportati a corredo della presente;
- eventuali allargamenti in corrispondenza di svincoli caratterizzati da raggi di curvatura incompatibili con il transito dei mezzi eccezionali;
- Eliminazione di qualsivoglia oggetto che ostacoli il passaggio dei mezzi (segnaletica stradale e guard rail), in modo da consentire la corretta installazione delle pale eoliche.

✓

Le strade interne al parco sono definite come: *“Le strade che partendo da un singolo aerogeneratore si collegano tanto a quello successivo che ai rami successivi degli altri aerogeneratori facenti parte dello stesso parco eolico”*. Nelle strade interne del parco la pendenza potrà essere del 10 % sia in rettilineo che in curva. La pendenza longitudinale minima sarà superiore o al più uguale al 0.5% per permettere una rapida evacuazione delle acque superficiali dal manto stradale. La larghezza minima dei viali interni sarà di 6 metri, oltre alle banchine laterali. I raggi di curvatura rispettano le stesse specifiche sopra riportate per la viabilità di accesso.

Il report di analisi della viabilità è stato realizzato avvalendosi come mezzo di trasporto di esempio per l'aerogeneratore NORDEX N163 6.X nel caso di quello più sfavorevole a livello dimensionale tra quelli che verranno utilizzati.

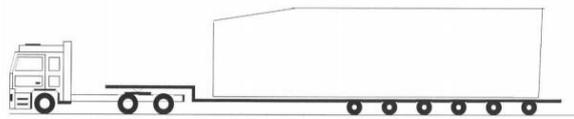
Le caratteristiche dimensionali dei mezzi di trasporto si differenziano quindi per i due principali componenti dell'aerogeneratore di maggiore dimensione, come segue:

- Lunghezza del rimorchio trasporto della pala lungo fino a 79,7 m
- Larghezza: trasporto della navicella e del tronco maggiore della torre, di lunghezza 29,96 m e diametro 5,27 m

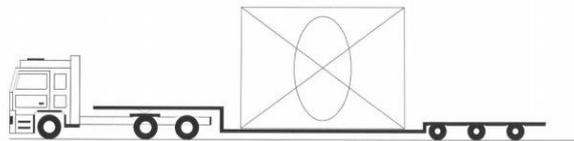
Un'immagine della pala e del mezzo di trasporto compresi gli ingombri complessivi è rappresentato nella Figura seguente.

LOADING CONFIGURATIONS

NACELLE - 23,00x4,00x4,20



HUB - 18,00x3,80x4,30



DRIVE TRAIN - 18,00x3,50x4,80



BLADE - 78,00x4,10x4,30

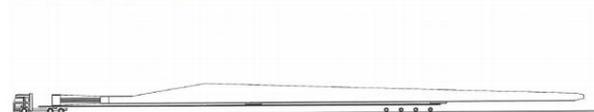


Figura 26 - Caratteristiche dimensionali di esempio dei mezzi di trasporto convenzionali dei pezzi dell'aerogeneratore.

8.4 MONTAGGIO DELLE APPARECCHIATURE

Si premette che la navicella è equipaggiata di generatore, moltiplicatore di giri, trasformatore, ecc., già montati in stabilimento, pertanto viene rizzata e posata in quota completamente assemblata. La torre è invece costituita da N°7 tronchi (bottom, MID 1-5, TOP) in acciaio, che vengono innestati con sistema telescopico nella fase di erezione. Le pale vengono montate a terra sul rotore con metodologia consolidata, ed unite poi, in quota, alla navicella. Per erigere ciascuna torre, navicella e rotore è richiesto l'impiego di una gru a traliccio semovente che dovrà essere piazzata nell'area predisposta prospiciente il blocco di fondazione della torre. Per il montaggio del singolo aerogeneratore occorrono in particolare i seguenti mezzi:

- gru tralicciata da 600 ton con altezza minima sotto gancio pari a 160 m;
- gru di appoggio da 150 ton;

L'area prevista, come specificato ai punti precedenti, sarà opportunamente dimensionata per resistere alle sollecitazioni dovute al carico gravante. La casa costruttrice fornisce in particolare le caratteristiche a cui dovrà rispondere il sistema per erigere il singolo aerogeneratore. Per erigere il singolo aerogeneratore sono richiesti mediamente 2/3 (tre) giorni

consecutivi. Durante le fasi di montaggio la velocità del vento a 60 m non dovrà essere superiore a 8,0 m/sec al fine di non ostacolare e consentire di eseguire in sicurezza le operazioni di montaggio stesse. In conformità al progetto ed alle prescrizioni di cui alla DD 525/08:

- I lavori verranno eseguiti in maniera da non determinare alcun danneggiamento o alterazione a beni architettonici diffusi nel paesaggio agrario, quali manufatti di pregio, muretti a secco, tratturi;
- Tutti i materiali da costruzione necessari alla realizzazione del Campo Eolico quali pietrame, pietrisco, pietrischetto, ghiaia e ghiaietto verranno prelevate da cave autorizzate e/o da impianti di frantumazione e vagliatura per inerti all'uso autorizzati.
- I materiali di risulta provenienti dagli scavi delle platee di fondazione degli aerogeneratori verranno riutilizzati in cantiere per consentire la realizzazione della fondazione delle strade di progetto.
- In linea generale verrà effettuato il compenso tra i materiali di scavo e quelli di riporto.
- I lavori di messa in opera del cantiere (fasi di spostamenti di terra, seppellimento e modificazioni della struttura vegetazionale, apertura di strade per il transito di mezzi pesanti, aree di deposito materiali) saranno gestiti al di fuori del periodo riproduttivo delle specie prioritarie presenti nell'area.



Figura 27 – Fasi di montaggio della torre dell'aerogeneratore.

8.5 INDICAZIONI E ACCORGIMENTI

8.5.1 Indicazione degli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli per le persone

Gli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli alle persone da prescrivere durante la fase di cantiere sono elencati e descritti nel Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato alla presente.

Gli accorgimenti da prescrivere durante la fase, invece, di manutenzione consistono nel posizionare segnali stradali lungo la viabilità di nuova realizzazione e in prossimità di ciascuna pala. In particolare, i primi hanno l'obiettivo di invitare gli autisti dei veicoli transitanti nella zona a rispettare i limiti di velocità imposti dalla normativa stradale vigente. I secondi, invece, vogliono avvertire le persone transitanti nell'area delle torri che è presente il rischio elettrico.

8.5.2 Descrizione del ripristino dell'area cantiere

Una volta ultimato il cantiere e superata la fase di collaudo dell'impianto le porzioni di piazzole, saranno ricoperte del terreno vegetale originario perché sia nuovamente destinato all'attività agricola di origine.

8.6 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma sintetico dei lavori viene riportato di seguito, mentre si rimanda all'elaborato di dettaglio per la descrizione delle singole fasi lavorative.

Il programma di realizzazione dei lavori sarà articolato in una serie di fasi lavorative che di svilupperanno nella sequenza di seguito descritta:

1. Allestimento del cantiere;
2. Realizzazione della nuova viabilità di accesso ai siti e adeguamento di quella esistente;
3. Realizzazione della nuova viabilità di servizio per il collegamento tra i vari aerogeneratori;
4. Realizzazione delle piazzole di stoccaggio per l'installazione aerogeneratori;
5. Esecuzione delle opere di fondazione per gli aerogeneratori;
6. Realizzazione della sottostazione;
7. Trasporto, scarico e montaggio aerogeneratori;
8. Realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici, da ubicare in adiacenza alla viabilità di servizio;
9. Connessioni elettriche;
10. Collaudo di prova dell'impianto;
11. Ripristino dello stato dei luoghi;
12. Dismissione e chiusura del cantiere.

Tutte le opere descritte saranno realizzate in maniera sinergica in modo da ottimizzare il più possibile i tempi di esecuzione dell'impianto e delle opere elettriche connesse, il loro espletamento nel tempo è riportato nel diagramma di Gantt allegato al progetto.

I lavori saranno eseguiti, previsionalmente e compatibilmente con l'emissione del decreto di autorizzazione unica alla costruzione ed esercizio dell'impianto da parte della Regione Sardegna.

A realizzazione avvenuta dell'impianto e delle opere connesse si provvederà al ripristino delle aree non strettamente necessarie alla funzionalità dell'impianto. Per la realizzazione dell'impianto è previsto un tempo complessivo di circa 20 mesi.

Le fasi lavorative per la realizzazione del campo eolico in progetto sono sintetizzate come segue e studiate per ottimizzare le sequenze lavorative e i bilanci di materiale proveniente dagli scavi, riutilizzabili completamente per la realizzazione delle nuove piste di accesso e piazzole di cantiere:

1. Ingegneria e permessi
 - a. Redazione progetto esecutivo
 - b. Rilascio permessi e autorizzazioni
2. Procurement
 - a. Offerte fornitori
 - b. Emissioni ordini
 - c. Pianificazione di dettaglio
3. Apertura del cantiere
4. Sottostazione
 - a. Opere civili
 - b. Installazione componenti EM
 - c. Montaggio EM
 - d. Completamento
5. Adeguamento viabilità esistente
6. Strade e piazzole
7. Fondazione aerogeneratori
8. Cavidotti
9. Montaggi degli aerogeneratori:
 - a. Montaggio aerogeneratori
 - b. Montaggio collegamenti elettrici

10. Opere di ripristino e compensazione
11. Esercizio di prova e collaudo finale
 - a. Collaudo linee MT – energizzazione
 - b. Collaudo impianti eolici
 - c. Avviamento delle WGT
12. Dismissione e chiusura del cantiere

9. RIEPILOGO DEGLI ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI DEL PROGETTO

Quadro economico, con specificazione anche rispetto a:

- Oneri della sicurezza
- Rilievi, accertamenti e indagini
- Imprevisti
- Acquisizione aree o immobili, indennizzi;
- Spese tecniche;
- Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche e collaudi
- Collaudi

9.1 GENERALITÀ

La società Acciona Energia Global Italia S.r.l. con sede legale a Roma, è promotrice del progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica con potenza massima di 77 MW ubicato interamente nel comune di Aglientu. La società appartiene alla holding ACCIONA che rappresenta uno dei principali operatori in Italia e all'estero nel settore della produzione di energia da fonte rinnovabile, particolarmente impegnato nel campo dell'energia derivante da fonte eolica.

Rifacendosi all'esperienza maturata si è potuto redigere, in via preliminare, un'analisi dei costi da sostenere per la realizzazione dell'impianto oggetto di studio.

Le voci più importanti che concorrono alla realizzazione di un quadro economico per la realizzazione di un parco eolico, possono essere attribuite agli investimenti iniziali e di sviluppo della promozione (studio di fattibilità, costi di progettazione, autorizzazioni/concessioni, costo degli aerogeneratori, ecc.) ed alla gestione (costi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli aerogeneratori, affitto dei terreni, ecc.).

Per quel che concerne i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria va detto che questi vengono definiti attraverso dei contratti di "service" tra il committente e il fornitore degli aerogeneratori. Tali contratti prevedono la manutenzione ordinaria per ogni turbina eolica, con controlli periodici e revisione delle apparecchiature meccaniche ed elettriche. La manutenzione straordinaria è, solitamente, inserita parzialmente nei contratti di service e prevede la sostituzione delle parti meccaniche non funzionanti. Tali contratti, inoltre, vengono stipulati all'acquisto degli aerogeneratori ed hanno una durata di 10 anni. Saranno previsti, all'interno del contratto, anche dei corsi di formazione e specializzazione per gli operai della maintenance.

Tra le voci di costo, in fase iniziale, si prevede anche la fase di smontaggio degli aerogeneratori anche se, molto spesso, quand'anche la vita delle turbine sia di 30 anni, le turbine esistenti verranno sottoposte a repowering, cioè verranno sostituite con aerogeneratori tecnologicamente più moderni ed efficaci.

9.2 COSTI DELL'INVESTIMENTO INIZIALE

Ai fini della realizzazione di un impianto eolico e, quindi, del suo avviamento, i costi maggiori da sostenere sono concentrati nella fase autorizzativa-promozionale e di costruzione.

Nel suo complesso l'investimento può essere così suddiviso:

- attività di sviluppo e promozione: 5% dell'investimento totale;
- fornitura e installazione aerogeneratori: 75% dell'investimento totale;
- realizzazione opere accessorie ed infrastrutturali: 10% dell'investimento totale;
- collegamento alla rete elettrica: 10% dell'investimento totale.

La spesa maggiore dell'intero investimento consiste nell'acquisizione degli aerogeneratori; per quanto concerne, invece, la realizzazione delle opere accessorie, delle infrastrutture e della connessione alla rete, queste dipendono essenzialmente dalla complessità del sito ed in particolare: accessibilità con i mezzi pesanti, morfologia e natura del suolo, distanza di connessione dalla rete elettrica, ecc.

9.3 SVILUPPO DELL'INIZIATIVA

Lo sviluppo dell'iniziativa consiste nell'individuazione del sito, nella valutazione dei vincoli ambientali e non presenti sul territorio, nella sua valutazione anemologica attraverso una campagna di misurazione del potenziale eolico della zona, nella progettazione dell'impianto, nell'ottenimento di tutte le autorizzazioni necessarie alla realizzazione dell'impianto stesso, dalla Valutazione d'Impatto Ambientale alla Autorizzazione Unica, come da normativa nazionale (Dlgs 387/03).

Anche se, nel complesso, dal punto di vista economico rappresenta solo il 5% circa dell'investimento totale, in realtà la sua importanza è grande in quanto una errata valutazione del sito potrà avere ripercussioni enormi sulla producibilità dell'impianto stesso. Per il suo difficile sviluppo e per le innumerevoli esternalità che caratterizzano questa fase, i tempi stimati sono quasi sempre superiori ad un anno.

9.4 INSTALLAZIONE DEGLI AEROGENERATORI

Nell'economia generale dell'investimento l'acquisto degli aerogeneratori rappresenta i $\frac{3}{4}$, circa, dello stesso.

Il tipo di aerogeneratore da installare varia da diversi fattori, in particolare dall'orografia del sito e dalle sue condizioni di ventosità.

Il costo di una turbina, inclusivo di acquisto, trasporto, montaggio ed avviamento con connessione alla rete è direttamente proporzionale alla potenza del rotore ed all'altezza della torre piuttosto che alla semplice potenza nominale. Nel caso oggetto del presente studio, dopo attente analisi e valutazione, si è deciso di installare aerogeneratori NORDEX N163 6.X, o similari, di potenza fino a 7 MW, con un rotore di diametro fino a 163 m e altezza complessiva fino a 240 m, che sfrutta in modo migliore le condizioni di ventosità del sito.

9.5 OPERE ACCESSORIE ED INFRASTRUTTURE

I costi relativi alle opere accessorie ed alle infrastrutture sono, generalmente, molto variabili in quanto dipendono dalle caratteristiche del sito e dalla sua complessità. Bisogna tener presente, infatti, che per realizzare le fondazioni, le piazzole, gli scavi per i cavidotti, la viabilità necessaria per raggiungere le postazioni con i mezzi speciali (dagli automezzi alle gru usate per il montaggio dei vari componenti degli aerogeneratori), la morfologia e la natura del terreno possono influenzare anche parecchio questi costi.

Se da un lato, inoltre, l'accessibilità impatta sui costi di trasporto e sull'organizzazione del cantiere, dall'altro la distanza dalle linee elettriche esistenti o da costruire determina i costi di trasmissione alla rete elettrica.

Nel computo generale questi costi incidono, sull'intero investimento, per un 10% circa.

L'impianto eolico in oggetto è ubicato in un'area dotata di idonea viabilità perché le strade utilizzate per raggiungerlo, provinciali, statali e comunali, sono tutte in buone condizioni e non presentano punti estremamente critici da adeguare. Oltre, naturalmente, alla realizzazione delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori stessi.

9.6 L'ALLACCIAMENTO

Il gestore della rete propone la soluzione per la connessione alla RTN ed individua le parti di impianto necessarie:

- Impianti di rete per la connessione;
- Impianti di utenza per la connessione.

Per impianto di rete per la connessione si intende la porzione di impianto per la connessione di competenza del gestore di rete, con obbligo di connessione a terzi; con una parola la sottostazione. Con il termine, invece, impianto di utenza per la connessione ci si riferisce alla porzione di impianto per la connessione la cui realizzazione, gestione, esercizio e manutenzione rimangono di competenza del soggetto richiedente la connessione; con una parola l'edificio di controllo.

I fattori che caratterizzano la connessione alla RTN sono:

- potenza di connessione;
- livello di tensione al quale viene realizzata la connessione;
- tipologia dell'impianto per il quale è stato richiesto l'accesso alle infrastrutture di reti elettriche, con riferimento all'immissione o al prelievo di energia elettrica;
- tipologia della rete elettrica esistente;
- eventuali aspetti riguardanti la gestione e la sicurezza del sistema elettrico.

I gestori di rete individuano le tipologie degli impianti di rete per la connessione che possono essere progettati e realizzati a cura dei soggetti richiedenti la connessione, alle condizioni economiche fissate dall'Autorità.

Gli impianti di rete per la connessione realizzati dal soggetto richiedente sono resi disponibili al gestore di rete per il collaudo e la conseguente accettazione, nonché per la gestione, secondo la normativa vigente per la rete interessata dalla

connessione, attraverso appositi contratti stipulati tra il soggetto richiedente la connessione ed il gestore medesimo, prima dell'inizio della realizzazione.

Il soggetto richiedente la connessione alla rete di un impianto elettrico, o la modifica della potenza di una connessione esistente, presenta detta richiesta al Gestore della rete o all'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale.

L'importo complessivo è estremamente variabile ed è strettamente correlato a:

- potenza dell'impianto;
- obbligo di progettazione di impianti di rete;
- tipologia di sottostazioni;
- tipologia della rete (ad alta o media tensione);
- lunghezza del cavidotto interrato;
- numero di linee di cavo interrato;
- eventuali linee aeree.

Ciascun aerogeneratore avrà una potenza unitaria fino a 7.000 kW cadauno, per una potenza nominale complessiva massima di 77 MW. L'energia viene prodotta da ciascun aerogeneratore a 950 V e 50 - 60Hz. La tensione viene elevata a 36 kV in un centro di trasformazione ubicato nella navicella della macchina e viene evacuata tramite cavi elettrici interrati in MT fino all'aerogeneratore successivo.

La sottostazione di trasformazione 36/150 kV sarà realizzata in un terreno prossimo alla nuova sottostazione RTN secondo lo schema di allacciamento della STMG. La nuova sottostazione sorgerà quindi nel territorio comunale di Aglientu.

9.7 COSTI DI FUNZIONAMENTO E PRODUZIONE

I costi di funzionamento e di produzione sono relativi a:

- Costi di mantenimento in esercizio dell'impianto e di manutenzione dello stesso;
- Costi di produzione dell'energia elettrica;
- Costi sostenuti per il canone di concessione all'Ente concedente;
- Costi esterni (impatto ambientale);
- Costi di dismissione.

I costi di funzionamento di un impianto eolico riguardano, essenzialmente, l'amministrazione, il canone agli Enti locali ed ai proprietari dei terreni sui quali sono installati gli aerogeneratori, i premi assicurativi e la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto stesso.

Per quel che concerne l'esercizio dell'impianto, va detto che con le moderne tecnologie gli impianti sono ormai controllati a distanza e non richiedono presidi permanenti sul sito. In relazione, invece, alla manutenzione, va detto che gli attuali aerogeneratori sono realizzati per funzionare circa 200.000 ore, durante la vita dell'impianto prevista in 30 anni. Dopo un periodo iniziale di garanzia, in genere tre anni, coperto dal costruttore delle macchine, alcuni gestori d'impianti eolici stipulano un contratto di servizio con società specializzate nella manutenzione.

I costi della manutenzione, man mano che l'impianto accumula ore di funzionamento, tendono ad aumentare; alcune parti, infatti, sono particolarmente soggette ad usura e, quindi, necessitano di essere sostituite durante la vita dell'aerogeneratore; si tratta, generalmente, del rotore e degli ingranaggi contenuti nel moltiplicatore di giri di rotazione dell'albero. In tal caso, la spesa da sostenere si aggira intorno al 10% del costo degli aerogeneratori che, per il caso in oggetto, è di circa 6.608.700 €.

9.8 QUADRO ECONOMICO D'IMPIANTO

In riferimento al Computo metrico allegato al progetto (Elaborato 1.3), l'importo inerente la voce **A1 "lavori previsti"** nel **quadro economico**, risulta pari alla somma delle voci:

- C001 allestimento cantiere:
- C002 piazzole aerogeneratori e viabilità:
- C003 adeguamento viabilità esistente:
- C004 cavidotti:
- C005 sottostazione elettrica:
- C008 trasporto a discarica:

TOTALE voce A1 "lavori previsti" = € 73.330.000,00

Ad essi si devono quindi aggiungere nel quadro economico le voci relative ai **costi della sicurezza A.2** (oneri per lavorazioni interferenti) pari **€ 210.000,00**, i **costi delle opere di mitigazione ambientale (€ 600.000,00)**, che rientrano nella **voce A.3** del quadro economico, e i costi per lo **Studio di Impatto Ambientale e delle attività del Piano di monitoraggio ambientale**, che rientrano nella **voce A.4 (€ 70.000,00)**, i **costi delle opere connesse voce A.5 (€ 450.000,00)**, ovvero la STMG per l'allaccio alla rete elettrica.

Il totale della voce A "costo dei lavori" risulta pari a € 74.66.000,00 €, oltre a IVA.

Come da dettaglio del presente quadro economico, **le spese generali, voce B, risultano pari a € 2.841.400,00 € oltre a IVA (22%).**

QUADRO ECONOMICO GENERALE (VALORE COMPLESSIVO DELL'OPERA PRIVATA)				
	Descrizione	Importi (€)	iva (%)	TOTALE iva compresa (€)
A)	Costo dei lavori			
A.1	Interventi previsti	73.330.000,00 €	10%	80.663.000,00 €
A.2	Oneri di sicurezza	210.000,00 €	10%	231.000,00 €
A.3	Opere di mitigazione	600.000,00 €	10%	660.000,00 €
A.4	Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	70.000,00 €	10%	77.000,00 €
A.5	Opere connesse (STMG)	450.000,00 €	22%	99.000,00 €
	Totale A	74.660.000,00 €	10%	81.730.000,00 €
B)	Spese Generali			
B.1)	Spese tecniche redazione progetto e Studio Impatto Ambientale Direzione lavori, coordinamento della sicurezza	300.000,00 €	22%	366.000,00 €
B.2)	Spese consulenza e supporto	80.000,00 €	22%	97.600,00 €
B.3)	Collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	40.000,00 €	22%	48.800,00 €
B.4)	Spese per rilievi e accertamenti, prove di laboratorio, indagini e monitoraggio ambientale	120.000,00 €	22%	146.400,00 €
B.5)	Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)	21.600,00 €	22%	26.352,00 €
B.6)	Imprevisti	2.239.800,00 €	22%	2.732.556,00 €
B.7)	Spese varie	40.000,00 €	22%	48.800,00 €
	Totale B	2.841.400,00 €		3.466.508,00 €
C)	Eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero			
	"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A+B+C)	77.501.400,00 €		85.196.508,00 €

9.9 STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE E DI RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Al termine della vita utile dell'impianto eolico, si procederà alla dismissione dello stesso e alla messa in pristino delle aree interessate. In particolare si procederà alla dismissione degli aerogeneratori, al recupero del materiale costituente gli stessi aerogeneratori, quindi alla dismissione delle piazzole di fondazione e delle bretelle di accesso alle stesse. Verranno, invece, lasciate intatte le strade di accesso al parco, poiché si prevede che le stesse diventino parte integrante della viabilità interna di accesso ai poderi.

La sottostazione elettrica, infine, sarà oggetto di dismissione nella parte elettrica, con consegna delle apparecchiature non riciclabili alle discariche autorizzate e recupero delle materie prime, se previsto.

Al termine delle operazioni di cui sopra, si procederà all'inerbimento delle aree dismesse e alla piantumazione di elementi arborei autoctoni.

Nella stima dei costi è stata quindi destinata una cifra dell'importo totale dei lavori per la gestione della Sicurezza. La stima dei costi di dismissione del parco eolico in progetto è riportata nella Tabella 8 qui di seguito:

Tabella 8 – Quadro economico di dismissione parco eolico di “Campovaglio”.

QUADRO ECONOMICO LAVORI DI DISMISSIONE	
TOTALE LAVORI A MISURA	€ 2.070.000,00
TOTALE ONERI DELLA SICUREZZA	€ 80.000,00
TOTALE IMPORTO LAVORI	€ 2.150.000,00

Si rimanda all'elaborato *Computo metrico estimativo della dismissione e del ripristino* per ulteriori dettagli.