



Regione
Molise



Comune di
Riccia



Comune di
Cercemaggiore



Provincia di
Campobasso

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
alla località Paolina del Comune di Riccia (aerogeneratori)
e DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI
nei Comuni di Riccia (CB) e Cercemaggiore (CB)

PROGETTO DEFINITIVO

RIC_SIA.02

Studio Impatto Ambientale:
Quadro di riferimento Progettuale

Proponente



Rinnovabili Sud Due srl
Via Della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Formato

A4

Scala

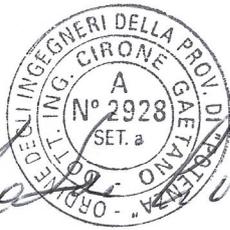
-

Progettista

Ing. Gaetano Cirone

Ing. Adele Oliveto

Geol. Emanuele Bonanno



Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	17/05/2022	Ing. A. Oliveto	Ing. G. Cirone	Ing. G. Cirone

Sommario

1. PREMESSA	4
2. BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO	6
3. CARATTERISTICHE GENERALI DEL SITO	7
3.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	7
3.2. ACCESSIBILITÀ	10
3.3. CLIMA	12
3.4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	12
3.5. Uso ATTUALE DEL SITO	12
4. DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELLA FONTE UTILIZZATA ED ANALISI DELLA PRODUCIBILITA'	13
4.1. L'ENERGIA EOLICA	13
4.2. DATI DI VENTOSITÀ	16
4.3. ANALISI DELLA PRODUCIBILITÀ	16
4.3.1 Localizzazione impianto	17
4.3.2 Aerogeneratori	17
4.3.3 Dati ventosità	19
4.3.4 Analisi della produzione	19
5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO, DELLE FASI, DEI TEMPI E DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI	22
5.1. PRINCIPALI COMPONENTI DEL PARCO EOLICO	23
5.1.1. AEROGENERATORI: PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO E CONTROLLO	23
5.1.2. PRINCIPALI COMPONENTI DI UN AEROGENERATORE	27
5.1.2.1. ROTORE	28
5.1.2.2. MOLTIPLICATORE DI GIRI	31
5.1.2.3. FRENI	31
5.1.2.4. GENERATORE ELETTRICO	31
5.1.2.5. TRASFORMATORE	32
5.1.2.6. SISTEMA DI IMBARDATA	32
5.1.2.7. TORRE DI SOSTEGNO	32
5.1.2.8. SISTEMA DI CONTROLLO E DI PROTEZIONE	33
5.1.2.9. DISPOSITIVI AUSILIARI	34
5.1.2.10. NAVICELLA	34
5.2. FASI E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI	36
6. OPERE CIVILI	37
6.1. SCAVI E MOVIMENTAZIONE TERRA	37
6.2. FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI	38
6.3. PIAZZOLE DI MONTAGGIO DEGLI AEROGENERATORI	40
6.4. STRADE	42
6.5. FABBRICATI	46
6.6. FONDAZIONI E CUNICOLI CAVI	47
6.7. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIE	48



6.8.	INGRESSI E RECINZIONI	48
6.9.	ILLUMINAZIONE	49
7.	OPERE ED INFRASTRUTTURE ELETTRICHE.....	50
7.1.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO ELETTRICO.....	50
7.2.	COMPONENTI ELETTRICI DEL PARCO EOLICO.....	50
7.2.1.	AEROGENERATORE	50
7.2.2.	CONVERTITORE DI MACCHINA.....	51
7.3.	LINEE MT	52
7.3.1.	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	52
7.3.2.	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	53
7.4.	IMPIANTO PER LA CONNESSIONE	54
7.5.	L'IMPIANTO DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO.....	55
7.5.1.	DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DEL BESS.....	57
7.5.2.	CARATTERISTICHE DEI CONTAINERS	58
7.5.3.	CARATTERISTICHE DELLE BATTERIE	59
7.5.4.	COLLEGAMENTO SISTEMA CONVERSIONE IN MT	59
7.5.5.	FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA BESS.....	59
7.5.6.	SMALTIMENTO A FINE VITA IMPIANTO	61
7.6.	INTERFERENZE	64
8.	CRONOPROGRAMMA DELLE LAVORAZIONI	65
9.	PIANO DI DISMISSIONE E DI RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI.....	65
9.1.	PROGRAMMA DI RIPRISTINO AMBIENTALE.....	67
9.2.	AZIONI PROPOSTE.....	68
10.	QUANTIFICAZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE DETTAGLI RIGUARDANTI LO SMALTIMENTO DEI COMPONENTI.....	70
10.1.	AEROGENERATORE IN TUTTE LE SUE COMPONENTI.....	70
10.2.	LINEE ELETTRICHE ED APPARATI ELETTRICI E MECCANICI DELLA SOTTOSTAZIONE	71
11.	DETTAGLI RIGUARDANTI IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI E I RELATIVI COSTI 72	
11.1.	DESCRIZIONE DEL RIPRISTINO DELLO STATO PREESISTENTE DEI LUOGHI	72
11.2.	COMPUTO METRICO DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE.....	72
12.	CRONOPROGRAMMA DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE	73
13.	ANALISI DELLE ALTERNATIVE.....	74
13.1.	DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE	74
13.1.1.	ALTERNATIVA ZERO	74
13.1.2.	ALTERNATIVA TECNOLOGICA 1 – IMPIANTO FOTOVOLTAICO	75
13.1.3.	ALTERNATIVA TECNOLOGICA 2 - DIMENSIONALE	76
13.1.4.	ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE.....	76

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1-1 Dati Società Proponente.....	4
Tabella 2 – Ubicazione aerogeneratori.....	17



Tabella 5-1 – Norma IEC 61400-1.....	26
Tabella 5-2 – Caratteristiche aerogeneratore di progetto.....	27
Tabella 3 – Sintesi movimentazione terreno prevista	37
Tabella 4. Piste di accesso – dati essenziali.....	42
Tabella 7-1 Caratteristiche elettriche aerogeneratore.....	51
Tabella 7-2 Dimensionamento linee.....	54
Tabella 3 - Percentuale di recupero materiali a seguito dismissione aerogeneratore.....	71
Tabella 4 Cronoprogramma dismissione.....	73

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Gruppo Società Proponente.....	5
Figura 2– Inquadramento geografico	7
Figura 3 - Inquadramento delle opere di impianto di generazione su CTR	8
Figura 4 – Inquadramento opere di progetto su CTR	9
Figura 5 – Viabilità esistente di accesso agli aerogeneratori	10
Figura 6 – Viabilità esistente di accesso all'area dell'impianto.....	11
Figura 7 Mappa eolica dell'unione Europea e dell'Italia	14
Figura 8 Curva di potenza.....	18
Figura 9 Curva Cp e Ct.....	18
Figura 10 Mappatura impianti considerati.....	19
Figura 11 Dati ventosità	19
Figura 12 Produzione mensile.....	20
Figura 13 Produzione annuale in funzione del settore.....	21
Figura 14 – Aerogeneratore tripala.....	24
Figura 15 – Curva di potenza di una turbina eolica.....	26
Figura 16 – Particolare sezioni di una pala eolica.....	29
Figura 17 – Differenti tipologie di mozzo	30
Figura 18 – Dettaglio degli elementi costituenti la navicella	35
Figura 19 – Principali elementi di un aerogeneratore	36
Figura 20 - Sezione plinto di fondazione aerogeneratore	39
Figura 21 Sezione plinto di fondazione aerogeneratore – armatura e sistema di fissaggio.....	39
Figura 22 - Tipologico piazzola di montaggio - Stralcio tavola grafica -.....	40
Figura 23 –Fasi costruttive piazzole.....	41
Figura 24 Stralcio CTR con strade comunali soggette ad interventi di adeguamento	43
Figura 25 Sezioni tipologiche	45
Figura 26 Planimetria impianto di accumulo elettrochimico	46
Figura 27 Piante container.....	47
Figura 28 Sezione A-A.....	47
Figura 29 Sezione B-B.....	47
Figura 30 Prospetto cancello di ingresso.....	49
Figura 31 – Particolari sezioni di cavi MT interrati	53
Figura 32 Componenti principali dell'impianto di accumulo (storage)	55
Figura 33 Planimetria impianto di accumulo elettrochimico	63
Figura 34 Inquadramento Interferenze su IGM (Stralcio Tavola RIC_INT).....	64
Figura 35 - Localizzazione alternative	77



1. PREMESSA

La proponente è la società **Rinnovabili Sud Due S.r.l.**, una società di scopo che ha quale proprio oggetto sociale la costruzione e l'esercizio di impianti da fonte rinnovabile.

La **Rinnovabili Sud Due S.r.l.** fa parte del gruppo VSB (<https://www.vsb.energy/de/en/homepage/>), multinazionale tedesca attiva da oltre vent'anni, che ha installato nel mondo oltre 1 GW di impianti da fonte rinnovabile.

I dati della società proponente sono i seguenti:

Proponente:	Rinnovabili Sud Due S.r.l.
Sede legale:	Via della Chimica n. 103 - 85100 Potenza
P.IVA e C.F.:	02079470767
Pec:	rinnovabilisuddue@pec.it
Tel.:	0971 281981

Tabella 1-1 Dati Società Proponente

L'energia rinnovabile è al centro del lavoro svolto dagli esperti del Gruppo VSB dal 1996. La piccola società di ingegneria si è gradualmente evoluta in un'azienda internazionale, che oggi opera con molte società di servizio e di scopo affiliate, quali la proponente, e da molte sedi nazionali e internazionali.

L'acronimo VSB rappresenta le parole latine per Vento, Sole e Bio-energia: Ventus, Sol, energia Biologica. Queste sono le Business Areas del Gruppo VSB ed è questo che guida la Società e le sue SPV affiliate dal 1996. Il motto di VSB e delle sue società di scopo è quello che si basa sulla volontà di usare le risorse naturali: in qualità di azienda indipendente leader, esse contribuiscono a creare un approvvigionamento energetico compatibile con l'ambiente e a risparmio di risorse. Il punto di forza della società è nello sviluppo e nella realizzazione di progetti di alta qualità dal punto di vista tecnico ed economico, investendo in un futuro verde, con particolare attenzione all'energia eolica e solare.

Le soluzioni proposte per le energie rinnovabili sono caratterizzate da:

- 1) l'utilizzo delle più recenti tecnologie;
- 2) i più alti standard qualitativi;
- 3) coinvolgimento regionale e partner rinomati;
- 4) miglioramento continuo del servizio.

Il Gruppo VSB - VSB Holding GmbH – e le sue società operano in Germania, Francia, Polonia, Romania, Finlandia, Italia, Irlanda e Tunisia, e lavorano in stretta collaborazione per sfruttare tutte le sinergie, curando tutti gli aspetti progettuali e realizzativi di un'opera, con approfondita conoscenza a livello globale e locale, dalla consulenza, progettazione e sviluppo alla realizzazione, gestione e repowering, con l'ausilio di competenze, idee innovative e professionalità.





Figura 1 Gruppo Società Proponente

2. BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto eolico in oggetto avrà una potenza nominale di **36 MW** generata da **n°6 aerogeneratori**, completi delle relative torri di sostegno, di potenza nominale unitaria pari a max. **6,0 MW**.

L'impianto lato utente è costituito quindi da:

- N° 6 aerogeneratori;
- Impianto di accumulo elettrochimico di potenza **10 MW** e capacità **20 MWh**;
- Cavidotti MT a 36 kV di collegamento tra gli aerogeneratori e la futura SE di smistamento Terna;

L'impianto per la connessione alla rete elettrica nazionale è costituito da:

- una stazione elettrica 36/150kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150 kV "Campobasso CP - Castelpagano" previa rimozione delle limitazioni della linea RTN 150 kV "Campobasso CP – Castelpagano" di cui al Piano di Sviluppo Terna.



3. CARATTERISTICHE GENERALI DEL SITO

3.1. Inquadramento Geografico e Cartografico

Il sito interessato alla realizzazione del parco eolico è ubicato alle località "Paolina" e "Montagna Fiorita" del comune di Riccia, in provincia di Campobasso.

La viabilità principale di accesso al sito è rappresentata dalla Strada Provinciale SP132 dalla quale verrà percorsa la strada comunale che condurrà ai 6 aerogeneratori; Le opere di connessione sono ubicate nel comune di Cercemaggiore a circa 8 km a ovest dell'impianto di generazione.

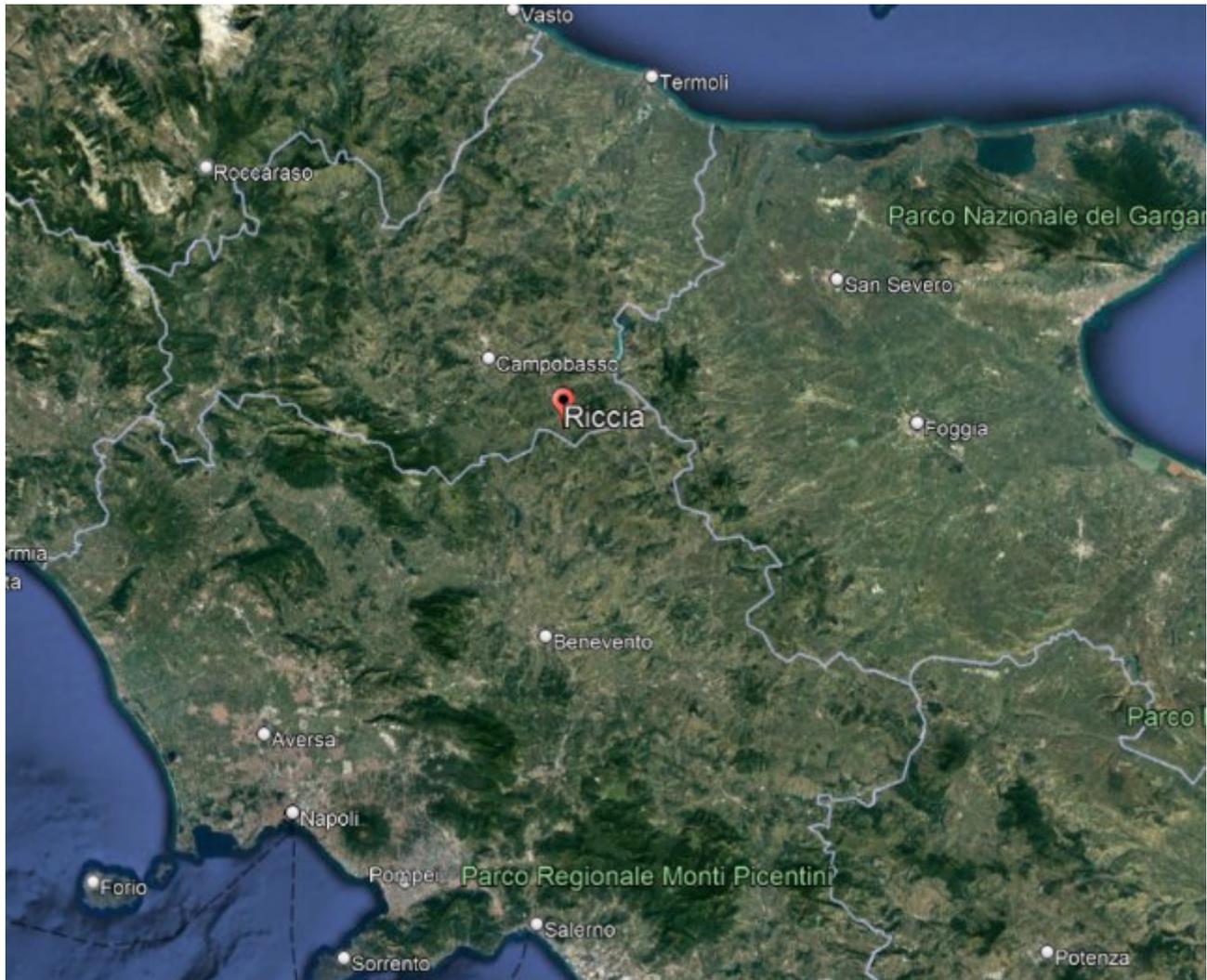
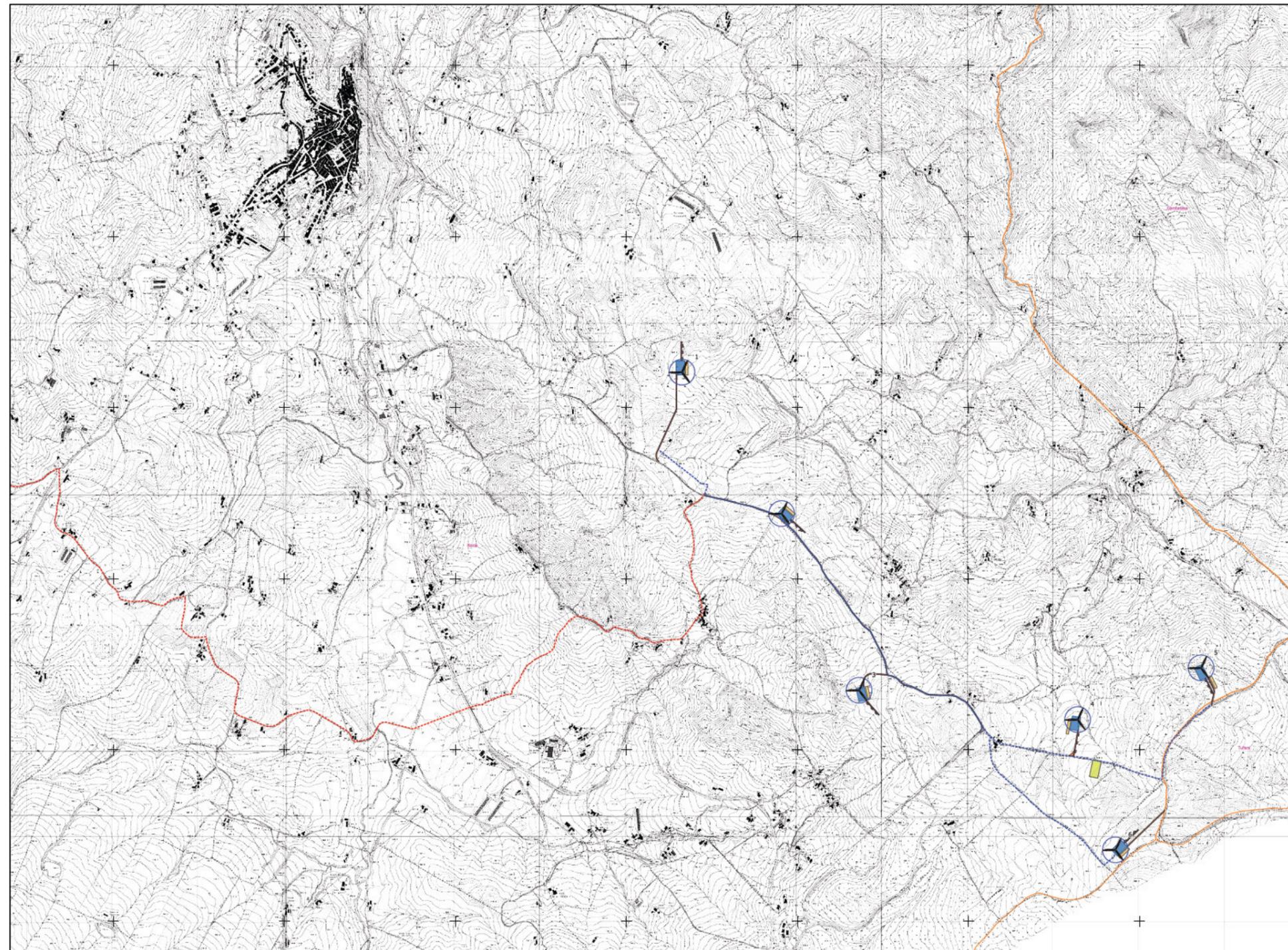


Figura 2– Inquadramento geografico



LEGENDA:

OPERE IMPIANTO

Opere di Progetto

Aerogeneratori di progetto con ingombro reale

- Aerogeneratori di progetto con ingombro reale
- Piste di accesso
- Piazzole di montaggio aerogeneratori
- - - Cavidotto MT interno
- - - Cavidotto MT esterno
- Strada esistente da adeguare
- Accumulo elettrolitico

Opere di progetto temporanee

- Area cantiere base
- Stoccaggio blade
- Aree montaggio gru

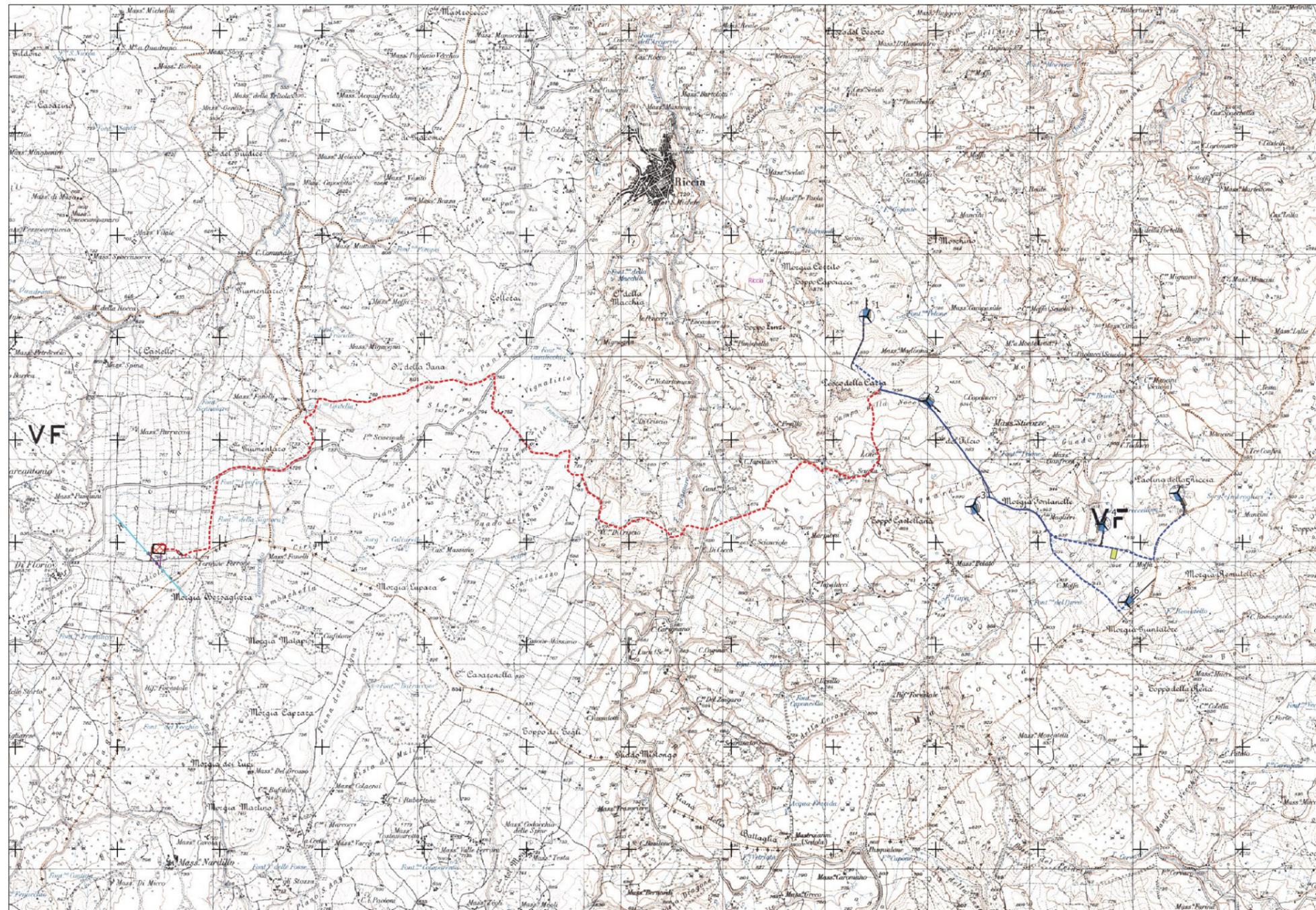
Opere di rete per la connessione

- Viabilità di accesso SE Terna
- SE di smistamento Terna
- Nuovi raccordi aerei AT
- Tratto elettrodotto AT da demolire
- Elettrodotto aereo AT esistente
- Tralicci di nuova realizzazione
- Traliccio esistente da demolire

Limiti Amministrativi

- Confini Comunali Molise

Figura 3 - Inquadramento delle opere di impianto di generazione su CTR



LEGENDA:

OPERE IMPIANTO

Opere di Progetto

Aerogeneratori di progetto con ingombro reale

- Aerogeneratori di progetto con ingombro reale
- Piste di accesso
- Piazzole di montaggio aerogeneratori
- - - Cavidotto MT interno
- - - Cavidotto MT esterno
- Strada esistente da adeguare
- Accumulo elettrolitico

Opere di progetto temporanee

- Area cantiere base
- Stoccaggio blade
- Aree montaggio gru

Opere di rete per la connessione

- Viabilità di accesso SE Terna
- SE di smistamento Terna
- Nuovi raccordi aerei AT
- Tratto elettrodotto AT da demolire
- Elettrodotto aereo AT esistente
- Tralicci di nuova realizzazione
- Traliccio esistente da demolire

Limiti Amministrativi

- Confini Comunali Molise

Figura 4 – Inquadramento opere di progetto su CTR

L'ambito di intervento è costituito da un mosaico di appezzamenti di terreno per lo più incolti.

L'area parco è contenuta all'interno del foglio mappa n° 40611 della Carta tecnica Regionale alla scala 1:5.000, del foglio 162-II-NE "Riccia" della carta IGM in scala 1:25.000 e nel foglio 162 "Campobasso" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Le opere di rete per la connessione, ossia la Stazione Elettrica di smistamento Terna (SE Terna) di futura realizzazione e l'impianto di accumulo elettrochimico sono localizzate nel territorio comunale di Cercemaggiore, in loc. Guardiola, a circa 8 Km a Est del parco eolico di generazione e sono contenute nel foglio mappa n° 40610 della Carta Tecnica Regionale a scala 1:5.000.

3.2. Accessibilità

La viabilità principale di accesso alle piste di progetto degli aerogeneratori è costituita dalle Strada Provinciale SP107.



Figura 5 – Viabilità esistente di accesso agli aerogeneratori

Verrà quindi percorsa la SS17, poi SS212, da Barletta fino ad imboccare la SP107; le strade esistenti si prestano al trasporto eccezionale, con la necessità di interventi di adeguamento solo

per un tratto, oltre che la rimozione di eventuali ostacoli esterni alla carreggiata da approfondire nelle successive fasi di progettazione.



Figura 6 – Viabilità esistente di accesso all'area dell'impianto

3.3. Clima

La zona di interesse progettuale è ubicata alle Località “Paolina e “Montagna Fiorita” del Comune di Riccia, in provincia di Campobasso, distante circa 3 Km a Sud-Est dal centro abitato di Riccia, e a circa 11 km a Est dal centro abitato di Cercemaggiore.

Sito ad una altitudine media di 850 metri s.l.m., e distante circa 55 km dalla linea di costa Adriatica, dal punto di vista meteorologico, la zona ricade in un'area a clima caldo e temperato, con scarsa piovosità che risulta maggiore in inverno. Le estati sono brevi, calde, asciutte e prevalentemente serene, mentre gli inverni sono lunghi, freddi, ventosi e parzialmente nuvolosi.

Durante l'anno, la temperatura in genere va da 2 °C a 28 °C, ed è raramente inferiore a -3 °C o superiore a 33 °C. La temperatura media nei mesi invernali si attesta intorno ai 12 °C, mentre in estate la temperatura media si aggira attorno ai 24 °C.

3.4. Inquadramento Geologico

Il territorio in esame si colloca all'interno del dominio strutturale dell'Appennino centrale costituito dal sistema imbricato delle Unità della Catena, le quali comprendono distinte successioni sedimentarie meso-cenozoiche, riferibili a differenti domini paleogeografici. Le principali unità tettoniche interne ed esterne affioranti in Molise sono unità alloctone, con diverso grado di traslazione. Nella regione investigata si riscontrano le Unità Sicilidi, con elevato tasso di alloctonia e le unità dei Bacini di Top-thrust caratterizzata da depositi di bacini satelliti dell'avanfossa messiniano-pleistocenica. Le Unità sicilidi sono costituite in prevalenza dalla formazione delle Argille Scagliose note come Argille Varicolori o terreni caotici (Selli, 1962) di età dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore. A questa formazione vengono associati depositi detritici della facies molisana. Inoltre, si rinvenivano blocchi della formazione dei “Calcari cristallini” della Formazione di Cercemaggiore e del Flysch Numidico.

Dal punto di vista tettonico-strutturale l'area appartiene al dominio di Catena caratterizzato da scollamenti pellicolari e ripetute imbricazioni dei bacini di top-thrust e delle coperture sedimentarie pertinenti ai vari domini paleogeografici di piattaforma e di bacino, derivanti dalla deformazione del margine continentale passivo Africano.

3.5. Uso Attuale Del Sito

Il sito di progetto non ricade né in aree protette SIC-ZPS-ZSC o siti Rete Natura né in aree vaste facenti parte del Piano Paesistico Regionale del Molise; come già accennato, dal punto di vista morfologico, si caratterizza per l'alternanza di un paesaggio collinare e montuoso. I terreni interessati dall'area dell'impianto di generazione sono per lo più incolti o condotti attualmente a seminativo.

Nella zona non si rilevano caratteristiche naturalistiche di particolare rilievo, e negli intorno sono già presenti alcuni impianti fotovoltaici di piccole dimensioni.

Nelle immediate vicinanze del sito non ci sono centri abitati: lo stesso centro abitato di Riccia dista circa 3 Km da esso. Il cavidotto viaggia quasi interamente su strade interpoderali fino alla SE Terna ubicata su terreni condotti a colture erbacee, situati nel comune di Cercemaggiore.



4. DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELLA FONTE UTILIZZATA ED ANALISI DELLA PRODUCIBILITA'

4.1. L'energia eolica

Con il termine "vento" si indica il movimento di una massa d'aria atmosferica da un'area con alta pressione ad una con bassa pressione.

La Terra viene riscaldata dal sole in maniera non uniforme e questo provoca delle zone di aria fredda nelle quali la pressione dei gas atmosferici aumenta e zone di aria calda dove invece la pressione dei gas diminuisce: la massa d'aria calda si riscalda, diminuisce la propria densità e tende a salire mentre l'aria più fredda tende a scorrere sulla superficie terrestre.

Questo moto di masse d'aria produce dunque aree di alta pressione e aree di bassa pressione, ulteriormente influenzate anche dalla rotazione terrestre.

Il vento è dunque lo spostamento di aria da zone a pressione maggiore a zone a pressione minore: maggiore è la differenza di pressione e maggiore sarà la velocità del vento.

In generale, è possibile osservare che le caratteristiche di intensità del vento variano in base a differenti aspetti:

- 1) profilo ed irregolarità della superficie terrestre: più la superficie è grande e piatta (come il mare) e maggiore è l'intensità del vento, al contrario, esso rallenta su superfici irregolari come città e foreste;
- 2) altezza dal suolo: l'intensità del vento è maggiore sulla sommità delle alture;



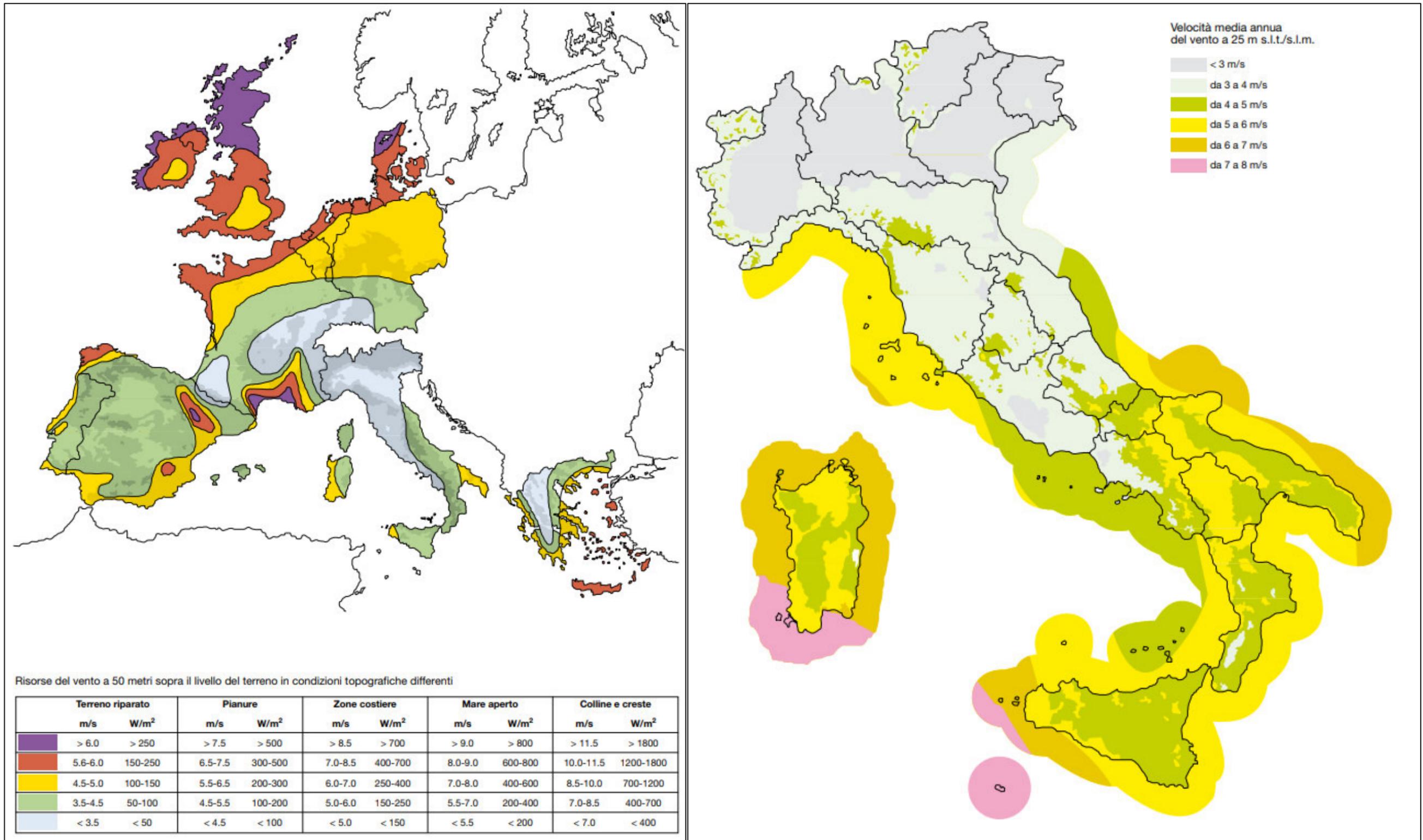


Figura 7 Mappa eolica dell'unione Europea e dell'Italia

L'energia eolica altro non è che l'energia prodotta da una turbina eolica o aerogeneratore che trasforma l'energia cinetica posseduta dal vento in energia elettrica senza l'utilizzo di alcun combustibile ma solo attraverso la conversione dell'energia meccanica di rotazione effettuato dalle pale.

L'energia eolica è una risorsa importante per l'economia europea in quanto, oltre a contribuire alla "ripresa economica verde" crea vantaggi significativi in termini occupazionali e di sviluppo del territorio.

Secondo il rapporto *EWEA (The European Wind energy Association)* pubblicato il 9 ottobre 2020 l'energia eolica svolge un ruolo significativo nell'economia europea, ruolo che ha saputo mantenere anche durante la crisi del Covid-19. Esso inoltre dimostra come l'industria eolica europea sia competitiva a livello globale, ne descrive i possibili sviluppi futuri su tutto il territorio e soprattutto mostra come l'energia eolica possa coesistere con la protezione naturale locale, ovvero pesca, agricoltura e aviazione.

Dal rapporto pubblicato emergono i seguenti risultati:

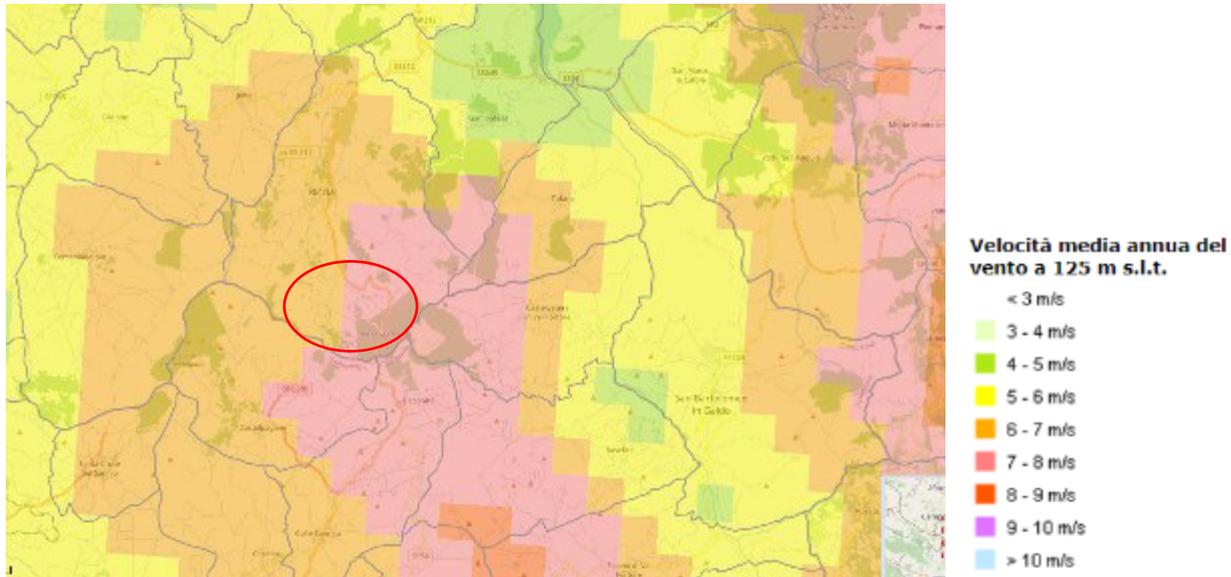
- a. nel 2019 l'energia eolica ha rappresentato **300.000 posti di lavoro nell' UE**. Il 75% di questi sono nell' eolico onshore e il 25% nell'eolico offshore;
- b. L'industria eolica europea ha un **fatturato annuo di 60 miliardi di euro**. Il 65% di questo aggiunge valore all'economia dell'UE;
- c. L'industria eolica oggi genera **2,5 miliardi di euro di valore aggiunto** per l'economia dell'UE **per ogni nuovo GW di vento onshore** installato e **2,1 miliardi di euro per ogni nuovo GW di eolico offshore**;
- d. L'industria dell'energia eolica paga **5 miliardi di euro in tasse** all'economia dell'UE, incluso 1 miliardo di euro in tasse locali e altri pagamenti a beneficio delle comunità;
- e. I produttori europei di turbine eoliche detengono una **quota del 42% del mercato globale delle turbine eoliche**. Dei 10 maggiori produttori di turbine eoliche al mondo, **5 hanno sede nell'UE**;
- f. Ci sono 248 siti di produzione di componenti per l'energia eolica in Europa, la maggior parte dei quali può aumentare la capacità;
- g. I parchi eolici pagano in media **2,3 €/MWh di tasse locali**;
- h. I vantaggi creati dai parchi eolici sono fondamentali per molte comunità. I progetti eolici **attivano l'economia locale**, contribuiscono con pagamenti volontari a **fondi di benefici comunitari**, offrono **benefici in natura** e sostengono il **ripristino ambientale**;
- i. Investire nell'energia eolica sarà la chiave per una **transizione giusta**;
- j. L'industria eolica promuove **una felice convivenza con altri interessi economici e sociali** come l'agricoltura, la pesca, la protezione della biodiversità e l'aviazione militare e civile come condizione necessaria per l'espansione accelerata dell'energia eolica.



4.2. Dati di ventosità

Come precedentemente accennato, il sito in cui verrà realizzato il Parco Eolico in esame ricade nel comune di Riccia (CB) con opere di connessione nel comune di Cercemaggiore (CB).

Per tale sito, una prima stima approssimativa della velocità del vento, valutata a differenti altezze dal suolo, può essere effettuata attraverso l'Atlante Eolico Interattivo "ATLAEOLICO" DEL Sito Web di RSE (Ricerca Sistema Energetico). Si riportano di seguito i dati così ricavati. L'area dell'impianto è rappresentata dal pallino blu.



Come visibile l'area di ubicazione scelta presenta caratteristiche di ventosità molto elevate (ventosità media superiore a 7 m/s). Tutte le elaborazioni, le stime e le valutazioni in seguito descritte sono state effettuate con il codice (o modello) di calcolo WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) messo a punto dal Risoe National Laboratory di Danimarca e basato su un modello matematico del flusso del vento. L'applicazione del modello di calcolo WAsP è stata effettuata da personale esperto, coordinato da figure certificate dal Risoe National Laboratory di Danimarca, produttore del modello stesso.

4.3. Analisi della producibilità

Il campo di velocità del vento su un sito eolico, che consente di stabilire il potenziale energetico disponibile sulla sua superficie, può essere dedotto con diverse metodologie. Quella più evoluta e diffusa è realizzata per mezzo di un modello virtuale dell'ambiente dove, all'interno della modellazione statica del territorio, agiscono delle grandezze fisiche dinamiche (il vento) nel tempo osservate. Con l'ausilio di specifici modelli matematici di calcolo è possibile proiettare con buona approssimazione su intere aree geografiche la ventosità scaturita da rilevazioni effettuate anche in punti differenti.

Tutte le elaborazioni, le stime e le valutazioni in seguito descritte sono state effettuate con il codice (o modello) di calcolo WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) messo a punto dal Risoe National Laboratory di Danimarca e basato su un modello matematico del flusso del vento.

A partire dalla posizione spaziale di origine, i dati forniti al modello vengono utilizzati per costruire su tutta l'area di interesse il vento indisturbato in quota, detto anche vento geostrofico o Atlas, che si ritiene costante per diversi km dal suo punto di origine e che consente di rilevare in punti arbitrari dello spazio tutti i parametri utili alla stima della ventosità. Il campo di velocità del vento fornito dal modello è tridimensionale e ciò consente di disporre in modo naturale anche del profilo della velocità media a varie altezze dal suolo.

4.3.1 Localizzazione impianto

Il sito in oggetto si trova in Località "Paolina" e "Montagna Fiorita" del Comune di Riccia, in Provincia di Riccia.

L'area geografica che lo ospita, nel suo contesto più ampio, è caratterizzata da un'orografia pianeggiante.

Per quanto riguarda le caratteristiche orografiche del territorio, le principali informazioni sono:

- Altitudine media: **850 m slm**
- Orografia del sito: **collinare**
- Orografia circostante il sito: **collinare**
- Utilizzo del terreno: **incolto/seminativo**

Si riporta di seguito le coordinate degli aerogeneratori (sistema di riferimento WGS84-UTM FUSO33N – EPSG: 32633);

Aerogeneratore	X [m]	Y [m]
WTG 1	488325,344	4591207,866
WTG 2	488907,937	4590381,536
WTG 3	489360,816	4589349,026
WTG 4	490638,343	4589177,603
WTG 5	491360,168	4589479,691
WTG 6	490859,024	4588416,196

Tabella 2 – Ubicazione aerogeneratori

4.3.2 Aerogeneratori

Si prevede l'installazione di macchine modello VESTAS V150 da 6MW. Per la valutazione di producibilità è stato indicato l'aerogeneratore Vestas V150-6.0 MW. La curva di potenza utilizzata è quella calcolata alla densità dell'aria di 1.225 kg/m³, corrispondente alla quota del mare (0 m s.l.m.). Di seguito, sono rappresentate nel loro sviluppo sia la curva di potenza (P) che la rispettiva curva di spinta (Ct), utile per la determinazione delle perdite per effetto scia.

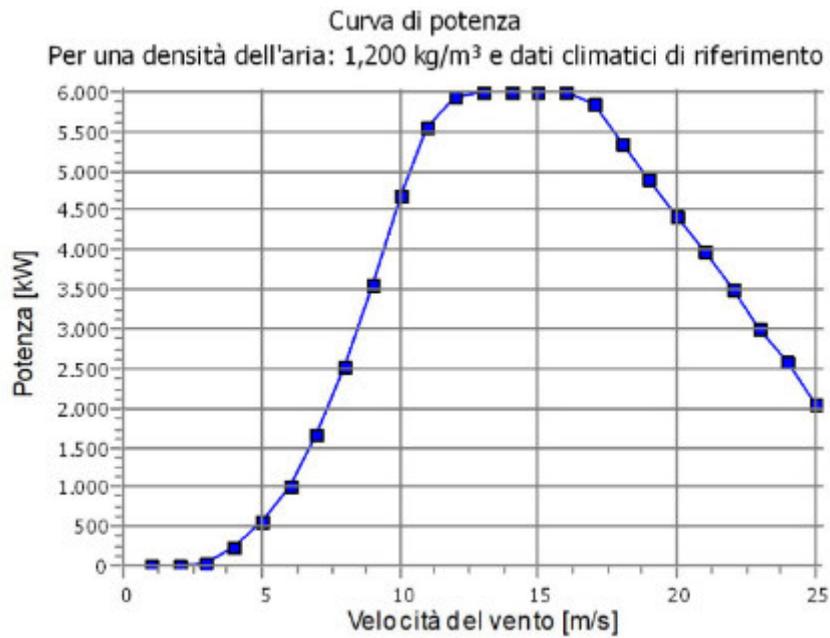


Figura 8 Curva di potenza.

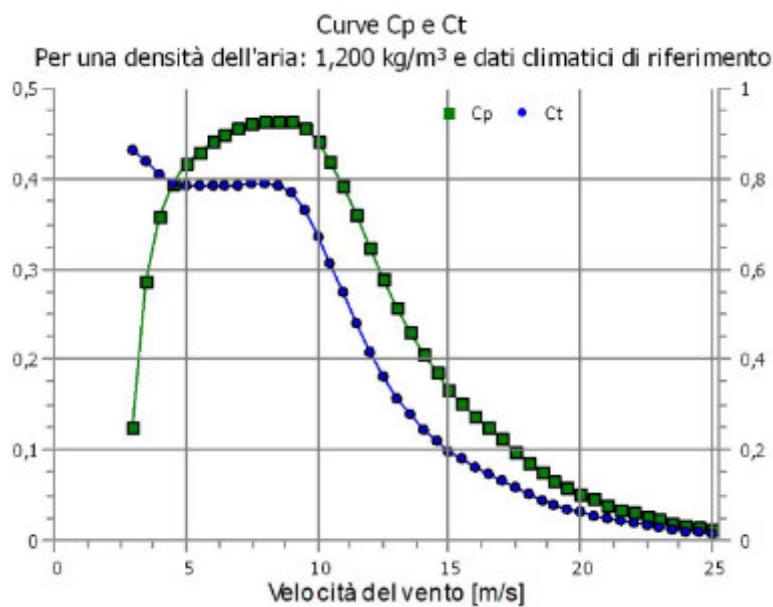


Figura 9 Curva Cp e Ct



Distanze tra le WTG

	Z	WTG	Z	Distanza orizzontale	Distanza in Diametri Rotore (max)	Distanza in Diametri Rotore (min)
	[m]	più vicina	[m]	[m]		
7	945,6	WTG 05	980,4	642	11,7	4,3
WTG 01	852,9	WTG 02	862,7	1.011	6,7	6,7
WTG 02	862,7	WTG 01	852,9	1.011	6,7	6,7
WTG 03	900,0	WTG 02	862,7	1.127	7,5	7,5
WTG 04	925,0	WTG 05	980,4	782	5,2	5,2
WTG 05	980,4	7	945,6	642	11,7	4,3
WTG 06	982,7	WTG 04	925,0	793	5,3	5,3
Min	852,9	852,9		642	5,2	4,3
Max	982,7	980,4		1.127	11,7	7,5

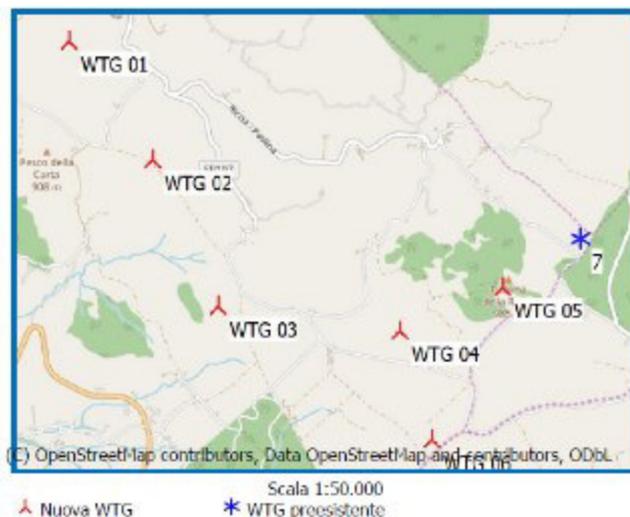


Figura 10 Mappatura impianti considerati

4.3.3 Dati ventosità

Dati di vento per il sito

Settore	Velocità del vento imperturbato [m/s]	Velocità media ridotta dalla scia [m/s]	Frequenza [%]
0 N	7,6	7,6	15,7
1 NNE	6,7	6,7	13,3
2 ENE	4,8	4,8	4,9
3 E	4,4	4,4	3,3
4 ESE	3,7	3,6	1,7
5 SSE	4,1	3,9	1,3
6 S	8,2	8,2	2,6
7 SSO	12,7	12,7	22,6
8 OSO	10,5	10,5	20,0
9 O	3,9	3,9	3,5
10 ONO	3,1	3,1	2,3
11 NNO	6,9	6,6	8,8
Tutti	8,6	8,6	100,0

Figura 11 Dati ventosità

4.3.4 Analisi della produzione

Si riporta di seguito la stima della produzione mensile.

Produzione media calcolata, per mese e per ora [MWh]. Il risultato include le perdite dovute a scie e decurtazioni. I valori sono stati scalati ad un anno completo, v. fattori di correzione nella pagina Risultato Principale.

Mese / Ora [MWh]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Totale
0	532	486	535	439	426	310	303	287	371	420	459	516	5.084
1	528	490	538	445	434	317	304	306	378	422	471	517	5.152
2	525	487	539	443	436	316	309	312	373	423	476	516	5.155
3	527	493	536	441	428	316	310	313	362	423	471	520	5.140
4	535	489	531	438	430	313	308	317	353	424	472	513	5.123
5	526	487	526	424	422	312	300	300	350	427	474	518	5.067
6	524	485	513	422	414	301	285	299	348	427	471	527	5.016
7	524	483	513	408	389	273	254	278	327	424	473	525	4.870
8	521	479	491	381	380	273	253	265	309	413	467	518	4.751
9	508	455	483	380	382	290	267	270	312	392	458	503	4.700
10	498	448	504	410	404	309	292	290	332	401	447	488	4.822
11	504	456	522	422	425	326	315	321	363	415	435	481	4.986
12	513	470	535	444	453	350	344	338	382	418	438	496	5.180
13	521	480	552	470	487	372	375	374	400	425	444	502	5.402
14	527	496	569	491	503	389	410	408	424	436	444	509	5.606
15	541	513	573	510	507	396	427	426	443	451	453	513	5.754
16	542	513	576	489	498	381	425	428	448	455	456	528	5.740
17	543	502	568	480	483	380	413	398	443	459	452	530	5.652
18	544	490	550	460	474	366	384	367	426	447	442	522	5.472
19	539	480	527	444	458	344	351	332	392	429	435	519	5.250
20	538	486	505	430	439	326	317	298	372	420	442	519	5.093
21	538	485	502	427	412	308	299	278	360	423	443	518	4.992
22	540	489	508	431	415	293	290	269	357	427	444	515	4.977
23	535	492	519	438	409	298	297	274	361	430	454	517	5.024
Totale	12.671	11.635	12.716	10.566	10.507	7.860	7.831	7.751	8.987	10.232	10.923	12.330	124.010

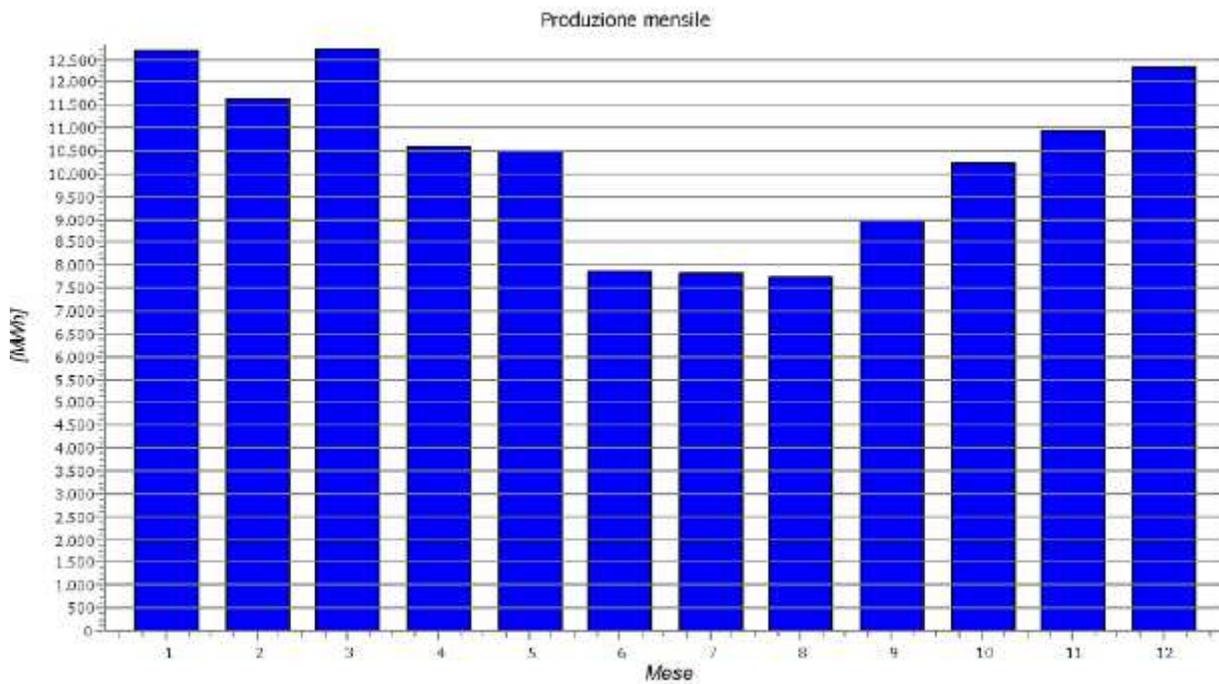


Figura 12 Produzione mensile

Si riporta di seguito grafico della produzione annuale in funzione del settore.

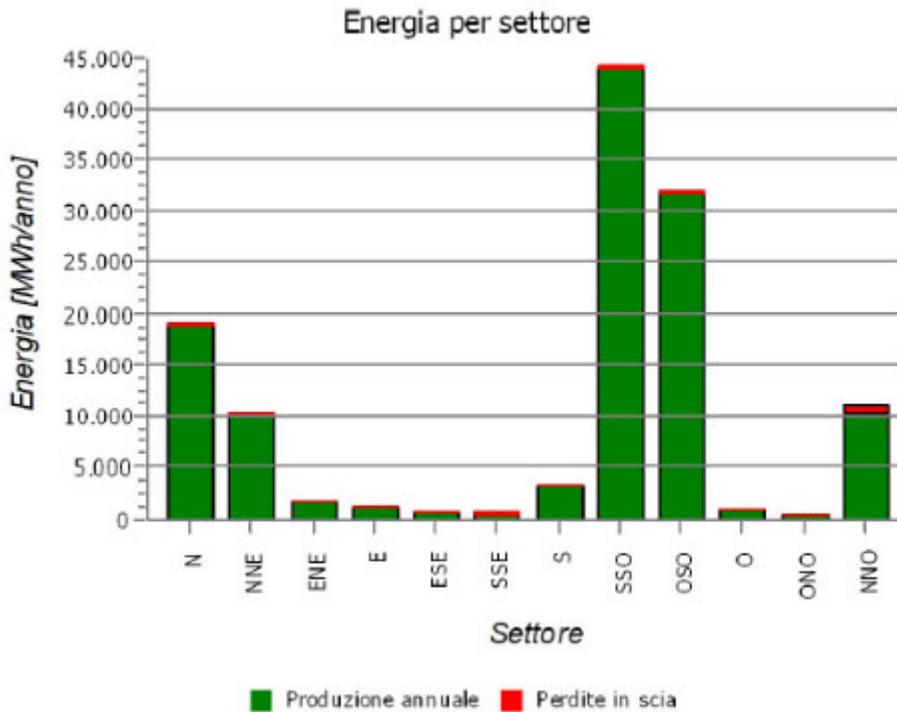


Figura 13 Produzione annuale in funzione del settore

Analisi direzionale														
Settore		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSO	8 OSO	9 O	10 ONO	11 NNO	Totale
Model based energy	[MWh]	19.066,8	10.313,6	1.739,7	1.364,5	664,3	641,5	3.322,3	44.255,6	31.925,7	967,2	538,9	10.997,6	125.797,9
-Perdite dovute alle scie	[MWh]	225,3	250,6	53,4	46,2	22,2	39,5	11,3	139,6	223,4	33,6	25,5	717,3	1.788,0
Energia risultante	[MWh]	18.841,5	10.063,0	1.686,3	1.318,2	642,1	602,1	3.311,1	44.116,0	31.702,4	933,6	513,4	10.280,3	124.009,9
Energia specifica	[kWh/m ²]													1.170
Energia specifica	[kWh/kW]													3.445
Perdite dovute alle scie	[%]	1,2	2,4	3,1	3,4	3,3	6,2	0,3	0,3	0,7	3,5	4,7	6,5	1,42
Ore equivalenti	[Ore/anno]	523	280	47	37	18	17	92	1.225	881	26	14	286	3.445

In definitiva la produzione annuale stimata del parco eolico è pari a **124.000 MWh**.



5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO, DELLE FASI, DEI TEMPI E DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

La realizzazione del progetto proposto richiederà l'esecuzione di alcune opere civili, quali le opere di recinzione, le opere di basamento delle cabine/prefabbricati/shelter, accessi, cunicoli per cavi, ecc., oltre alla realizzazione/installazione dell'impianto eolico nel senso stretto del termine. Per quest'ultimo, invece, le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici non richiederanno particolari opere civili, in quanto la struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà ancorata a terra mediante pali battuti fino a profondità idonee.

Pertanto, la realizzazione del progetto, nella sua totalità delle opere, prevede una serie articolata di lavorazioni che sono complementari fra di loro, e che possono essere sintetizzate mediante una sequenza di fasi di lavorazione che risulta determinata dall'evoluzione logica, ma non necessariamente temporale.

- 1) fase iniziale: "cantierizzazione" dell'area, attraverso, innanzitutto, rilievi in sito e, successivamente, realizzazione delle piste d'accesso alle aree del campo eolico. Subito dopo si realizzerà l'allestimento dell'area di cantiere recintata ed il posizionamento dei picchetti. In detta area di cantiere, sin da questa fase iniziale sarà garantita una fornitura di energia elettrica e di acqua;
- 2) realizzazione delle strade interne all'impianto (perimetrali e trasversali alla direzione N-S) e delle piazzole antistanti le cabine elettriche;
- 3) realizzazione degli scavi per le platee di fondazione delle cabine elettriche;
- 4) eventuali opere di regimazione delle acque;
- 5) trasporto delle componenti dell'impianto (torri di sostegno, turbine, cabine elettriche prefabbricate) e posa in opera ed assemblaggio dei componenti interni;
- 6) tracciamento della posizione delle componenti/strutture da installare;
- 7) realizzazione plinti di fondazione;
- 8) installazione torri aerogeneratori;
- 9) realizzazione dei cavidotti interrati sia di Media Tensione (MT a 36 kV) che di Bassa Tensione (BT);
- 10) montaggio aerogeneratori e collegamenti elettrici alle cabine di campo;
- 11) realizzazione cavidotto MT esterno;
- 12) realizzazione impianto illuminazione;
- 13) opere di dismissione cantiere e ripristino e mitigazione ambientale: il trasporto a rifiuto degli inerti utilizzati per la realizzazione del fondo delle aree di lavoro e posa di terreno vegetale allo scopo di favorire l'inerbimento e comunque il ripristino delle condizioni ante operam;
- 14) collaudi elettrici e Start Up dell'Impianto;

Parallelamente alle fasi descritte, saranno condotte le lavorazioni di realizzazione dell'impianto di accumulo elettrochimico e delle altre opere indispensabili alla connessione (stazione SE Terna).

L'impianto eolico in oggetto avrà una potenza nominale di **36 MW** generata da **n°6 aerogeneratori**, completi delle relative torri di sostegno, di potenza nominale unitaria pari a max. **6,0 MW**.

L'impianto lato utente è costituito quindi da:

- N° 6 aerogeneratori;



- Impianto di accumulo elettrochimico di potenza **10 MW** e capacità **20 MWh**;
- Cavidotti MT a 36 kV di collegamento tra gli aerogeneratori e la futura SE di smistamento Terna;

L'impianto per la connessione alla rete elettrica nazionale è costituito da:

- una stazione elettrica 36/150kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150 kV "Campobasso CP - Castelpagano" previa rimozione delle limitazioni della linea RTN 150 kV "Campobasso CP – Castelpagano" di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Le opere civili da realizzare sono:

- 1) fondazioni in c.a. degli aerogeneratori;
- 2) piste di accesso agli aerogeneratori;
- 3) piazzole di montaggio degli aerogeneratori;
- 4) allargamenti stradali per il passaggio dei mezzi di trasporto speciali;
- 5) Impianto di accumulo elettrochimico costituito da un piazzale dove sono ubicate le cabine tipo shelter;
- 6) Scavi per la realizzazione dei cavidotti;
- 7) Stazione elettrica di smistamento Terna facente parte della RTN con fabbricati ed apparecchiature elettriche e le opere accessorie atte alla fruizione dell'impianto stesso.

Tutti i parametri rilevanti dell'impianto eolico, come ad esempio correnti e tensioni elettriche, saranno continuamente monitorati da un sistema dedicato.

In riferimento al periodo di vita utile dell'impianto, tutte le opere vengono generalmente progettate per poter assolvere alla loro funzione, considerando una manutenzione ordinaria delle stesse, per un periodo di tempo non inferiore ai 30 anni, ovvero senza la necessità di sostituzioni o ricostruzioni di parte di essa.

Trascorso questo periodo l'impianto deve essere dismesso e devono essere ripristinate le condizioni preesistenti dell'area.

5.1. Principali componenti del parco eolico

5.1.1. Aerogeneratori: principio di funzionamento e controllo

Una turbina eolica o aerogeneratore trasforma l'energia cinetica posseduta dal vento in energia elettrica attraverso la conversione dell'energia meccanica di rotazione effettuato dalle pale.

In generale, è possibile avere turbine "a portanza" o "a resistenza" in relazione alla forza generata dal vento e dunque sfruttata come "forza motrice".

Nelle turbine "a portanza", di maggiore impiego, diversamente da quelle "a resistenza" il vento scorre su entrambe le facce della pala che, presentando profili geometrici differenti, permette la creazione di una zona di depressione sulla superficie superiore rispetto alla superficie inferiore. Questa differenza di pressione produce dunque sulla superficie della pala eolica una forza chiamata "portanza aerodinamica" che permette la rotazione della pala attorno all'asse mozzo.

In relazione alla tecnologia costruttiva, le turbine eoliche possono essere suddivise in:

- turbine ad asse verticale – VAWT (Vertical Axis Wind Turbine);
- turbine ad asse orizzontale – HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine)

Nel caso in oggetto è prevista l'installazione di aerogeneratori "ad asse orizzontale" con tre pale, con regolazione del passo e sistema di regolazione tale da poter funzionare a velocità variabile e ottimizzare costantemente l'angolo di incidenza tra la pala ed il vento.

Questo sistema di controllo consente non solo di ottimizzare la produzione di energia elettrica, ma anche di contenere il livello di rumorosità entro valori decisamente accettabili e ben al di sotto dei limiti imposti dalla normativa vigente.



Figura 14 – Aerogeneratore tripala

Gli elementi che caratterizzano gli aerogeneratori (meglio specificate nelle tavole allegate) vengono di seguito descritti:

- corpo centrale (navicella), costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro e resina epossidica), vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata. La navicella contiene al suo interno l'albero, unito al mozzo delle pale, che trasmette la potenza intercettata dalle pale al generatore, anch'esso installato all'interno della navicella, attraverso un moltiplicatore di giri. L'accesso alla navicella avviene tramite una scala metallica installata nella torre e un passo d'uomo posto in prossimità del cuscinetto a strisciamento.
- un rotore, cui sono collegate le 3 pale in materiale composito, formato da fibre di vetro in matrice epossidica, costituite da due gusci collegati ad una trave portante e con inserti di acciaio che uniscono la pala al cuscinetto e quindi al mozzo.
- la torre di sostegno tubolare in acciaio sulla cui testa è montata la navicella. La torre è costituita da diversi tronconi (a seconda dell'altezza al mozzo dell'aerogeneratore che si prevede di installare) di forma tronco-conica, tra loro flangiati e imbullonati. La torre è ancorata al terreno a mezzo di idonee fondazioni provviste di pali interrati o di tipo diretto di sostegno, come mostrato nelle tavole allegate e descritto nei paragrafi a seguito.

Come precedentemente accennato, l'energia cinetica del vento, raccolta dalle pale rotoriche, viene utilizzata per mantenere in rotazione l'albero principale, su cui il rotore è calettato. Attraverso il moltiplicatore di giri, l'energia cinetica dell'albero principale viene trasferita al generatore e trasformata in energia elettrica.

Tramite un sistema di controllo è possibile misurare in modo continuo la velocità e la direzione del vento, nonché i parametri elettrici e meccanici dell'aerogeneratore, oltre che effettuare la regolazione della potenza prodotta attraverso variazione del passo delle pale.

Il sistema di controllo, inoltre, assicura l'allineamento della gondola alla direzione prevalente della velocità del vento, variando l'angolo di rotazione della gondola sul piano orizzontale tramite opportuni motori elettrici.

Ogni aerogeneratore ha un funzionamento caratterizzato da precisi valori di velocità, riferiti alle differenti fasi di seguito riportate:

- **velocità di avvio**, in questa fase il rotore inizia a girare e l'alternatore produce una tensione che aumenta all'aumentare della velocità del vento;
- **velocità di cut-in** (2-4 m/s), quando la tensione è abbastanza elevata da essere utilizzabile nell'applicazione specifica viene prodotta energia e si attiva l'intero circuito di generazione;
- **velocità nominale** (10-14 m/s), velocità alla quale viene prodotta la potenza nominale;
- **velocità di cut-off** (20-25 m/s), è la velocità del vento oltre la quale il rotore deve essere fermato per evitare danni alle macchine.

Di seguito viene riportata una tipica curva di potenza di una turbina eolica:



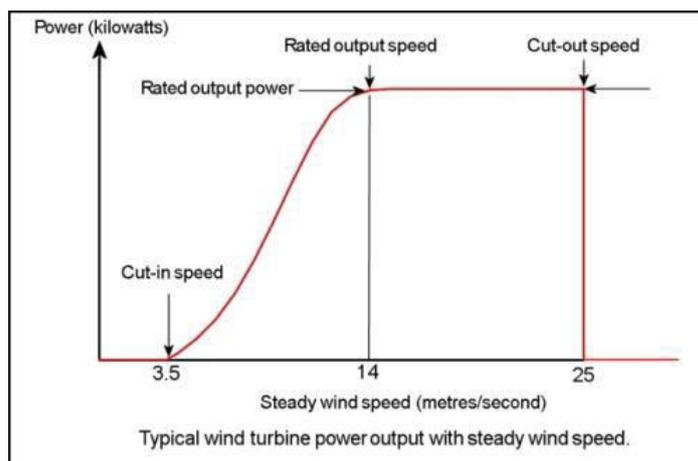


Figura 15 – Curva di potenza di una turbina eolica

In generale, è possibile effettuare un arresto dell'aerogeneratore in condizioni normali o di emergenza, attraverso la rotazione del passo delle pale. Opportuni serbatoi d'olio in pressione, infatti, garantiscono l'energia idraulica necessaria a ruotare il passo delle pale anche in condizioni di emergenza (mancanza di alimentazione elettrica). A rotore fermo un ulteriore freno sull'albero principale ne assicura il blocco in posizione di "parcheggio".

È altresì importante che le turbine eoliche resistano alle condizioni atmosferiche avverse tipiche del sito di installazione. A tal proposito, considerando una vita utile della turbina pari a 20 anni, si considera che essa possa essere sottoposta ad una raffica estrema che si presenta in media ogni 50 anni. In particolare, si considera una velocità del vento di riferimento media su 10 minuti, come riportato nella tabella seguente estratta dalla norma IEC 61400-1

Classe di aerogeneratori		I	II	III	S
V _{ref}	(m/s)	50	42,5	37,5	Valori specificati dal progettista
A	I _{ref} (-)	0,16			
B	I _{ref} (-)	0,14			
C	I _{ref} (-)	0,16			

Tabella 5-1 – Norma IEC 61400-1

Dove:

V_{ref} è la velocità del vento di riferimento media su 10 minuti;

A indica la categoria con caratteristiche di turbolenza superiori;

B indica la categoria con caratteristiche di turbolenza medie;

C indica la categoria con caratteristiche di turbolenza inferiori;

I_{ref} è il valore atteso dell'intensità della turbolenza a 15 m/s.



Una turbina eolica deve inoltre essere progettata per funzionare con temperature che variano tra i -10°C e i +40°C in condizioni normali e tra i -20°C e i +50°C in condizioni ambientali estreme, come da normativa CEI EN 61400-1.

In riferimento alla protezione della macchina contro i fulmini, essa è assicurata da captatori metallici situati sulla punta di ciascuna pala, collegati a terra attraverso la struttura di sostegno dell'aerogeneratore.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche degli aerogeneratori di progetto:

CARATTERISTICHE AEROGENERATORE DI PROGETTO	
Potenza nominale	6,0 MW max.
Diametro rotorico	150 m
Altezza torre	125 m
Tipo di torre	Tubolare
Numero di pale	3
Velocità di rotazione nominale	Compresa tra 6,5 e 11,6 rpm
Velocità di attivazione-bloccaggio	3 – 25 m/s
Sistema di controllo	Pitch
Tipo di generatore elettrico	A magneti permanenti
Tensione nominale	660 V
Frequenza	50/60 Hz
Livello di potenza sonora	≤ 104.9 dB(A)

Tabella 5-2 – Caratteristiche aerogeneratore di progetto

5.1.2. Principali componenti di un aerogeneratore

Attraverso differenti componenti, elettrici e meccanici, una turbina eolica converte l'energia cinetica del vento in energia elettrica. In particolare, il rotore (composto da pale e mozzo) estrae l'energia cinetica del vento, mentre il generatore elettrico la converte l'energia meccanica ottenuta in energia elettrica.

I principali componenti che caratterizzano un aerogeneratore ad asse orizzontale sono:

- a. Pala;
- b. Supporto della pala;
- c. Attuatore dell'angolo di Pitch;
- d. Mozzo;
- e. Ogiva;
- f. Supporto principale;
- g. Albero principale;
- h. Luci di segnalazione aerea;
- i. Moltiplicatore di giri;



- j. Dispositivi idraulici di raffreddamento;
- k. Freni meccanici;
- l. Generatore;
- m. Convertitore di potenza e dispositivi elettrici di controllo, protezione e sezionamento;
- n. Trasformatore;
- o. Anemometri;
- p. Struttura della navicella;
- q. Torre di sostegno;
- r. Organo di azionamento per l'imbardata.

5.1.2.1. Rotore

Il rotore è costituito essenzialmente da due elementi:

- le pale;
- il mozzo.

Le pale, generalmente in numero pari a tre, rappresentano l'organo direttamente a contatto con il vento ed hanno una sezione progettata per massimizzarne l'efficienza aerodinamica.

La pala si avvolge con un angolo complessivo di circa 25° tra l'inizio e l'estremità.

In particolare, dato che le forze aerodinamiche crescono con la distanza dal mozzo, la sezione della singola pala viene disegnata in modo tale da avere una sezione maggiore, dunque più rigida e resistente, in prossimità del mozzo, e una sezione sempre più piccola ed affusolata man mano che ci si allontana da quest'ultimo, in modo tale da opporre una minore resistenza.

Le pale sono realizzate con materiali leggeri come, ad esempio, materiali plastici rinforzati in fibra, molto resistenti all'usura.

Generalmente vengono impiegate fibre di vetro o alluminio per aerogeneratori medio-piccoli e fibre di carbonio per impianti con pale molto più grandi e dunque carichi elevati.

Le fibre sono inglobate in una matrice di poliestere o resina epossidica. La superficie esterna viene ricoperta e levigata con gel colorato, utile a prevenire l'invecchiamento della stessa a causa dei raggi ultravioletti.

Elementi aggiuntivi possono essere i regolatori di stallo, utili a stabilizzare il flusso d'aria, i generatori di vortice, utili ad aumentare la portanza e le alette d'estremità, utili a ridurre la perdita di portanza e rumore.



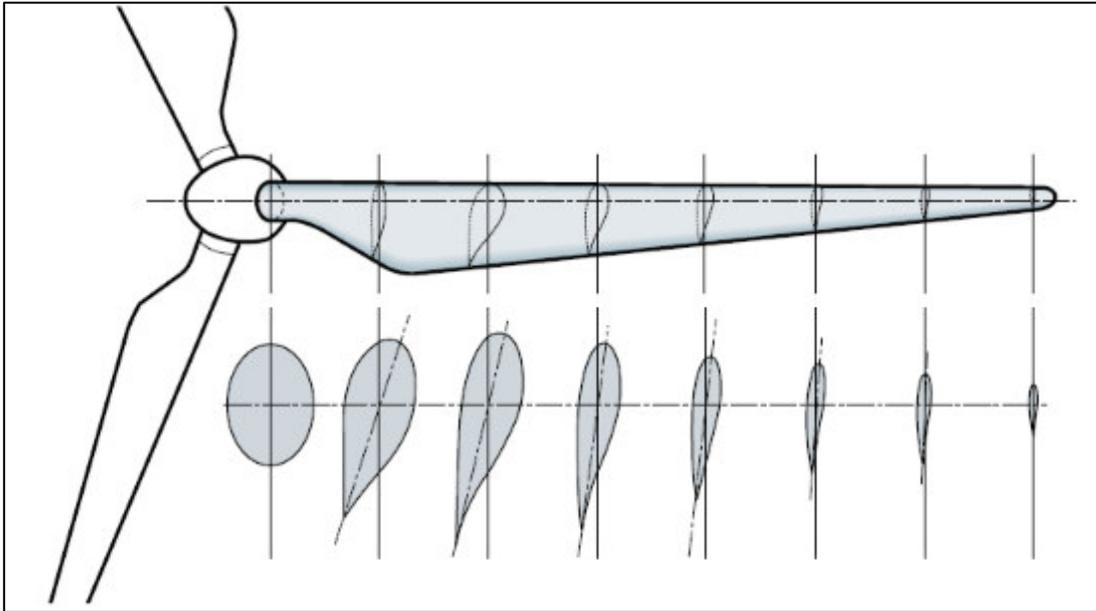


Figura 16 – Particolare sezioni di una pala eolica

Il mozzo è l'elemento che collega le pale all'albero principale trasmettendo ad esso la potenza estratta dal vento ed inglobando i meccanismi di regolazione dell'angolo di Pitch.

Il controllo dell'angolo di Pitch in un impianto eolico permette di regolare le prestazioni dell'impianto tramite la posizione delle pale rispetto al vento. Il rendimento dell'impianto viene così ottimizzato in base alla forza del vento.

Tale controllo può essere utile anche come sistema frenante nel caso in cui il vento è molto forte. In questo caso, infatti, è possibile ruotare le pale in posizione parallela al vento, fermando il rotore.

I segnali di comando e l'energia necessaria per la regolazione delle pale vengono trasmessi dalla navicella al mozzo grazie a numerosi sensori.

Il mozzo è realizzato in acciaio o di ferro a grafite sferoidale ed è protetto esternamente da un involucro di forma ovale chiamato ogiva.

Il mozzo può essere:

- Rigido;
- Oscillante;
- Incernierato.

Il mozzo rigido permette di mantenere la posizione fissa di tutti gli elementi che lo compongono rispetto all'albero principale, permettendo la sola variazione dell'angolo di Pitch. Il mozzo rigido viene impiegato soprattutto nei rotor a tre o più pale a causa della elevata robustezza che deve garantire.

Il mozzo oscillante è invece impiegato nel caso di turbine a due pale, anche in assenza di controllo dell'angolo di Pitch, ed ha una conformazione tale da ridurre i carichi aerodinamici tipici dei rotor bipala.

Il mozzo incernierato è una via di mezzo delle precedenti tipologie illustrate, ovvero è rigido è un vincolo cerniera per le pale e utilizza delle turbine sottovento per ridurre i carichi eccessivi durante venti molto forti.

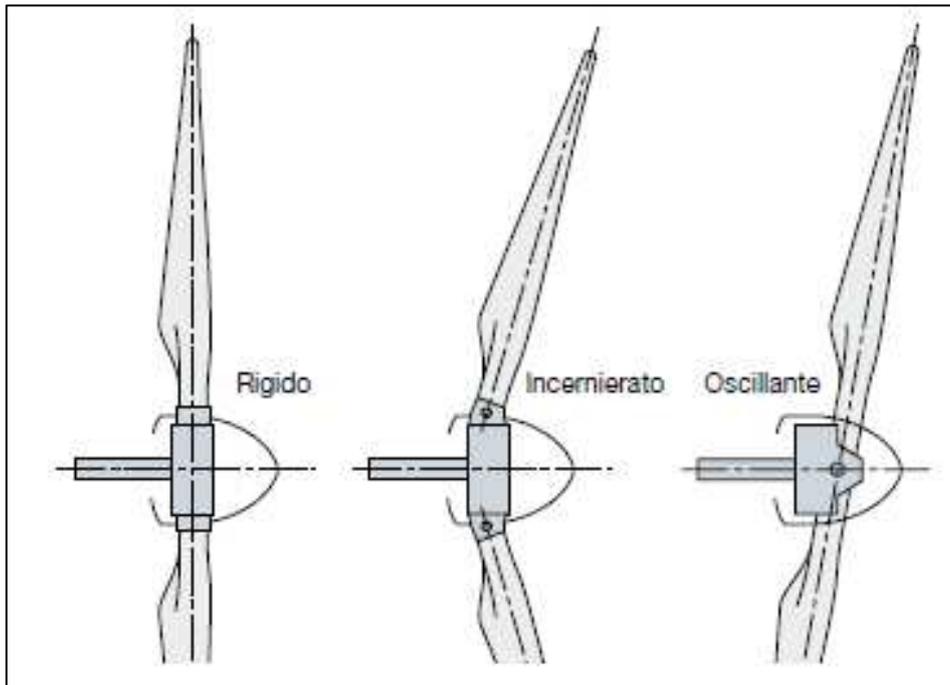


Figura 17 – Differenti tipologie di mozzo

Pale e mozzo vengono montati sulla navicella tramite apposita flangia di cuscinetti.

Nel caso in esame, il rotore è posto sopravento rispetto al sostegno e la navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento.

Le pale sono tre, di lunghezza pari a 75 m circa, a raggiungere il diametro rotore pari a 150 m e sono composte in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibra di carbonio. Le tre pale sono incernierate al mozzo, nel quale è contenuto anche il sistema di regolazione del passo delle pale (pitch), costituito da tre cilindri idraulici, uno per ciascuna pala. L'unità idraulica è installata nella navicella e fornisce pressione idraulica sia al sistema del passo che all'impianto frenante.

Dall'albero lento l'energia meccanica è trasmessa al generatore tramite un moltiplicatore di giri.

Le 3 pale hanno il compito di raccogliere l'energia cinetica del vento e trasmetterla all'albero del generatore elettrico.

Al crescere della superficie captante delle pale aumenta l'energia cinetica raccolta, ma aumentano altresì le turbolenze che le pale si inducono l'una con l'altra nel loro moto. Pertanto, la forma ed il numero delle pale sono studiati per massimizzare la produzione energetica.

Per il progetto si è scelto dunque un rotore di diametro pari a 150 m, al fine di massimizzare la produzione energetica dell'impianto limitando al contempo l'impatto visivo, quest'ultimo dovuto più alla posizione degli aerogeneratori ed al contesto che all'effettiva dimensione del rotore, anche per effetto della colorazione delle pale tesa a minimizzare la visibilità ed al tutto sommato ridotto spessore delle pale stesse.

5.1.2.2. Moltiplicatore di giri

Il moltiplicatore di giri ha lo scopo di incrementare la velocità di rotazione del rotore per adattarla ai valori richiesti dai generatori convenzionali.

In particolare, serve per trasformare la rotazione lenta delle pale, ovvero per aumentare il numero di giri compiuto dal rotore, in una rotazione più veloce in grado di far funzionare il generatore di elettricità e migliorarne il rendimento.

Esso è formato da una o più coppie di ingranaggi di tipo epicicloidale o ad assi paralleli ad uno o più stadi.

5.1.2.3. Freni

Il sistema frenante è costituito essenzialmente da due sistemi indipendenti di arresto delle pale:

- sistema di frenaggio aerodinamico impiegato, in caso di velocità del vento superiori al valore massimo impostato, sia per regolare la potenza erogata dal sistema sia per arrestare il rotore;
- sistema di frenaggio meccanico usato per completare l'arresto del rotore e come freno di stazionamento.

Il sistema di freni meccanici è posizionato lungo l'albero di trasmissione, in aggiunta al freno aerodinamico. Questo sistema di freni è importante nel caso di gravi condizioni meteorologiche.

Le tipologie di freni sono essenzialmente due:

- freni a disco;
- freni a frizione.

I primi sono costituiti da un disco metallico fissato all'albero che deve essere frenato; in particolare, delle pinze ad azionamento idraulico premono delle pastiglie contro il disco creando una coppia frenante opposta a quella motrice.

I secondi sono costituiti da un piatto di pressione ed un piatto di frizione. Il freno entra in funzione attraverso delle molle che esercitano una pressione, mentre vengono rilasciati mediante aria compressa o un fluido idraulico.

I freni progettati per arrestare il rotore devono essere in grado di esercitare una coppia frenante maggiore di quella massima originata dal rotore, con tempi di arresto solitamente inferiori a 5s ed in grado di funzionare anche in caso di guasto alla loro alimentazione di energia esterna.

5.1.2.4. Generatore elettrico

Il generatore elettrico permette di trasformare l'energia meccanica in elettricità.

Si possono distinguere due tipi di generatori:

- generatore asincrono;
- generatore sincrono.

Il generatore asincrono è un motore trifase ad induzione caratterizzato da una velocità di sincronismo che dipende dal numero di poli e dalla frequenza di rete.

Se la coppia meccanica agente sull'albero rotore è motrice anziché resistente e fa aumentare la velocità di rotazione fino a superare la velocità di sincronismo, la macchina elettrica asincrona passa dal funzionamento come motore a quello come generatore immettendo energia elettrica in rete.

Si definisce scorrimento (s) la differenza relativa tra la velocità di scorrimento e la velocità effettiva di rotazione.

Usualmente, nei generatori asincroni lo scorrimento è di circa l'1% dunque tali dispositivi vengono considerati a velocità di rotazione costante.

Il generatore sincrono, chiamato anche alternatore, prevede che il rotore sia costituito da un elettromagnete a corrente continua o da magneti permanenti.

In questo tipo di generatore, grazie anche al convertitore di frequenza che permette un funzionamento a velocità variabile, quando la forza del vento aumenta improvvisamente il rotore è libero di accelerare per alcuni secondi: l'incremento di velocità di rotazione accumula energia cinetica nel rotore stesso e consente un'erogazione costante di potenza.

Viceversa, quando il vento cala, l'energia immagazzinata nel rotore viene rilasciata nel rallentamento del rotore stesso.

5.1.2.5. Trasformatore

Il trasformatore permette di convertire la potenza elettrica in bassa tensione in uscita dal generatore in potenza elettrica in media tensione. In questo modo vengono ridotte le perdite di trasmissione mediante l'allacciamento alla rete di distribuzione in media tensione.

Generalmente, il trasformatore è installato nella navicella o alla base della torre.

5.1.2.6. Sistema di imbardata

Si definisce "movimento di imbardata" il movimento (fino a 180°) della navicella attorno all'asse verticale che ne attraversa il baricentro in modo da mantenere allineato l'asse del rotore alla direzione del vento (rotore in direzione trasversale al vento).

Negli aerogeneratori di notevoli dimensioni questo movimento di allineamento viene garantito da un servomeccanismo detto sistema di imbardata in cui un sensore (la banderuola) indica lo scostamento dell'asse del rotore dalla direzione del vento e attiva un motore che riallinea la navicella; nei sistemi piccoli è invece sufficiente l'impiego di una pinna direzionale per garantire l'allineamento.

5.1.2.7. Torre di sostegno

La torre di sostegno è l'elemento sul quale viene montata la navicella.

Essa può essere:

- a traliccio:
- tubolare.



Le torri tubolari, impiegate anche nel caso in esame, sono generalmente in acciaio laminato e presentano il notevole vantaggio, rispetto a quelle tralicciate di avere un numero ridotto di connessioni bullonate ovvero il punto critico della struttura da controllare periodicamente.

Hanno forma conica e diametro alla base (generalmente pari a circa 4m) maggiore rispetto a quello in sommità; le diverse sezioni vengono assemblate in sito per consentire un trasporto più agevole, sono collegate e vincolate tra loro da flange imbullonate.

Esternamente vengono adeguatamente rivestite per resistere alla corrosione con una verniciatura di zinco con colori chiari per non impattare negativamente con l'ambiente in cui si inseriscono.

Le torri sono infisse nel terreno mediante fondazioni costituite in genere da plinti in cemento armato collocati ad una determinata profondità.

Alla base della torre ci sarà una porta che permetterà l'accesso al suo interno.

Internamente esse sono dotate di scale con elementi di sostegno, sistemi di illuminazione a norma e sistemi di illuminazione di emergenza.

L'altezza della torre dipende dal regime di vento del sito d'installazione: in generale, poiché il vento cresce all'aumentare dell'altezza, più alta è la torre e più l'energia prodotta aumenta.

Per tali motivi, negli impianti on-shore, la navicella è collocata ad un'altezza pari a 1 o 1,2 volte il diametro del rotore.

Per il medesimo modello di aerogeneratore sono pertanto disponibili torri di diverse altezze, lasciando al progettista di trovare il giusto compromesso tra costi e benefici.

Nel caso in questione, si è scelta un'altezza al mozzo di 125 m, ovvero un giusto compromesso tra necessità produttive dell'impianto ed impatti. L'altezza totale dell'aerogeneratore, comprensiva della pala, è pertanto uguale a 200 m.

5.1.2.8. Sistema di controllo e di protezione

I sistemi di controllo, gestiti in remoto tramite un sistema altamente automatizzato, permettono di comandare le procedure di avviamento e di arresto della turbina stessa e assicurano che essa operi sempre entro determinati parametri di funzionamento prestabilito, proteggendo in particolare il rotore dalle sovra-velocità e le diverse parti del circuito elettrico dalle sovracorrenti e dalle sovratensioni.

Ogni turbina sarà equipaggiata con un controllore che raccoglierà informazioni relative al funzionamento della macchina, alle condizioni meteorologiche ed alle caratteristiche del vento.

Attraverso la rete in fibra ottica, le informazioni saranno trasmesse ad un quadro di controllo posizionato nella sala quadri della stazione di trasformazione 30/150 kV. Dal quadro di controllo è pertanto possibile monitorare il funzionamento degli aerogeneratori, nonché tutte le apparecchiature che costituiscono il sistema elettrico della stazione stessa.

Il sistema di controllo sarà inoltre collegato via modem alla rete telefonica al fine di consentire il controllo dell'impianto in remoto.

In particolare, il sistema di controllo assolve principalmente alle seguenti funzioni:

- monitoraggio e supervisione del funzionamento complessivo;
- sincronizzazione del generatore alla rete;
- funzionamento della turbina eolica durante le varie situazioni di guasto;
- imbardata automatica della navicella;
- controllo del passo delle pale;
- monitoraggio delle condizioni ambientali.

Il controllo del passo delle pale, fa sì che in corrispondenza di valori elevati della velocità del vento, la potenza generata venga mantenuta costantemente al suo valore nominale, mentre in corrispondenza di bassi valori di velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione scegliendo la combinazione tra velocità del rotore e pitch.

Il funzionamento dell'aerogeneratore è continuamente monitorato e controllato da una unità a microprocessore. Il sistema frenante principale è costituito dal blocco totale delle pale mentre quello secondario è un sistema di emergenza a disco attivato idraulicamente e montato sull'albero del sistema di riduzione.

5.1.2.9. Dispositivi ausiliari

I dispositivi ausiliari sono montati all'interno della navicella e comprendono un dispositivo idraulico per lubrificare il moltiplicatore di giri o le altre parti meccaniche e scambiatori di calore per il raffreddamento dell'olio e del generatore, ivi compresi pompe e ventilatori.

Ne fanno parte anche gli anemometri, disposti sulla sommità della navicella, le banderuole per il controllo della turbina e le luci di segnalazione per gli aerei, oltre che i sensori utili al rilevamento del funzionamento dell'intero sistema.

5.1.2.10. Navicella

La navicella è posizionata alla sommità della torre. Essa rappresenta l'involucro contenente i principali componenti per la trasformazione dell'energia meccanica in elettrica.

All'interno, infatti, è possibile trovare l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico, il trasformatore MT/BT e i dispositivi ausiliari.

La navicella è realizzata da una struttura portante in acciaio ed è rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica) ed è vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata.

L'energia elettrica prodotta viene trasmessa alla base della torre tramite cavi installati su una passerella verticale ed opportunamente schermati.

Per la trasmissione dei segnali di controllo alla navicella saranno installati cavi a fibre ottiche.



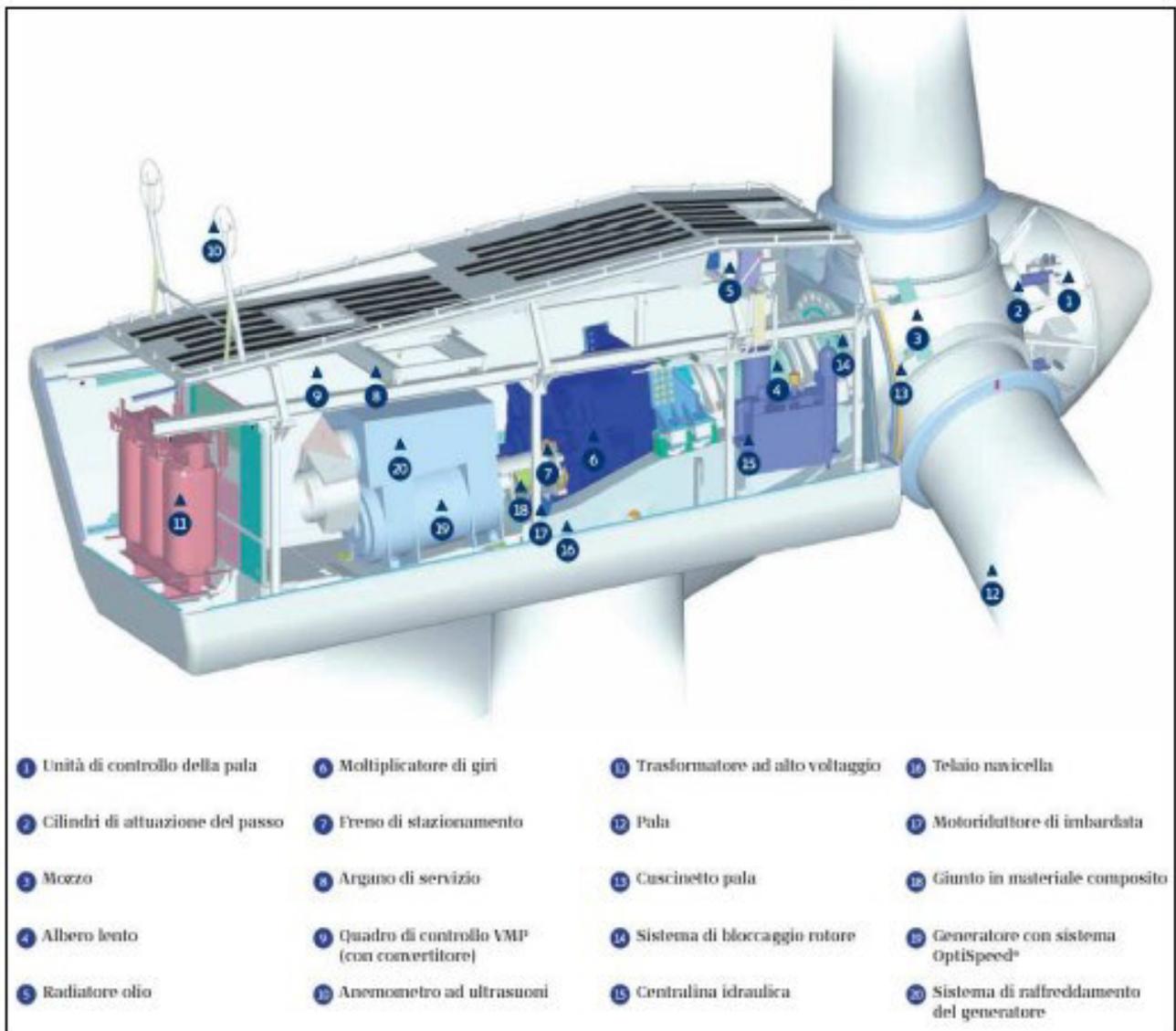


Figura 18 – Dettaglio degli elementi costituenti la navicella

Di seguito si riporta uno schema che riassume graficamente i componenti precedentemente descritti.

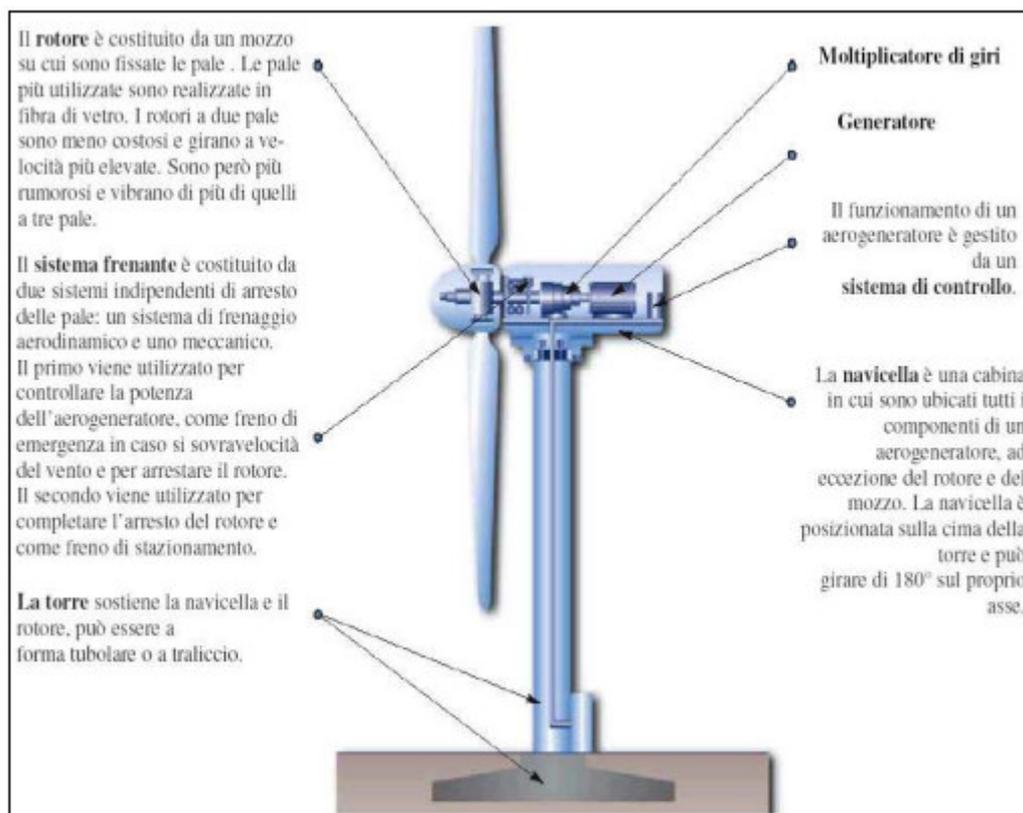


Figura 19 – Principali elementi di un aerogeneratore

5.2. Fasi e modalità di esecuzione delle lavorazioni

Di seguito vengono riportate le caratteristiche delle opere civili necessarie per il progetto del parco eolico e la descrizione delle lavorazioni.

Uno schema generale delle varie fasi di realizzazione delle opere è il seguente:

- preparazione, allestimento area di cantiere e realizzazione delle aree di accesso al campo eolico;
- realizzazione di nuove piste e piazzole di adeguamento per le strade esistenti allo scopo di favorire il transito dei mezzi adottati per il trasporto speciale;
- scavi per la realizzazione delle opere di fondazione di aerogeneratori e cabine, posa delle armature degli stessi e getto di calcestruzzo;
- realizzazione delle trincee e posa dei cavidotti interrati MT;
- trasporto dei componenti di impianto, montaggio delle torri e degli aerogeneratori;
- collaudi elettrici e start up degli aerogeneratori;
- opere di ripristino e mitigazione ambientale.

Contemporaneamente alle opere sopra elencate verrà realizzata la nuova stazione elettrica di smistamento Terna che entrerà a far parte della RTN e l'impianto di accumulo elettrochimico;

6. OPERE CIVILI

6.1. Scavi e movimentazione terra

Per la costruzione dell'impianto si stimano scavi e movimentazione terra limitatamente alle seguenti attività:

- scavi a sezione obbligata per il percorso cavi interrati;
- fondazioni degli aerogeneratori;
- scavi di sbancamento per la realizzazione delle piazzole e delle trincee stradali;
- scavi per la realizzazione del piazzale, fabbricati ed altri manufatti della stazione elettrica per la connessione;
- scavi per la realizzazione del piazzale, fabbricati ed altri manufatti dell'impianto di accumulo elettrochimico.

Il terreno movimentato per gli scavi verrà impiegato per il rinterro se di caratteristiche adeguate.

Si riporta di seguito la movimentazione di terreno prevista; per maggiori dettagli si rimanda alla relazione preliminare terre e rocce da scavo.

Cavidotti MT	B [m]	H [m]	L [m]	N°	Scavo [m³]	Rinterro [m³]	Eccedenza [m³]
Cavidotti MT (1 terne)	0,6	1,3	5323	4	4151,94	4151,94	0,00
Cavidotti MT (2 terne)	0,6	1,3	737,2	2	575,02	575,02	0,00
Cavidotti MT (3 terne)	0,7	1,3	687,2	2	625,35	625,35	0,00
Totale			6747,4		5352,31	5352,31	0,00
Cavidotto esterno	B [m]	H [m]	L [m]	N°	Scavo [m³]	Rinterro [m³]	Eccedenza [m³]
Cavidotto MT (2 terne)	0,6	1,3	10972,9	2	8558,86	8558,86	0,00
Totale					8558,86	8558,86	0,00
Area impianto di accumulo elettrochimico	B [m]	H [m]	L [m]	N°	Scavo [m³]	Rinterro/sistemazione [m³]	Eccedenza [m³]
Scotico area	35	0,3	26	1	273,00		
Area impianto di accumulo						224,00	99,00
Totale					596,00	224,00	372,00
Piazzole e fondazioni aerogeneratori	B [m]	H [m]	L [m]	N°	Scavo [m³]	Rinterro/sistemazione [m³]	Eccedenza [m³]
Scotico piazzole	50	0,3	80	5	6000	6000	0
Piazzola WTG01	50		80	1	2476,00	3348,00	327
Piazzola WTG02	50		80	1	931,00	2174,00	-43
Piazzola WTG03	50		80	1	1949,00	2890,00	259
Piazzola WTG04	50		80	1	728,00	1859,00	69
Piazzola WTG05	50		80	1	799,00	1341,00	-542
Piazzola WTG06	50		80	1	745,00	1978,00	-33
Fondazioni aerogeneratori	-	-	-	6	5150,43	1545,00	3605,43
Totale					18778,43	21135,00	3642,43
Viabilità	B [m]	H [m]	L [m]	N°	Scavo [m³]	Ripporto [m³]	Eccedenza [m³]
Viabilità accesso agli aerogeneratori WTG01	5	-	534,24	-	1596,00	888,00	708,00
Viabilità accesso agli aerogeneratori WTG02	5	-	189,74	-	500,00	1500,00	-1000,00
Viabilità accesso agli aerogeneratori WTG03	5	-	192,8	-	458,00	972,00	-514,00
Viabilità accesso agli aerogeneratori WTG04	5	-	149,63	-	355,00	305,00	50,00
Viabilità accesso agli aerogeneratori WTG05			172,51		133,00	136,00	-3,00
Viabilità accesso agli aerogeneratori WTG06			303,7		363,00	589,00	-226,00
Viabilità accesso impianto di accumulo	5	-	30,7		0,00	45,00	-45,00
Viabilità accesso SE Terna	5	-	102,24		0,00	300,00	-300,00
Totale					3405,00	4735,00	-1330,00
Sbancamento SE Terna	B [m]	H [m]	L [m]	N°	Scavo [m³]	Ripporto [m³]	Eccedenza [m³]
SE smistamento Terna	-	-	-	1	7974,00	7955,00	19,00
Totale					7974,00	7955,00	19,00

Tabella 3 – Sintesi movimentazione terreno prevista



6.2. Fondazioni degli aerogeneratori

Le fondazioni previste per gli aerogeneratori di progetto saranno del tipo isolato indiretto su pali di sottofondazione. Esse prevedono un plinto di fondazione di forma circolare, del diametro di circa 25 m, che poggia su una serie di pali trivellati di sottofondazione, della lunghezza di circa 22 m. Di seguito saranno meglio specificate le loro caratteristiche.

Si specifica che tutte le opere di fondazione saranno progettate in funzione della tipologia del terreno rilevato in sito, opportunamente indagato in fase esecutiva tramite indagini geognostiche.

La fattibilità geologica e geotecnica delle opere previste è stata accertata attraverso uno studio geologico allegato al Progetto Definitivo, basato su una serie di prove sismiche di superficie; in fase di progettazione esecutiva si darà avvio ad una campagna di indagini con l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo e prove di laboratorio sui provini che verranno prelevati direttamente dal sito di installazione.

Le aree interessate dalle opere di fondazione dovranno essere scoticate e livellate asportando un idoneo spessore di materiale vegetale (variabile dai 30 agli 50 cm); lo stesso verrà temporaneamente accatastato e successivamente riutilizzato in sito per la risistemazione (ripristini e rinterri) delle aree adiacenti le nuove installazioni.

Dopo lo scotico del terreno saranno effettuati gli scavi fino alla quota di imposta delle fondazioni (2,40 – 3,50 m rispetto all'attuale piano di campagna rilevato nel punto coincidente con l'asse verticale del palo eolico).

A causa dei carichi rilevanti che andranno ad agire sulle fondazioni (carichi statici e dinamici, momenti alla base etc.), per garantire buoni valori di portanza del terreno, è prevista la realizzazione di fondazioni su pali. La tipologia, il numero ed il posizionamento dei pali dovrà essere stabilito a seguito delle indagini geotecniche e geognostiche in fase esecutiva ma, indicativamente, si prevede l'esecuzione di pali di fondazione di tipo "trivellato", armati e gettati in opera. Il diametro stimato di ogni palo è pari a $1,0 \div 1,2$ m, la lunghezza potrà oscillare intorno ai $15 \div 22$ m e dovrà in ogni caso garantire il loro appoggio su terreni rocciosi consolidati sottostanti e conseguentemente adeguati ai valori di portanza. Sulle teste dei pali emergenti dalle aree di scavo a quota max -3,50 m dal piano campagna, opportunamente scapitozzate, saranno realizzate le fondazioni degli aerogeneratori.

Le fondazioni avranno una base circolare ed armatura in ferro e saranno completamente interrata sotto il terreno di riporto, lasciando sporgenti in superficie solo i "dadi" tondi di appoggio nei quali sarà inghisata la virola di fondazione. Nella fondazione saranno inghisati una serie di "conduit" in plastica, opportunamente sagomati e posizionati, che dal bordo della fondazione stessa fuoriusciranno all'interno del palo metallico che vi sarà successivamente posato; nei conduit plastici saranno infilati i cavi elettrici di comando e controllo di interconnessione delle apparecchiature (tra aerogeneratori e quadri elettrici di controllo/trasformatori elevatori) e per i collegamenti di messa a terra.

Attorno ad ogni opera di fondazione sarà installata una maglia di terra in rame, o materiale equivalente con buone caratteristiche di conduttore, opportunamente dimensionata. Tale maglia sarà idonea a disperdere nel terreno e a mantenere le tensioni di "passo" e di "contatto" entro i valori prescritti dalle normative, nonché a scaricare a terra eventuali scariche elettriche dovute ad eventi meteorici (fulmini). Alla maglia saranno interconnesse tutte le masse metalliche che costituiranno l'impianto (apparecchiature esterne e tutte le masse metalliche che costituiranno le armature



metalliche delle fondazioni). Alla stessa rete di terra sarà collegato quindi il sistema di dispersione delle scariche atmosferiche.

Dopo aver eseguito le opere di fondazione, le aree interessate dai lavori saranno risistemate realizzando il livellamento del terreno intorno alle fondazioni con materiali idonei compattati (tessuto non tessuto e misto granulometrico di idoneo spessore) e realizzando nell'attorno dell'aerogeneratore una piazzola per l'accesso e la manutenzione periodica delle macchine. La piazzola sarà collegata con le strade locali mediante una bretellina di accesso alla stessa. Le aree esterne alla strada e alla piazzola di accesso e di manutenzione ordinaria saranno, allo stesso modo, livellate e ripristinate allo stato precedente le opere di fondazione utilizzando il terreno di scotico precedentemente asportato. Si riporta di seguito uno stralcio della tavola allegata al progetto riguardante la carpenteria e le armature delle strutture di fondazione.

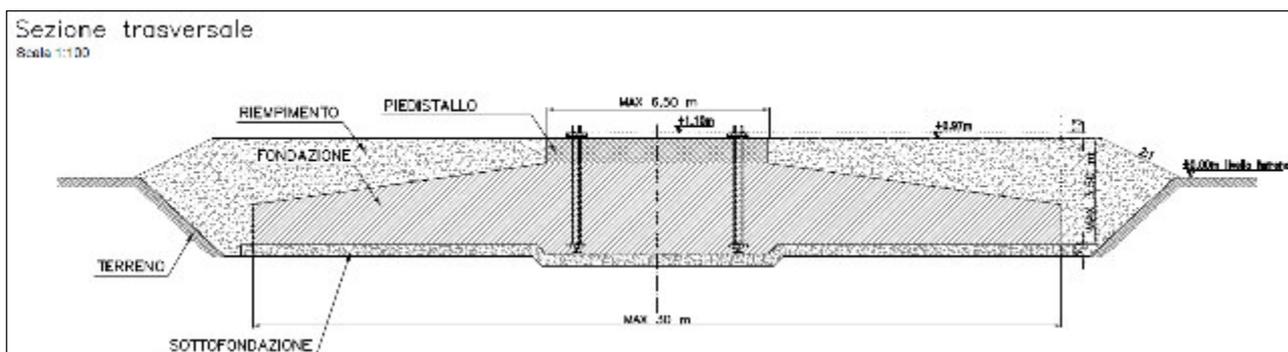


Figura 20 - Sezione pinto di fondazione aerogeneratore

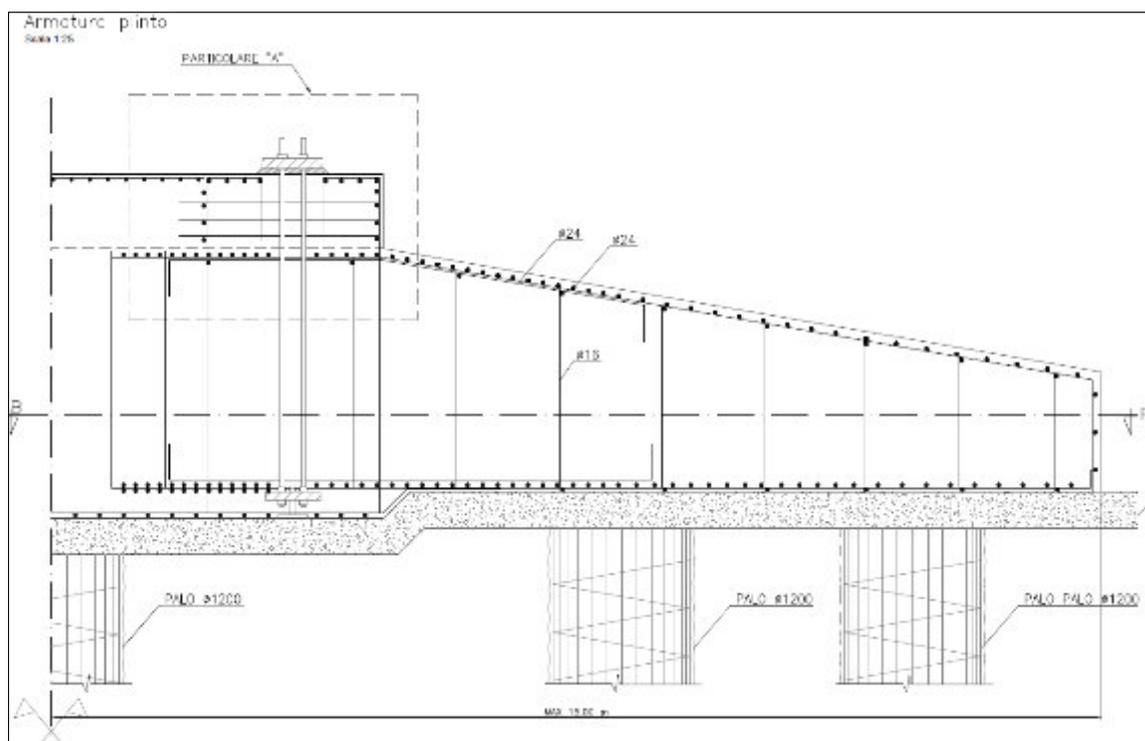


Figura 21 Sezione pinto di fondazione aerogeneratore – armatura e sistema di fissaggio

6.3. Piazzole di montaggio degli aerogeneratori

Le piazzole di montaggio degli aerogeneratori sono opere, poste in prossimità degli stessi, che saranno realizzate allo scopo di consentire i montaggi meccanici degli aerogeneratori con gru ed il successivo accesso per l'esercizio dell'impianto. Si tratta di superfici piane di opportune dimensioni predisposte al fine di consentire il lavoro dei mezzi di sollevamento: esse contengono quindi, all'interno della loro complessiva superficie, la struttura di fondazione delle turbine e gli spazi necessari alla movimentazione dei mezzi e delle gru di montaggio.

Realizzate in piano o con pendenze minime (dell'ordine del 1-2% al massimo) che favoriscano il deflusso delle acque e riducano i movimenti terra, devono contenere, nello specifico, un'area sufficiente a consentire sia lo scarico e lo stoccaggio dei vari elementi dai mezzi di trasporto, sia il posizionamento delle gru (principale e secondarie). Esse devono quindi possedere i requisiti dimensionali e plano altimetrici specificatamente forniti dall'azienda installatrice degli aerogeneratori, sia per quanto riguarda lo stoccaggio e il montaggio degli elementi delle turbine stesse, sia per le manovre necessarie al montaggio e al funzionamento delle gru.

Il tipico di piazzola di montaggio previsto è mostrato nelle tavole grafiche di dettaglio allegate al progetto, di cui si riportano di seguito alcuni stralci..

Per le piazzole si dovranno effettuare in sequenza la tracciatura, lo scotico dell'area, lo scavo e/o il riporto di materiale vagliato, il livellamento e la compattazione della superficie. Il materiale riportato al di sopra della superficie predisposta sarà indicativamente costituito da pietrame calcareo.

Nella fattispecie, la scelta delle macchine comporta la necessità di reperire per ogni aerogeneratore un'area libera da ostacoli di dimensioni complessive 50x75 m più una superficie di stoccaggio di dimensioni pari a 15x75 m non soggetta ad alcun tipo di movimento terra. La superficie di montaggio consta quindi delle seguenti aree:

- area sulla quale verrà impostata la fondazione dell'aerogeneratore;
- area montaggio e stazionamento gru principale;
- area stoccaggio delle componenti della torre e della navicella;
- area di stoccaggio temporanea con dimensioni circa 15x75 m in cui verranno poggiati i rotori;

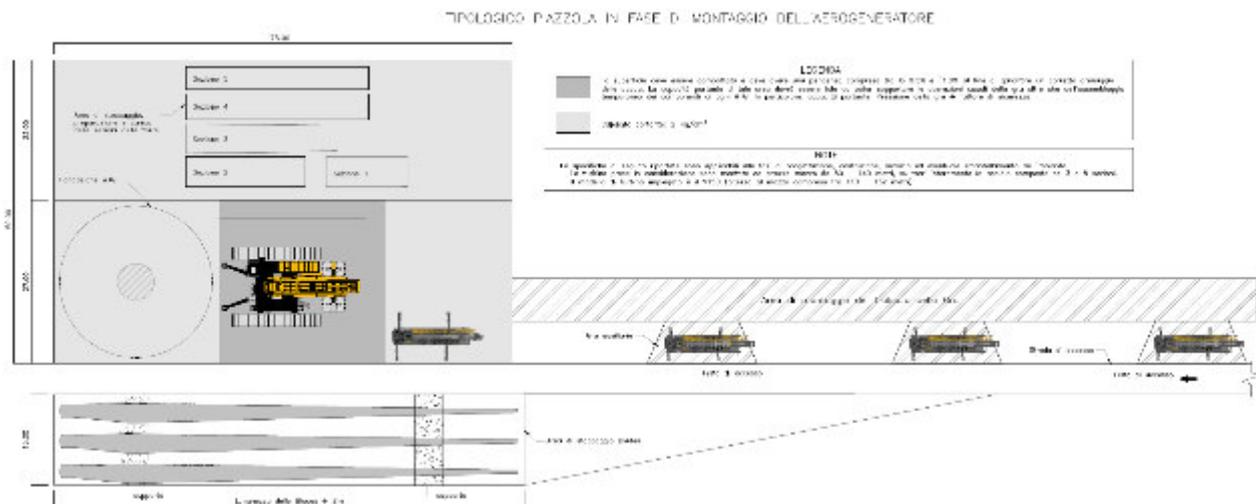


Figura 22 - Tipologico piazzola di montaggio - Stralcio tavola grafica -

La pavimentazione della piazzola sarà costituita da uno strato di base in 'tout venant' dello spessore di circa 40 cm; al di sopra verrà disposto uno strato di misto stabilizzato di spessore di circa 20 cm; Al di sotto dello strato di 'tout venant' verrà disposto un tessuto geotessile;

A montaggio ultimato, la superficie delle piazzole verrà parzialmente ri-naturalizzata prevedendo il riporto di terreno vegetale e consentendo la semina e l'eventuale piantumazione laddove questa fosse presente.

Allo stesso modo l'area di stoccaggio temporanea 15x75 m e le aree necessarie al montaggio verranno riportate nelle condizioni ante-operam.

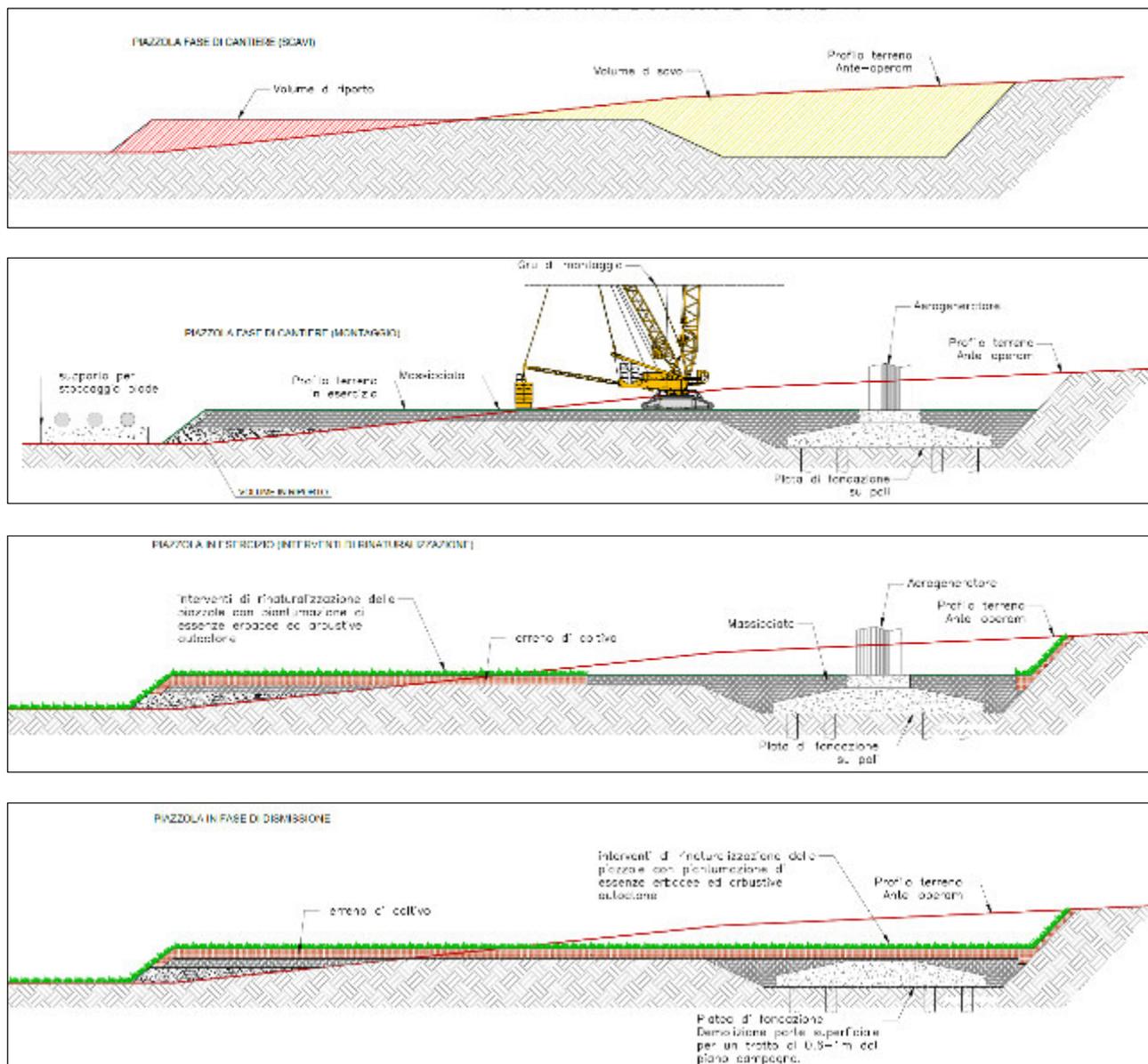


Figura 23 –Fasi costruttive piazzole

6.4. Strade

All'interno del progetto si possono distinguere:

- strade esistenti da adeguare;
- strade di accesso agli aerogeneratori;
- strade di accesso alla stazione di smistamento Terna;
- strade di accesso all'impianto di accumulo elettrochimico;

La viabilità principale di accesso al sito è rappresentata dalla Strada Provinciale SP107 dalla quale verrà percorsa la strada comunale che condurrà ai 6 aerogeneratori. Le strade esistenti sono idonee al trasporto, pertanto non saranno oggetto di interventi di adeguamento. Per quanto riguarda la viabilità di progetto si riporta di seguito un elenco:

Piste di accesso	AREE OCCUPATE [m ²]	LUNGHEZZA TRACCIATO [m]
Pista WTG01	3415,26	534,24
Pista WTG02	0	189,74
Pista WTG03	1416	192,8
Pista WTG04	1305,7	149,63
Pista WTG05	1025	172,51
Pista WTG06	1859	303,7
Strada di accesso alla Stazione di accumulo elettrochimico	161,3	30,7
Strada di accesso alla SE terna	684,2	102,24

Tabella 4. Piste di accesso – dati essenziali

La progettazione è stata realizzata con il criterio di compensare sterri con riporti in modo tale da ridurre al minimo l'eccedenza; Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

In generale, l'intervento prevede il massimo utilizzo della viabilità locale esistente, costituita da strade comunali, vicinali e interpoderali già utilizzate sul territorio per i collegamenti tra le varie particelle catastali di diversa proprietà. Laddove non sia invece presente una viabilità esistente di accesso ai singoli aerogeneratori, verranno realizzate le stradine di servizio, sempre con diramazione dalla viabilità esistente.

Le strade esistenti sono state valutate al fine di stabilire l'idoneità al transito dei mezzi d'opera ed ai mezzi di trasporto delle apparecchiature; In particolare, si rendono necessari interventi di consolidamento e di adeguamento della sola pavimentazione della strada comunale (L~2350 m) nell'area dell'impianto di generazione (strada comunale per Castelvetere e strada comunale Sticozze). Per un breve tratto adiacente all'aerogeneratore WTG02 (circa 100 m) si rende necessario l'adeguamento della livelletta stradale; Si riporta uno stralcio cartografico del tratto interessato da tali interventi.

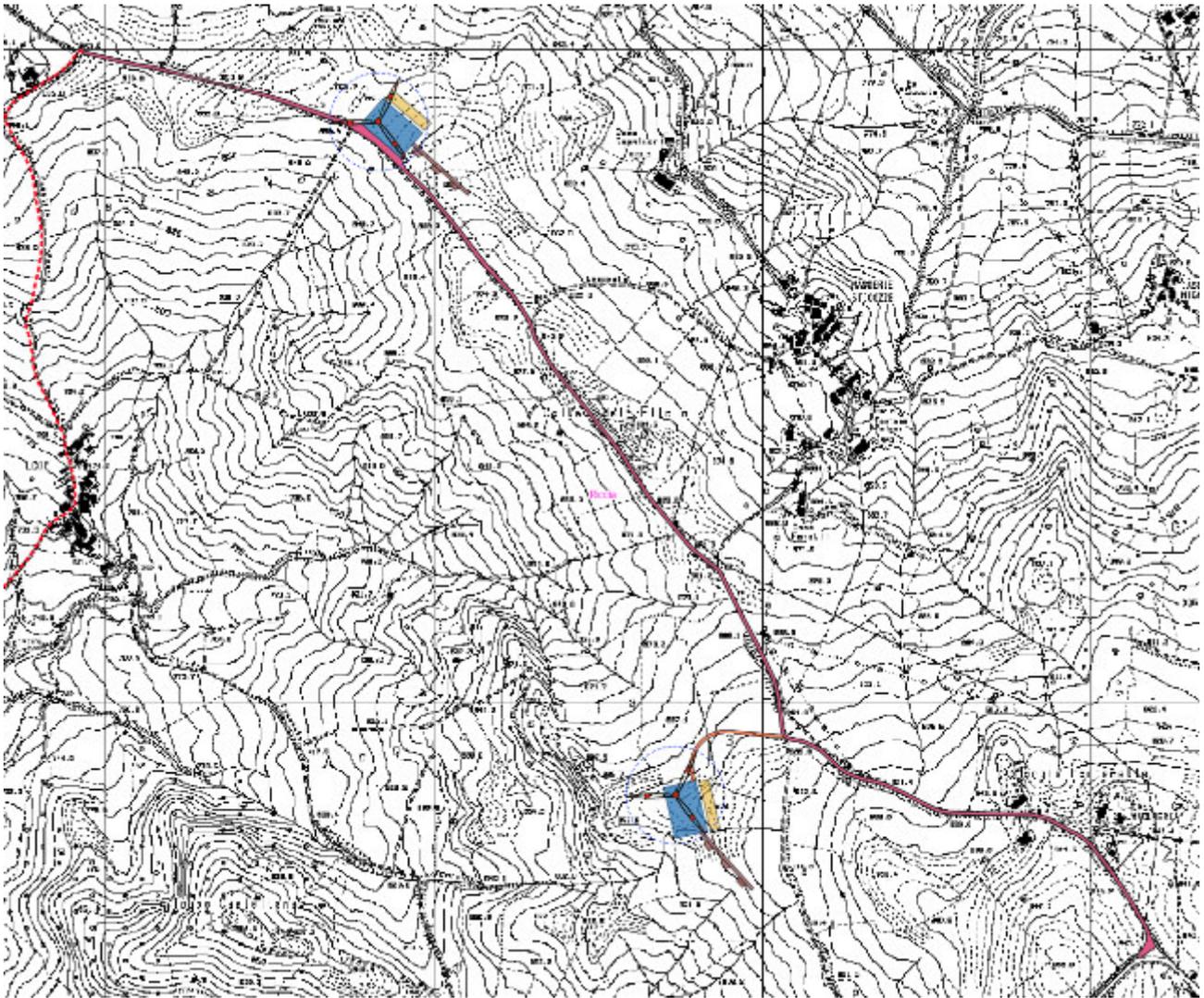


Figura 24 Stralcio CTR con strade comunali soggette ad interventi di adeguamento

Tali interventi saranno progettati in modo tale da apportare un miglioramento dello stato attuale delle strade. In particolare, si procederà al rifacimento della pavimentazione con l'utilizzo di misto compatto nei tratti in cui essa non risulta idonea al transito dei mezzi di cantiere. Per i tratti che allo stato di fatto risultano asfaltati si procederà al ripristino della pavimentazione con l'asportazione dello strato ammalorato ed il rifacimento della pavimentazione con strato di binder ed usura. Sono inoltre previsti alcuni allargamenti provvisori in corrispondenza dell'imbocco alla strada comunale di accesso a parco.

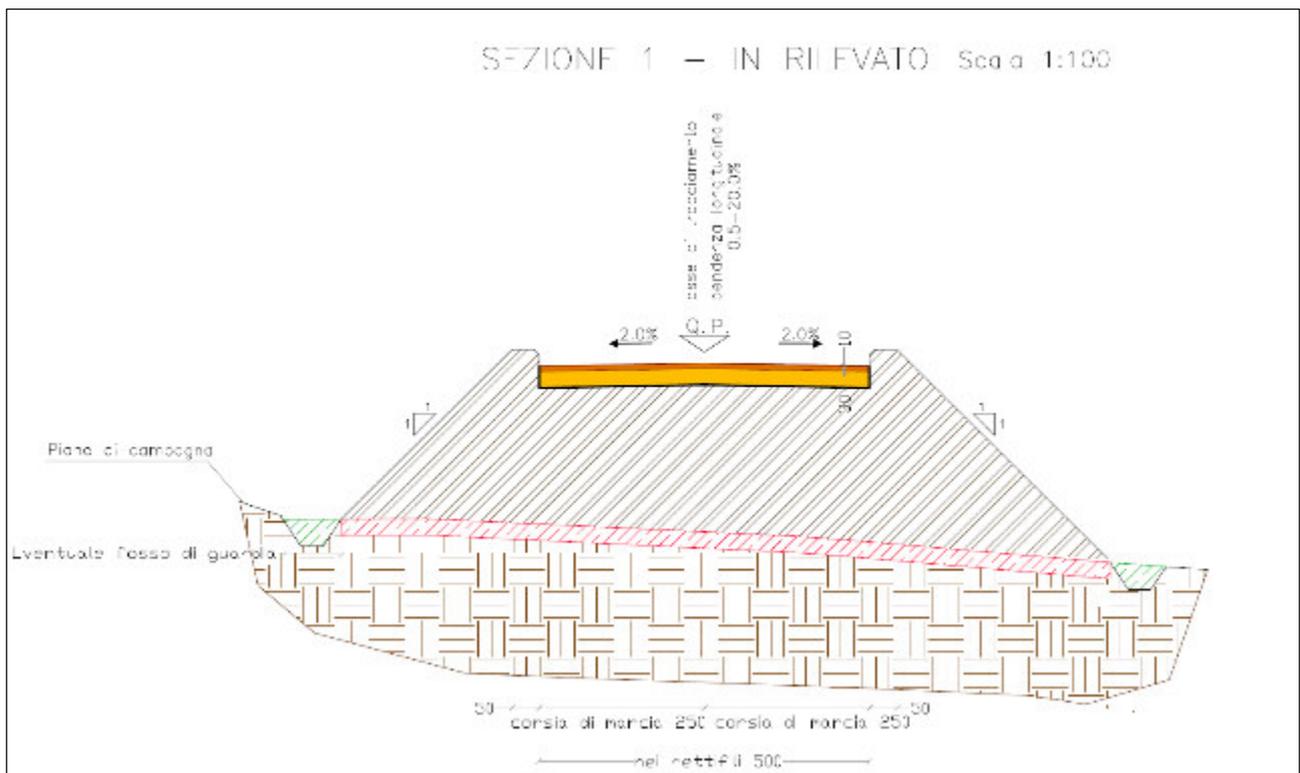
La viabilità da realizzare ex-novo consiste in una limitata serie di brevi tratti di strade in misura strettamente necessaria al fine di raggiungere agevolmente tutti i siti ove installare gli aerogeneratori. Queste avranno una larghezza massima di 5 m e saranno realizzate seguendo l'andamento topografico del sito, riducendo al minimo eventuali movimenti di terra ed utilizzando come sottofondo materiale calcareo pietroso, rifinendole con doppio strato di pietrisco (tout-venant di cava o altro materiale idoneo).

Tale viabilità sarà realizzata esclusivamente con materiali drenanti e non sarà prevista la finitura con pavimentazione stradale bituminosa.

Si eseguirà in successione:

- a) scoticamento di 20/30 cm del terreno esistente;
- b) regolarizzazione delle pendenze
- c) posa fibra tessile (tessuto/non-tessuto)
- d) posa dello strato in tout venant' (30 cm) e successivo strato in misto stabilizzato (10 cm) con realizzazione delle cunette ed eventuali fossi di guardia;

Si riportano di seguito le sezioni tipologiche; per maggiori dettagli circa i profili longitudinali e le sezioni trasversali si rimanda alle tavole relative alla progettazione stradale.



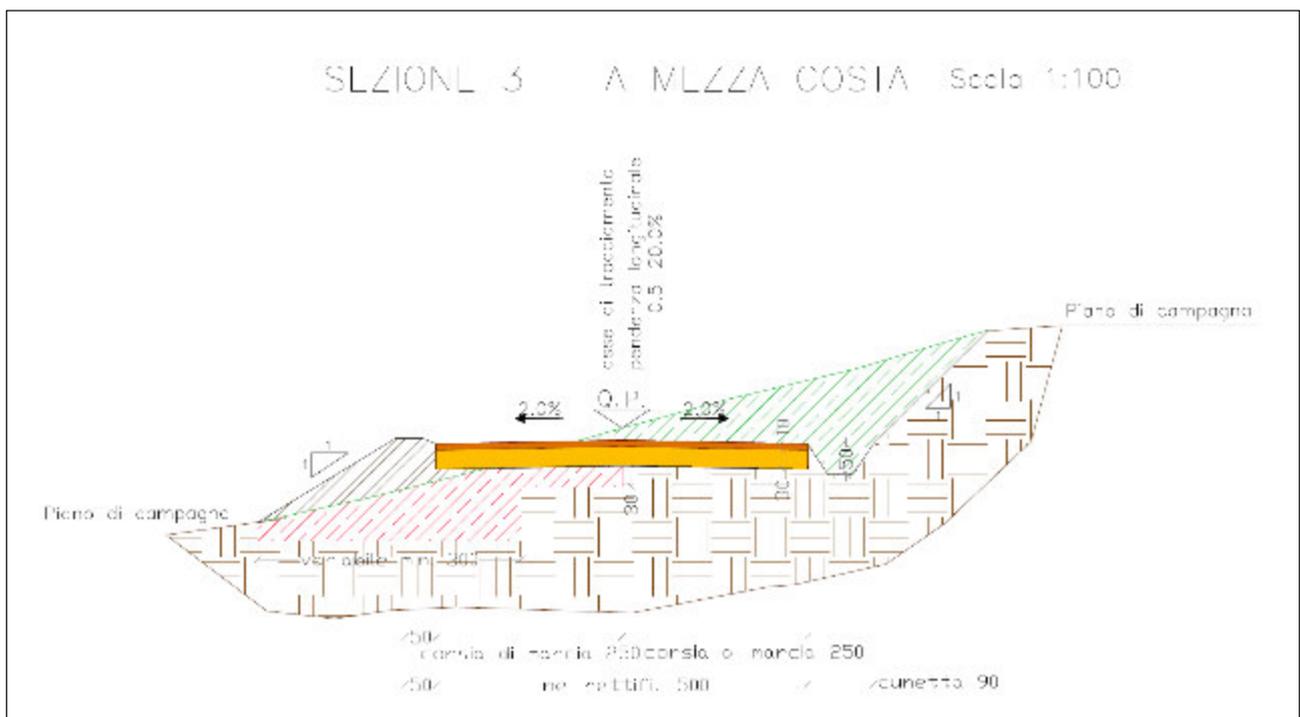
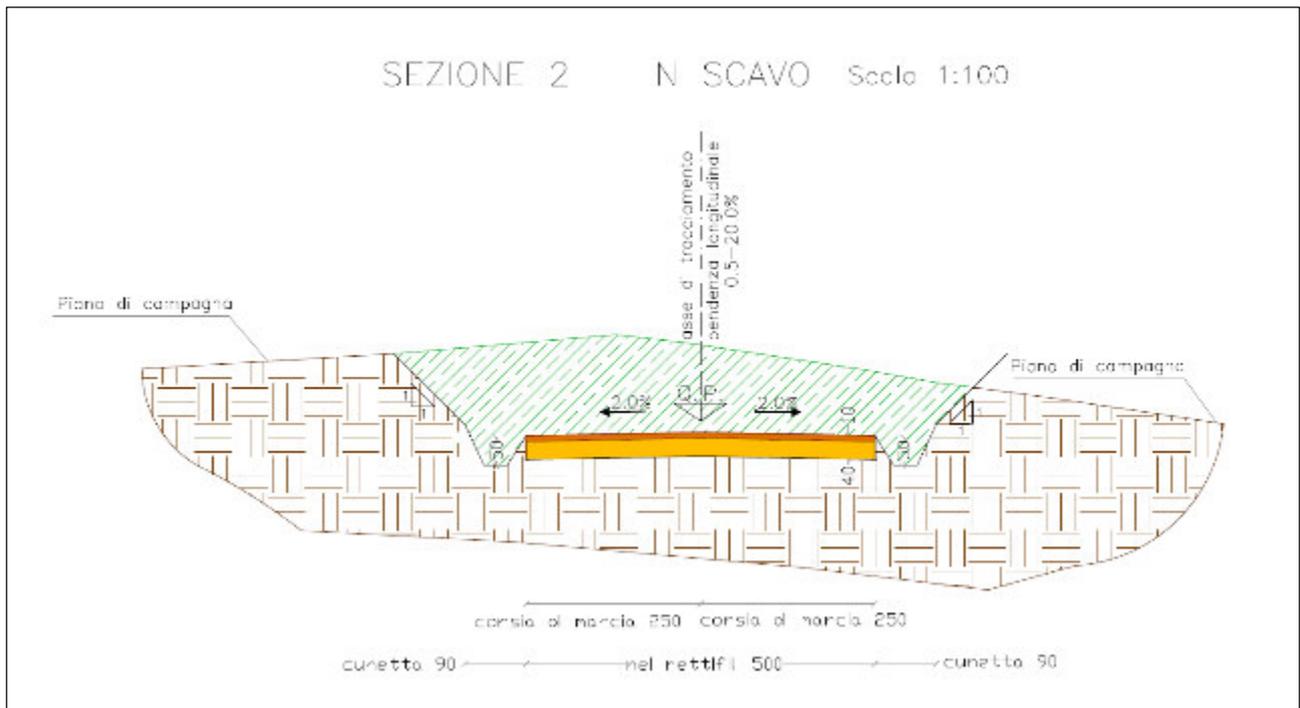


Figura 25 Sezioni tipologiche

6.5. Fabbricati

I fabbricati dell'impianto di accumulo elettrochimico constano in 5 container storage per l'alloggiamento delle batterie, 4 container inverter/trasformatori ed un container di gestione dell'impianto; nella stessa area sono ospitati container relativi ad altro produttore.

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola grafica relativa all'impianto di accumulo elettrochimico.

Si riportano di seguito alcuni stralci.

La pavimentazione sarà costituita da un pacchetto in misto di cava compattato dello spessore di 40 cm e uno strato in bitume (binder+strato di usura) dello spessore di 10 cm. I container verranno alloggiati su idonea struttura (platea o travi) in calcestruzzo armato.

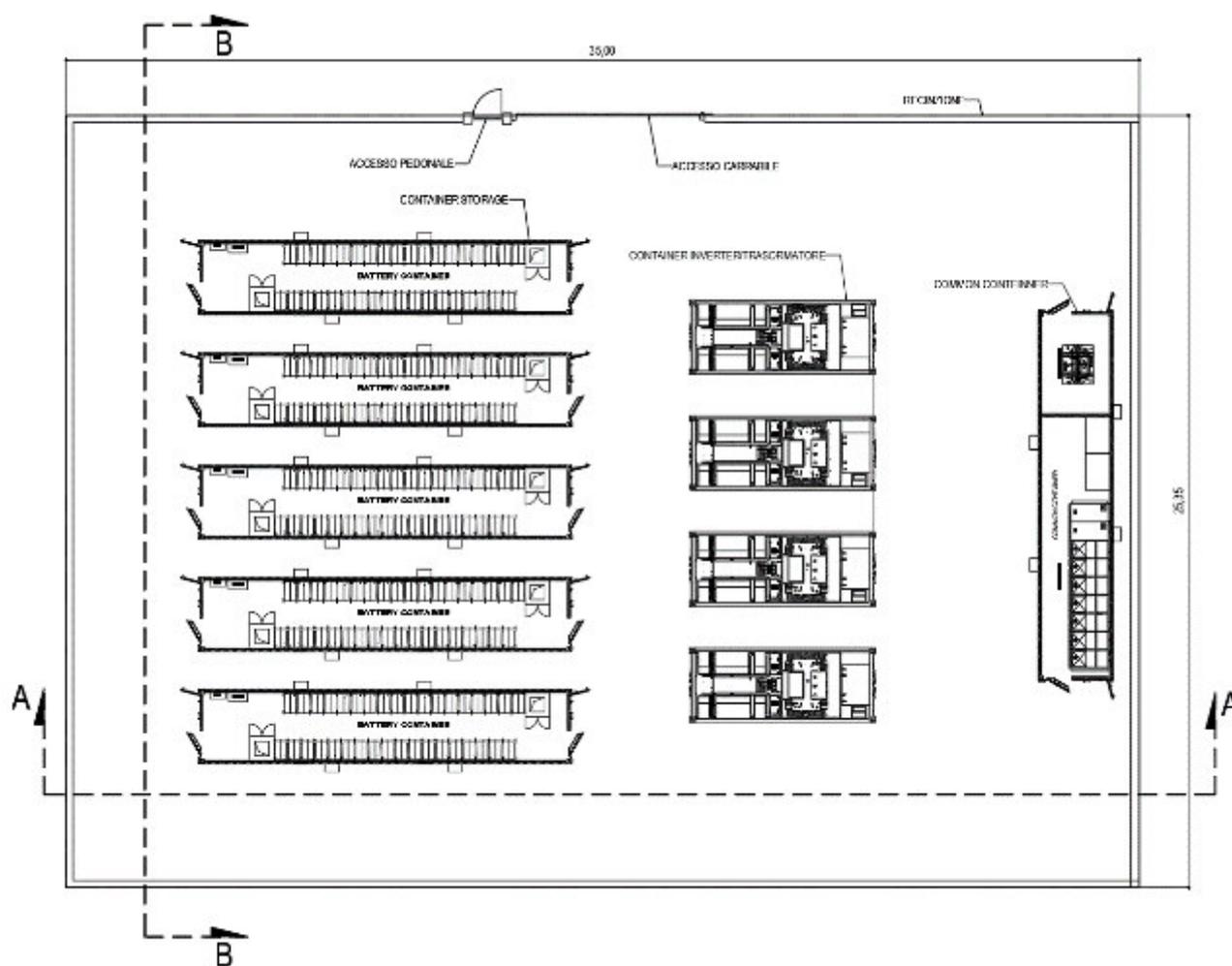


Figura 26 Planimetrica impianto di accumulo elettrochimico

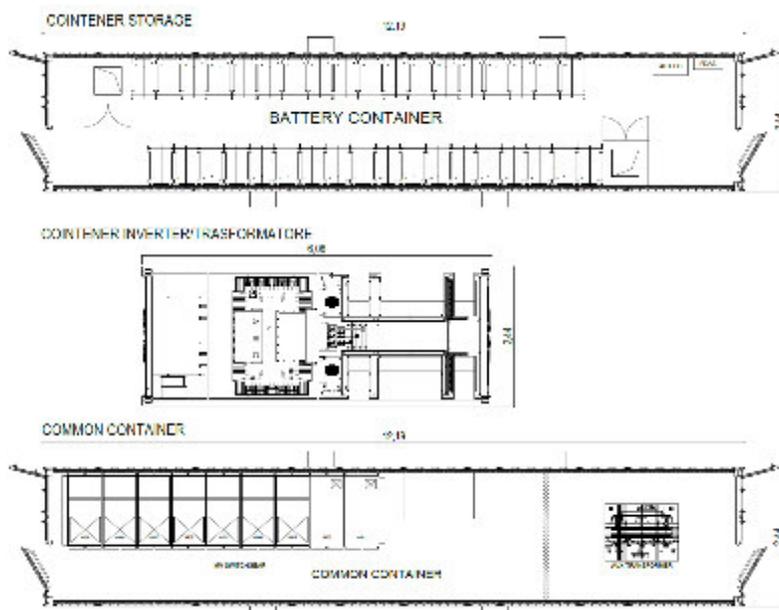


Figura 27 Piante container

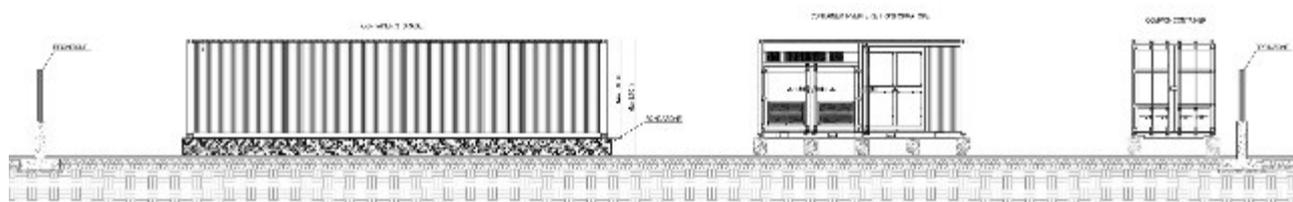


Figura 28 Sezione A-A

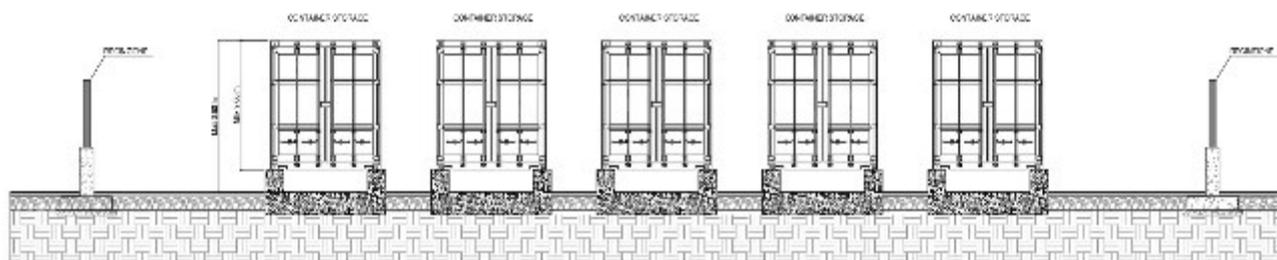


Figura 29 Sezione B-B

6.6. Fondazioni e cunicoli cavi

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature, degli ingressi di linea in stazione e del trasformatore saranno realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera.

Per le sbarre e per le apparecchiature, con l'esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera.

Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN mentre i cunicoli per cassetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato

gettato in opera, oppure prefabbricati. Le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

6.7. Smaltimento acque meteoriche e fognarie

L'area dei piazzali dell'impianto di accumulo elettrochimico verranno dotate di apposito impianto di trattamento delle acque meteoriche. Per la raccolta sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.).

Il funzionamento dell'impianto prevede che, a seguito delle precipitazioni atmosferiche, le acque meteoriche di dilavamento del piazzale della sottostazione e dell'impianto di accumulo vengano convogliate in canalette grigliate di raccolta, da cui poi vengono canalizzate alla vasca per il trattamento depurativo di: grigliatura, accumulo, dissabbiatura e disoleazione.

In seguito a tale trattamento, le acque saranno recapitate mediante subirrigazione.

L'acqua depurata scorre in tubi in PEAD interrati disperdenti per consentire la sua distribuzione lungo il percorso. L'acqua viene spinta nel collettore principale (mandata), tramite un'elettropompa sommersa, attualmente ubicata nella sezione finale della vasca depurativa.

Per il trattamento delle acque di lavamento del piazzale, si ritiene opportuno utilizzare il seguente schema di raccolta e trattamento delle acque:

- pozzetto scolmatore (di by-pass);
- vasca deposito temporaneo di prima pioggia;
- sedimentatore;
- disoleatore;
- pozzetto d'ispezione.

6.8. Ingressi e recinzioni

Per l'ingresso all'impianto di accumulo elettrochimico, è previsto un cancello carrabile largo max 6,00 m ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale deve essere conforme alla norma CEI 11-1.



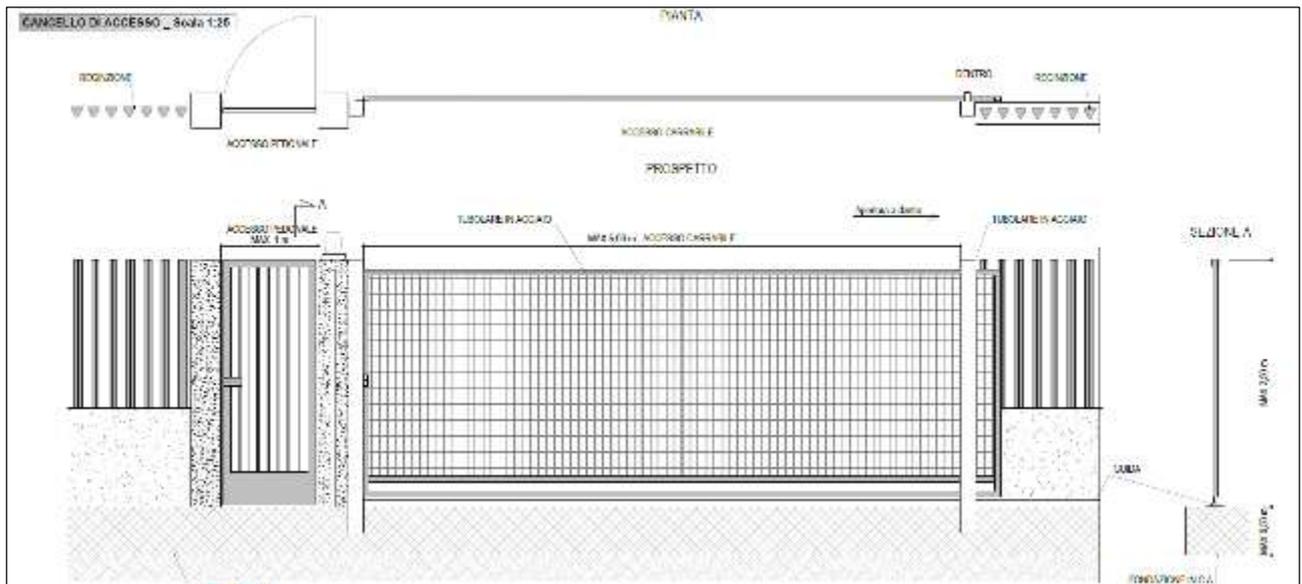


Figura 30 Prospetto cancello di ingresso

6.9. Illuminazione

L'illuminazione del piazzale dell'impianto id accumulo elettrochimico sarà realizzata con torri faro a corona mobile, con proiettori orientabili.

7. OPERE ED INFRASTRUTTURE ELETTRICHE

Il presente capitolo contiene tutte le informazioni relative alle opere elettriche necessarie per la realizzazione dell'impianto eolico.

7.1. Descrizione del progetto elettrico

L'impianto eolico da realizzare è costituito da n.6 aerogeneratori, ciascuno dei quali comprende un generatore asincrono trifase doppiamente alimentato ($P_{max} = 6 \text{ MW}$) collegato al rispettivo trasformatore MT/BT di macchina. I 6 gruppi di generazione sono tra loro connessi attraverso una linea in media tensione a 36 kV, realizzata in cavo con collegamento di tipo "entra-esce". In particolare dalla WTG05 parte una terna di cavi fino alla WTG04; Dalla WTG01 parte una terna di cavi che confluisce nella WTG02; dalla WTG06 parte il cavo che confluisce nella WTG04; dalla WTG04 parte una terna di cavi che confluisce nella WTG03; dalla WTG03 parte una terna di cavi fino alla WTG02; Dalla WTG02 partono due terne di cavi che confluiscono nell'impianto di accumulo elettrochimico; dall'impianto di accumulo elettrochimico partono due terne di cavi che arrivano al punto di consegna nella futura stazione elettrica di smistamento Terna nella quale avverrà la trasformazione 36/150 kV.

7.2. Componenti elettrici del parco eolico

I principali componenti dell'impianto elettrico sono:

- le unità di produzione di energia elettrica (aerogeneratori);
- i collegamenti in cavo elettrico interrato degli aerogeneratori alla SE di smistamento Terna
- l'impianto di accumulo elettrochimico della potenza di 10 MW e capacità 20 MWh;

I cavi per le linee MT avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: RG7H1R;
- Conduttori a corda rotonda compatta di alluminio;
- Grado di isolamento: min 36 kV;
- Sezione nominale $\geq 70 \text{ mm}^2$;
- Tensione nominale: 36 kV;
- Corrente massima di esercizio: 738 A;

Frequenza Nominale: 50 Hz.

7.2.1. Aerogeneratore

I generatori eolici che verranno installati sono caratterizzati da una torre di sostegno tubolare alla cui estremità è collegato il rotore tripala opportunamente accoppiato al gruppo di conversione elettromeccanica ospitato dalla navicella.

Di seguito vengono riassunti i principali dati tecnici degli aerogeneratori:

CARATTERISTICHE ELETTRICHE AEROGENERATORE DI PROGETTO	
Potenza nominale	6,0 MW max.
Diametro rotorico	150 m
Altezza torre	125 m
Numero di pale	3
Velocità di rotazione nominale	Compresa tra 6,5 e 11,6 rpm
Velocità di attivazione-bloccaggio	3 – 25 m/s
Tensione nominale	660 V
Frequenza	50/60 Hz
Livello di potenza sonora	≤ 104.9 dB(A)
Convertitore	Full scale
Area spazzata	17672 mq

Tabella 7-1 Caratteristiche elettriche aerogeneratore

Il generatore è a magneti permanenti, per la massima efficienza garantita, ed è abbinato al convertitore “full scale” con regolazione di potenza realizzata attraverso variazioni di velocità del passo. La torre eolica sarà dotata di un trasformatore di macchina BT/MT 720V/15kV 7000 kVA, posto in un vano chiuso e separato della navicella, mediante il quale viene innalzata la tensione al valore di esercizio del sistema in media tensione di 15 kV. Inoltre, si prevede un trasformatore per i servizi ausiliari BT/BT 50 kVA 720V/400V, derivato dal primario del trasformatore elevatore.

Il tutto fa capo ad un quadro di torre di Media tensione, che oltre a collegare il generatore relativo alla torre dove è ubicato, ha la funzione di “entra-esce” all’interno del sottogruppo di aerogeneratori di cui fanno parte.

7.2.2. Convertitore di macchina

Prima di immettere l’energia elettrica in rete è necessario che le grandezze elettriche siano coerenti con i valori di esercizio della rete stessa. In particolare, la frequenza in uscita dal generatore dipende dalla velocità di rotazione del rotore e dal numero di coppie polari. Per garantire la frequenza lato rete costante, occorre interporre un convertitore che gestisca il generatore e le caratteristiche dell’intera potenza elettrica generata.

Il convertitore è caratterizzato da un primo stadio in cui si convertono le grandezze elettriche in uscita dal generatore che sono a frequenza variabile in grandezze continue e da un secondo stadio in cui le grandezze elettriche continue sono convertite in grandezze alternate a frequenza di rete. Oltre a gestire la frequenza, il convertitore consente di gestire i livelli di potenza attiva e reattiva desiderati (e altri parametri di connessione alla rete) adatti alla rete.

Il convertitore associato alle caratteristiche del generatore eolico suddetto è un sistema di conversione su larga scala (full-scale) con potenza nominale apparente 6200 kVA, posizionato nella navicella con tensione nominale di rete 720V. Invece, la tensione lato generatore è nominalmente di 800V, ma dipende ovviamente dalla velocità del generatore.



7.3. Linee MT

7.3.1. Descrizione del tracciato

Il tracciato dell'elettrodotta in oggetto è stato studiato secondo quanto previsto dalle normative vigenti e comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

In generale, esso segue l'andamento della nuova viabilità di cantiere, della viabilità esistente (strade vicinali e tratturi) e attraverserà solo in minima parte i terreni incolti.

Tale tracciato avrà una lunghezza complessiva di circa **17720 m** (dagli aerogeneratori alla stazione di consegna della RTN). Esso ricadrà nel comune di Riccia (CB) ed in minima parte nel comune di Cercemaggiore (CB).

Si riporta di seguito nel dettaglio le caratteristiche dei tratti di cavidotto.

Cavidotto Interno		B [m]	H [m]	L [m]	Scavo [m3]	Rinterro [m3]	Eccedenza [m3]
Linea 1-A	1 terna	0,6	1,3	925,5	721,89	721,89	0
Linea A-2	3 terne	0,7	1,3	469,3	427,063	427,063	0
Linea 2-B-C	1 terna	0,6	1,3	1905,5	1486,29	1486,29	0
Linea B-3	2 terne	0,6	1,3	233,4	182,052	182,052	0
Linea C-D	2 terne	0,6	1,3	503,8	392,964	392,964	0
Linea C-6	1 terna	0,6	1,3	1163,8	907,764	907,764	0
Linea D-4	3 terne	0,7	1,3	217,9	198,289	198,289	0
Linea D-5	1 terna	0,6	1,3	1328,2	1035,996	1035,996	0
totale cavidotto interno				6747,4			
Cavidotto esterno		B [m]	H [m]	L [m]	Scavo [m3]	Rinterro [m3]	Eccedenza [m3]
Linea A-Impianto di accumulo	2 terne	0,6	1,3	10720,8	8362,224	8362,224	0
Linea Impianto di accumulo- Stazione Terna	2 terne	0,6	1,3	252,1	196,638	196,638	0
totale cavidotto esterno				10972,9			

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio sia per non superare dei predefiniti limiti di convenienza tecnico-economica;
- evitare di interessare nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità di progetto dell'impianto eolico.

È possibile distinguere tre differenti tipologie di posa dei cavidotti così come mostrato nelle immagini seguenti (posa su strada con misto, posa su terreno, posa su strada asfaltata). Il dettaglio di quanto descritto è riportato nelle tavole allegate al progetto.



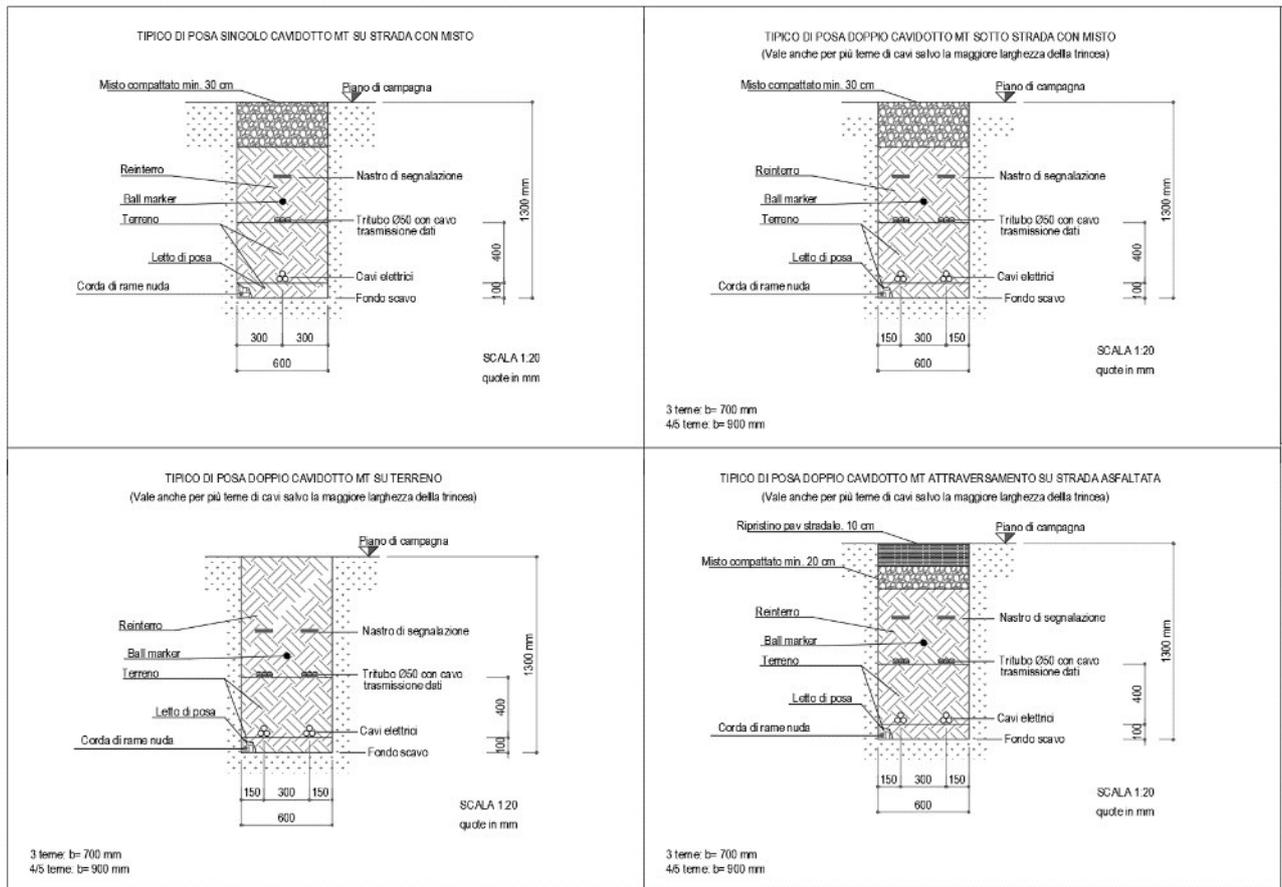


Figura 31 – Particolari sezioni di cavi MT interrati

7.3.2. Caratteristiche tecniche

L'interconnessione tra le torri eoliche e tra queste e la stazione di impianto sarà effettuata mediante cavidotti in media tensione a 36 kV. Si considera un cavo con un conduttore per fase, in maniera tale da realizzare una terna trifase di conduttori, posati in piano all'interno di tubi protettivi e totalmente interrati.

Nello specifico, per l'interconnessione tra gli aerogeneratori saranno impiegati cavi tripolari con armatura in acciaio, mentre per il tratto di connessione finale alla cabina saranno impiegati cavi unipolari non armati.

I cavidotti saranno interrati lungo tutto il tracciato di connessione; alcuni tratti del cavidotto esterno potranno essere eseguiti con tecnologia TOC (si veda tavola interferenze).

È possibile individuare i seguenti rami di connessione:

- Ramo 1: WTG05 – WTG04;
- Ramo 2: WTG06 – WTG04;
- Ramo 3: WTG04 – WTG03;
- Ramo 4: WTG03 – WTG02;
- Ramo 5: WTG01 – WTG02

Ramo 6: WTG02 – Impianto di accumulo elettrochimico (IAEC)

Ramo 7: Impianto di accumulo elettrochimico (IAEC) – SE smistamento Terna;

I cavi unipolari impiegati saranno di tipo RG7H1R – Umax 36 kV;

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tecniche dei singoli conduttori:

ID	Potenza [kW]	Tensione [kV]	cos ϕ (Fattore di potenza)	sen ϕ	Corrente - Ib [A]	Lunghezza linea [m]	Sezione cavo [mmq]
WTG5 - WTG4	6.000	36	1	0	96,23	2477,50	3x1x70
WTG6 - WTG4	6.000	36	1	0	96,23	2786,00	3x1x70
WTG4 - WTG3	18.000	36	1	0	288,68	2602,00	3x1x120
WTG3 - WTG2	24.000	36	1	0	384,90	1389,80	3x1x240
WTG1 - WTG2	6.000	36	1	0	96,23	1394,28	3x1x70
WTG02 - IAEC	36.000	36	1	0	577,35	11198,60	2x(3x1x300)
IAEC - CONSEGNA	46.000	36	1	0	737,73	251,90	2x(3x1x300)

Tabella 7-2 Dimensionamento linee

La portata indicata in tabella per il singolo cavo è relativa alle condizioni di posa adottate, di seguito riportate:

- temperatura del terreno stimata: 25°C;
- distanza tra i circuiti (innumero pari a 3): 0,25 m;
- profondità di posa: 1,1 m;
- condizioni di posa: terreno asciutto;
- resistività del terreno ipotizzata: 2 km/W;
- posa in tubi protettivi.

7.4. Impianto per la connessione

La soluzione minima indicata da Terna consta in una stazione elettrica 36/150kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150 kV “Campobasso CP - Castelpagano” previa rimozione delle limitazioni della linea RTN 150 kV “Campobasso CP – Castelpagano” di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Si procederà a fornire il piano tecnico delle opere di connessione all’ottenimento del benessere da parte di Terna.

7.5. L'impianto di accumulo elettrochimico

Di seguito si definiscono le caratteristiche tecniche del sistema di accumulo di energia a batterie (da qui in avanti indicato come BESS – Battery Energy Storage System) destinato ad essere installato nell'area dell'impianto eolico.

Il trend di crescita degli ultimi anni del settore delle energie rinnovabili ha richiesto l'integrazione con sistemi di regolazione costituiti da sistemi di stoccaggio dell'energia, fra i quali i BESS.

L'integrazione dei sistemi di accumulo (BESS) con i grandi sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili, eolico e solare, permette di garantire un'elevata qualità dell'energia immessa in rete, evitando in primis la possibile naturale oscillazione di potenza, intrinseca dei tali sistemi.

Di conseguenza i sistemi BESS integrati con i sistemi di produzione energia solare ed eolica, contribuiscono quindi a sostanziale incremento nella diffusione degli impianti di produzione energia da fonti rinnovabili, migliorandone le performance tecniche ed economiche.

Il sistema di stoccaggio di energia che si intende installare (BESS) fornirà servizi di regolazione primaria di frequenza, servizi di regolazione secondaria e terziaria e riduzione degli sbilanciamenti.

Il sistema BESS verrà collegato in rete attraverso un collegamento in MT 36 KV in parallelo con l'impianto eolico.

Il sistema BESS avrà una potenza di **10 MW** e capacità **20 MWh** sarà costituito da batterie del tipo a litio. La planimetria relativa allo storage, allegata al progetto, rappresenta la soluzione di ingombro con valori medi unitari di potenza e densità di capacità rappresentativi dei prodotti esistenti oggi sul mercato.

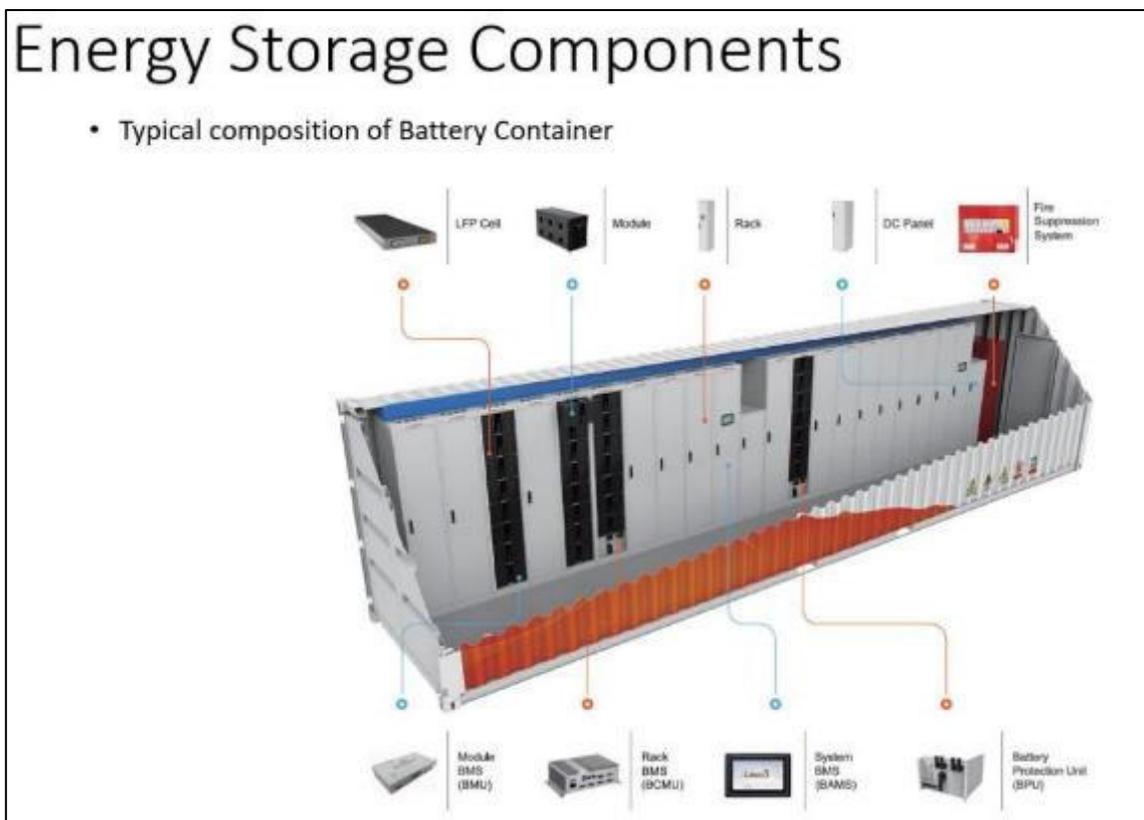


Figura 32 Componenti principali dell'impianto di accumulo (storage)

In particolare, si disporranno inverter e trasformatori da 2500 KW di potenza. In fase di progettazione esecutiva si potranno adottare soluzioni tecniche diverse in ragione della disponibilità delle componenti sul mercato, fermo restando le dimensioni e gli ingombri indicati nella tavola di progetto.

Definizioni



- BESS: Battery Energy Storage System – Sistema di accumulo di energia a batterie
- MSDS: Material Safety Data Sheet – Scheda tecnica di sicurezza
- MSD: Mercato dei Servizi di Dispacciamento
- PCS: Power Conversion System – Sistema di conversione della corrente (AC-DC e viceversa)
- BMS: Battery Management System – Sistema di controllo batterie
- SCI: Sistema di Controllo Integrato
- Plant SCADA Sistema Centrale di Controllo Integrato
- ES: Capacità nominale del sistema BESS
- SOC: Stato di Carica – rappresenta il rapporto tra energia immagazzinata nel sistema e la rispettiva energia nominale.
- SOH: State of Health – rappresenta in % le condizioni di una batteria/cella comparate alle condizioni ideali
- DOD: Profondità di Scarica – rappresenta la variazione subita dal SOC 100% durante una fase di scarica
- ΔPe : Variazione della potenza elettrica [MW]
- THD: Total Harmonic Distortion – distorsione armonica totale
- MT: Media tensione
- BT: Bassa tensione
- AC: Corrente alternata
- DC: Corrente continua
- TSO: Transmission System Operator (TERNA)
- LPS: Lightning Protection System (sistemi protezione da scariche atmosferiche)
- RUP: Registro Unità Produttive
- SLMM: Sul Livello Medio Marino

7.5.1. Descrizione dei componenti del BESS

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

La tecnologia di accumulatori (batterie al litio) è composta da celle elettrochimiche. Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente.

Ogni "assemblato batterie" è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema BMS.



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

- Sistema di accumulo (BESS) composto da:
- Celle elettrochimiche assemblate in moduli e racks (Assemblato Batterie)
- Sistema bidirezionale di conversione dc/ac (PCS)
- Trasformatori di potenza MT/BT
- Quadri Elettrici di potenza MT
- Sistema di gestione e controllo locale di assemblato batterie (BMS)
- Sistema locale di gestione e controllo integrato di impianto (SCI) - assicura il corretto funzionamento di ogni assemblata batteria azionato da PCS anche chiamato EMS (Energy Management System)
- Sistema di Supervisione Plant SCADA integrazione con l'impianto
- Servizi Ausiliari
- Sistemi di protezione elettriche
- Cavi di potenza e di segnale
- Container o quadri ad uso esterno equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria, sarà effettuata in funzione delle scelte progettuali che verranno condivise con il fornitore del sistema, così come il numero di PCS che saranno connessi al quadro MT.

7.5.2. Caratteristiche dei containers

La struttura dei containers sarà del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in profilati e pannelli coibentati.

La struttura consentirà il trasporto, nonché la posa in opera in un unico blocco sui supporti, con tutte le apparecchiature già installate a bordo e senza che sia necessario procedere allo smontaggio delle varie parti costituenti il singolo container. L'unica eccezione riguarderà i moduli batteria, che se necessario, saranno smontati e trasportati a parte.

Nei container sarà previsto dove necessario, un impianto di condizionamento e ventilazione, idoneo a mantenere le condizioni ambientali interne ottimali per il funzionamento dei vari apparati.

Il grado di protezione minimo dei container sarà di IP54.

La verniciatura esterna dovrà essere realizzata secondo particolari procedure e nel rispetto della classe di corrosività atmosferica relativa alle caratteristiche ambientali del sito di installazione.

Sarà previsto un sistema antieffrazione con le relative segnalazioni.

La struttura sarà antisismica, nel rispetto delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008) NTC 2018.

Tutti i container batterie, convertitori, quadri elettrici saranno dotati di rivelatori incendi. I container batterie saranno inoltre equipaggiati con relativo sistema di estinzione automatico specifico per le apparecchiature contenute all'interno.

Estintori portatili e carrellati saranno, inoltre, posizionati in prossimità dei moduli batterie, dei convertitori di frequenza e dei quadri elettrici.

Le segnalazioni provenienti dal sistema antiincendio vengono inviati al sistema di controllo di impianto e alla sala controllo.

7.5.3. Caratteristiche delle batterie

Le batterie sono costituite da celle agli Ioni di Litio (Li-Ion) con chimica Litio Ferro Fosfato (LFP) o NMC assemblate in serie/parallelo in modo da formare i moduli. Più moduli in serie vanno infine a costituire il rack.

7.5.4. Collegamento sistema conversione in MT

In riferimento al paragrafo precedente relativo al sistema di conversione mediante valvole IGBT da corrente continua a corrente alternata in Bassa Tensione, si è menzionata la necessità di elevare, mediante trasformatori, la tensione in Media Tensione. Tali trasformatori saranno collegati tra di loro in configurazione entra esci e avranno il compito di distribuire la potenza erogata/assorbita dalle batterie verso i quadri di media tensione.

Da un punto di vista funzionale i quadri avranno quindi il compito di:

- Dispacciare la totale potenza erogata/assorbita dal sistema di stoccaggio mediante un pannello dedicato che, in assetto classico, viene identificato come "montante di generazione".
- Alimentare i servizi ausiliari di tutti i container che alloggiano le batterie e i PCS mediante un pannello dedicato che, in assetto classico, viene identificato come "distributore".
- Garantire la funzione di misura e protezioni per il sistema BESS.

7.5.5. Funzionalità del sistema BESS

Il sistema BESS potrà fornire servizio per la regolazione primaria di frequenza, secondaria e terziaria di rete ed altri servizi ancillari di rete, oltre a coprire e ridurre gli sbilanciamenti dell'impianto eolico.

Il PCS comprende l'insieme dei dispositivi e delle apparecchiature necessarie alla connessione delle batterie assemblate al punto di connessione AC, installati in apposito container.

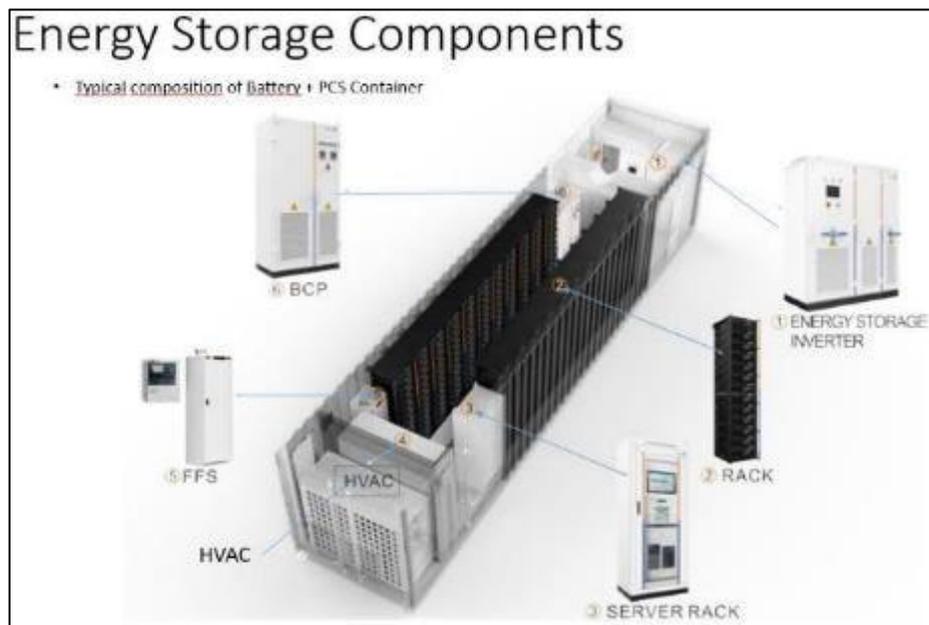
Il sistema risulterà equipaggiato con i seguenti componenti principali:

- Trasformatori MT/BT isolati
- Ponti bidirezionali di conversione statica dc/ac
- Filtri sinusoidali di rete
- Filtri RFI
- Sistemi di controllo, monitoraggio e diagnostica
- Sistemi di protezione e manovra
- Sistemi ausiliari (condizionamento, ventilazione, etc.)
- Sistemi di interfaccia assemblati batterie.

La tensione denominata "BT" sarà determinata in base alla proposta del fornitore del sistema BESS.

I convertitori statici dc/ac saranno di tipologia VSC (Self-Commutated Voltage source Converter) con controllo in corrente, di tipo commutato. Essi saranno composti da ponti trifase di conversione dc/ac bidirezionali reversibili realizzati mediante componenti total-controllati di tipo IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor).

Il PCS sarà dotato di un sistema di supervisione con funzioni di protezione, controllo e monitoraggio, dedicato alla gestione locale dello stesso e delle batterie assemblate da esso azionate.



Le principali funzioni del BMS (Battery Management System) saranno:

- Monitoraggio e gestione del SoC e del SoH;
- Monitoraggio e gestione del bilanciamento delle celle;
- Monitoraggio e diagnostica delle batterie assemblate;

- Gestione dei segnali di allarme/anomalia;
- Supervisione e controllo delle protezioni con eventuale azione di disconnessione/connesione delle batterie in caso di necessità;
- Gestione dei segnali di sicurezza delle batterie con il monitoraggio fino alle singole celle dei valori quali tensioni, temperature, correnti disperse;
- Invio segnali di soglia per la gestione delle fasi di carica e scarica;
- Elaborazione dei parametri per la gestione delle fasi di carica e di scarica;
- Elaborazione dei parametri necessari ad identificare la vita utile residua delle batterie;
- Elaborazione dei parametri necessari alla stima dello Stato di Carica delle batterie;

Le principali funzionalità del sistema di monitoraggio del BMS saranno:

- Calcolare ed inviare ai sistemi locali (SCI) lo stato di carica (SOC)
- Fornire ai sistemi locali (SCI) i parametri di valutazione dei programmi di produzione e erogazione ammissibili
- Fornire ai sistemi locali (SCI) i segnali di allarme/anomalia
- Confermare la fattibilità di una richiesta di potenza in assorbimento o in erogazione.

Le principali funzioni di competenza del sistema di controllo del PCS saranno:

- Gestione della carica/scarica delle assemblate batterie
- Gestione dei blocchi e interblocchi delle assemblate batterie
- Protezione delle assemblate batterie
- Protezione dei convertitori.

Le principali funzioni di competenza del sistema integrato SCI saranno:

- Consentire l'esercizio in locale dei singoli moduli batteria, mediante funzioni di protezione, comando e interblocco
- Operare l'esercizio remoto dell'impianto

Comunicazione con il Plant Scada che, che coordina le attività di gestione del BESS in interazione con le funzionalità e la produzione di energia dell'impianto eolico.

7.5.6. Smaltimento a fine vita impianto

Il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema BESS verrà attuato in conformità alle leggi nazionali, europee ed internazionali vigenti (tra le quali European Directive on batteries and accumulators 2006/66/EC), assicurandone il rispetto anche nel caso di modifiche e/o integrazioni di quest'ultime dal momento in cui l'impianto verrà messo in esercizio.

Il fornitore del sistema BESS fornirà idonea documentazione nella quale verranno descritte le modalità gestionali e gli aspetti di sicurezza.

Dal 1° gennaio 2009, in virtù del D.Lgs. 188, datato 20 novembre 2008, è stato esteso in Italia l'obbligo di recupero alle pile e agli accumulatori non basati sull'uso di piombo bensì sull'impiego di altri metalli o composti. Tale decreto recepisce e rende effettiva la direttiva europea 2006/66/CE.

A fine vita il sistema di accumulo sarà disassemblato e, in conformità alle leggi vigenti, trasportato verso un centro autorizzato di raccolta e riciclaggio.

Si riporta di seguito uno stralcio della planimetria dell'impianto di accumulo.



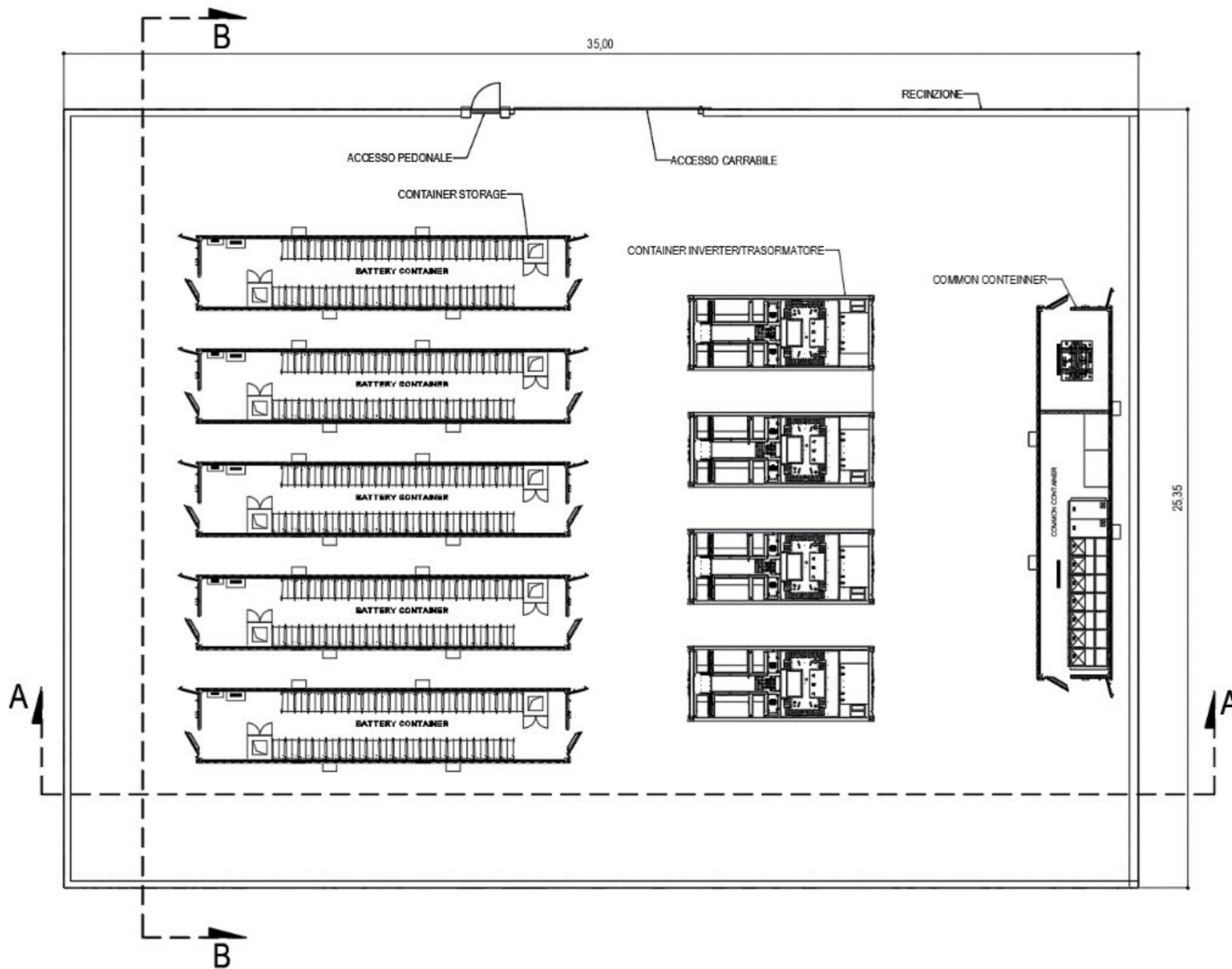


Figura 33 Planimetria impianto di accumulo elettrochimico

7.6. Interferenze

Le interferenze dell'impianto sono indicate nella tavola RIIC_INT di cui si riporta di seguito uno stralcio.

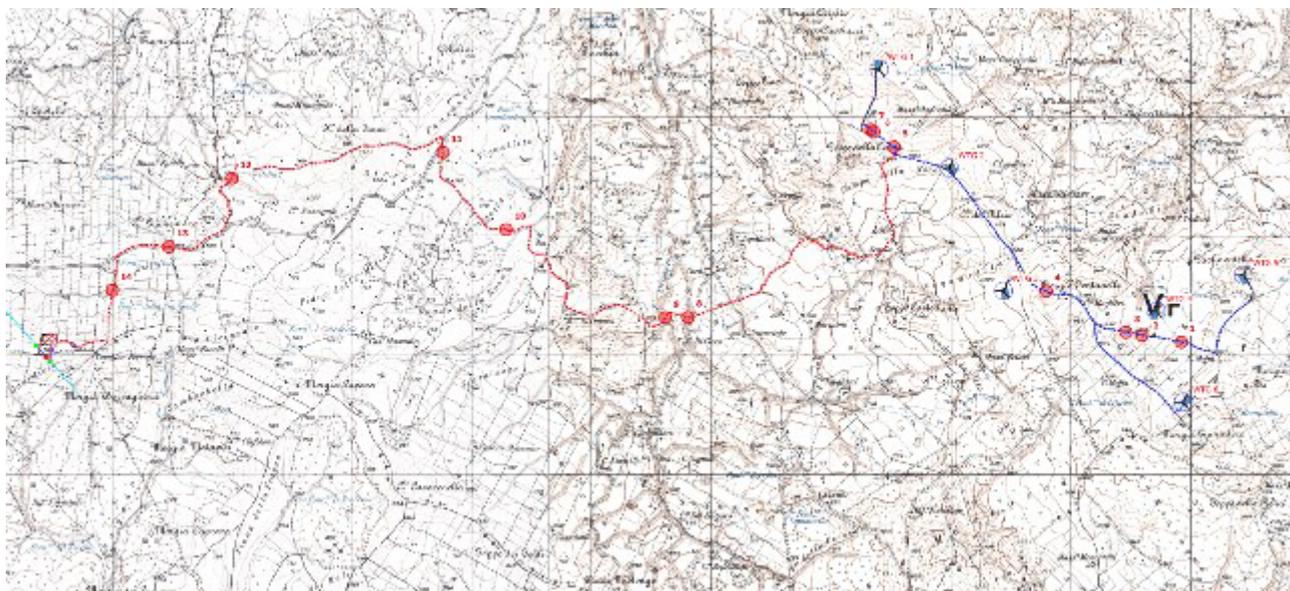
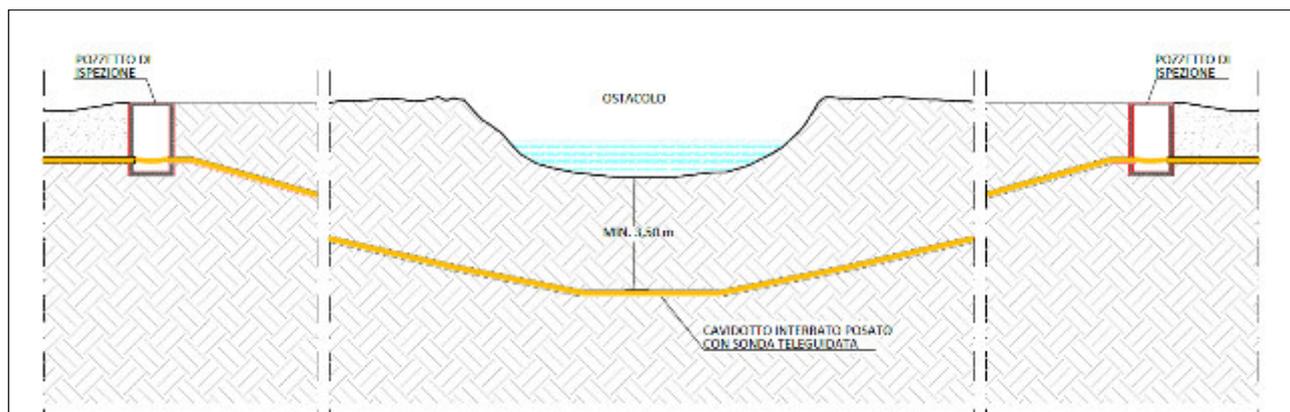


Figura 34 Inquadramento Interferenze su IGM (Stralcio Tavola RIC_INT)

Tutte le interferenze verranno risolte mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C).

Si riporta di seguito una sezione tipologica e le sezioni con il profilo piano-altimetrico di tutte le interferenze.

Tipologico T.O.C (Trivellazione orizzontale controllata)



8. CRONOPROGRAMMA DELLE LAVORAZIONI

La costruzione dell'impianto sarà avviata immediatamente dopo l'ottenimento dell'Autorizzazione Unica, previa redazione del progetto esecutivo, insieme con i lavori di connessione.

Si stima una durata del cantiere di circa 12 mesi, comprendendo il commissioning, ovvero la fase dei collaudi e prove. Tale previsione è suscettibile di variazioni, conseguenti della reale forza lavoro che sarà disponibile in fase esecutiva di cantiere.

Per ulteriori dettagli si rimanda al cronoprogramma dei lavori allegato al progetto.

9. PIANO DI DISMISSIONE E DI RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Le opere di progetto consistono nell'installazione di **6 aerogeneratori** ed esecuzione delle relative piazzole di montaggio, nella sistemazione delle strade esistenti per permettere il transito dei mezzi di trasporto dei componenti degli aerogeneratori, nella costruzione di una stazione di trasformazione e consegna e nell'esecuzione di un cavidotto di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione e consegna.

Le attività che si prevedono nella fase di dismissione sono state valutate in modo tale da non eliminare completamente tutti gli interventi eseguiti in fase di costruzione ed esercizio del parco.

Le opere progettate e successivamente realizzate in corso d'opera per il consolidamento geomorfologico e per il ripristino vegetazionale, per la sistemazione dei rilevati e degli scavi, ove occorre, saranno sottoposte ad attenta valutazione e, laddove si ravvisi la possibilità che possano svolgere azioni di salvaguardia da dissesti idrogeologici, non saranno rimosse.

La sistemazione delle strade potrà essere utilizzata da terzi per l'accesso ai siti, rendendo più agevole il transito nell'area.

Tutte le opere elettromeccaniche, gli aerogeneratori e la sottostazione, sicuramente verranno rimosse, ed una parte dei componenti, in particolare i materiali metallici, verranno recuperati ed il loro valore scontato dal costo di smantellamento.

Le opere programmate per lo smobilizzo del parco eolico sono individuabili come segue:

AREOGENERATORI

La rimozione degli aerogeneratori sarà eseguita da ditte specializzate, con recupero dei materiali.

Le torri in acciaio, smontate e ridotte in pezzi facilmente trasportabili, saranno smaltite presso specifiche aziende di riciclaggio.



CAVIDOTTI

La rimozione dei cavi sarà eseguita attraverso lo scavo a sezione ristretta e conseguente sfilaggio degli stessi.

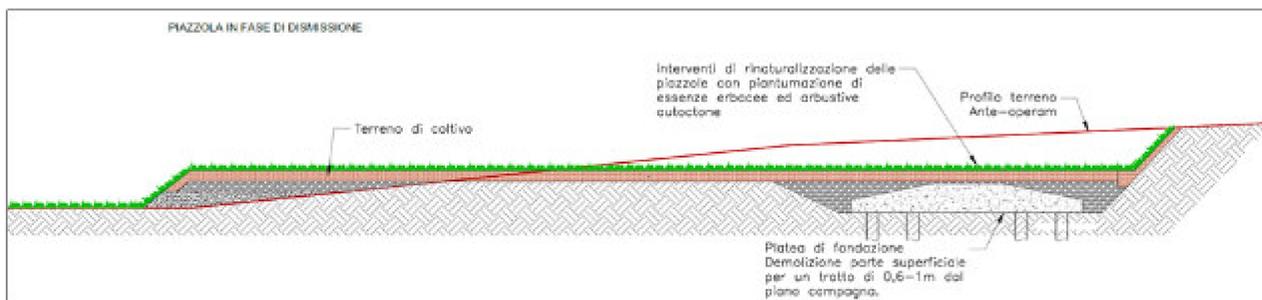
Gli scavi saranno eseguiti ogni 50 metri e avranno le dimensioni di 2.00 m x 1.50 m con profondità di 1.50 m al fine di consentire la movimentazione in modo agevole e il conseguente sfilaggio dei cavi. Una volta sfilato il cavo, lo scavo deve essere richiuso e ripristinata la percorribilità in sicurezza.

I cavi al loro interno contengono degli elementi in alluminio, rame e fibra ottica, pertanto questo materiale verrà opportunamente recuperato.

STRADE E PIAZZOLE

Sistemazione delle aree interessate dagli interventi attraverso l'esecuzione di:

- Sistemazione del terreno superficiale nei punti in cui sono stati smobilizzati gli aerogeneratori (piazzole) secondo quanto indicato nella tavola di progetto (il pietrisco rimosso potrà essere riutilizzato o portato in un'area specifica adibita allo smaltimento); Si riporta di seguito uno stralcio del tipologico che riguarda la fase di dismissione dell'impianto;
- Rimozione del pietrisco sulle aree interessate dalla viabilità di accesso al parco; Livellamento del terreno in modo tale da riportarlo nelle condizioni ante-operam.
- Rinaturalizzazione attraverso semina delle aree su dette;



FONDAZIONE DEGLI AEROGENERATORI

Per i plinti di fondazione, essi sono previsti completamente entroterra; si provvederà, tuttavia, con il loro ricoprimento con terreno vegetale, per un inserimento quanto più possibile armonioso nel contesto ambientale di riferimento. Solo nell'eventualità che esse possano affiorare, in maniera puntuale, da terreno, si provvederà alla demolizione della sola parte superficiale al di sotto del piano di campagna, con relativa sistemazione in piano della parte non soggetta ad intervento e conseguente rinterro con terreno vegetale.

Per quanto riguarda la restante parte del blocco di fondazione e della palificazione in cemento armato eseguiti per la posa in opera degli aerogeneratori, essi non verranno rimossi. A queste opere è demandata la funzione, non trascurabile, di consolidare geologicamente le aree interessate.

SMOBILIZZO STAZIONE DI TRASFORMAZIONE (TRASFORMATORE INCLUSO)

L'area interessata dal piazzale verrà ripristinata mediante asportazione di tutte le opere accessorie realizzate (pavimentazione, cavidotti, fabbricati impianti, recinzione, ecc);

Per i plinti di fondazione, essi sono previsti completamente entroterra; si provvederà, tuttavia, con il loro ricoprimento con terreno vegetale, per un inserimento quanto più possibile armonioso nel contesto ambientale di riferimento. Solo nell'eventualità che esse possano affiorare, in maniera puntuale, da terreno, si provvederà alla demolizione della sola parte superficiale al di sotto del piano di campagna, con relativa sistemazione in piano della parte non soggetta ad intervento e conseguente rinterro con terreno vegetale.

Si procederà successivamente alla rinaturalizzazione mediante inerbimento con semina.

9.1. Programma di ripristino ambientale

Al termine delle suddette fasi e dopo l'eliminazione dei manufatti dal cantiere, si provvederà alla sistemazione finale dell'area, ove necessario, ed, all'occorrenza, mediante il ripristino della vegetazione arborea ed arbustiva e relativo inerbimento da effettuare con idrosemina, utilizzando essenze autoctone allo scopo.

Gli obiettivi del programma di ripristino si possono concretizzare nei seguenti punti:

- Sistemare, con criteri naturalistici, i terreni e la zona dell'impianto del parco eolico.
- Proteggere le nuove superfici contro l'erosione e integrazione paesaggistica dei terreni interessati.
- Compensare la perdita di formazioni vegetali attraverso il ripristino dello status quo.

Per il raggiungimento degli obiettivi segnalati, il Programma contempla i seguenti punti:

- Necessaria diligenza per raccogliere e stendere la terra vegetale di risulta degli scavi delle opere, preparando il suolo a ricevere il manto vegetale autoctono.
- Selezione delle specie erbacee, arboree o arbustive e delle tecniche di semina e piantagione più adeguate alle condizioni strutturali ed ecologiche del terreno interessato, tenendo in conto la necessità di bassa manutenzione ed i fini assegnati alla vegetazione.
- Definizione dei materiali ed azioni di manutenzione necessari durante il periodo di garanzia dei lavori di ripristino.

In funzione delle influenze reali osservate durante il Programma di Vigilanza Ambientale, si procederà a definire il corrispondente Progetto di Ripristino Ambientale. In questo progetto si raggrupperanno con i dettagli necessari, le azioni proposte nella presente sezione.



9.2. Azioni proposte

Le azioni proposte per questo programma includono:

Trattamento dei suoli

In funzione dei condizionamenti descritti, le soluzioni generali che si adotteranno durante l'esecuzione dell'opera e secondo quanto stipulato nel Programma di Vigilanza Ambientale per il trattamento dei suoli o terra vegetale, saranno:

- Stesura di terra vegetale;
- Preparazione e compattazione del suolo, secondo tecniche classiche.

La terra vegetale si depositerà, separata adeguatamente e libera di pietre e resti vegetali grossolani, come pezzi di legno e rami, per la sua utilizzazione successiva nelle superfici da ripopolare.

Quando le condizioni del terreno lo permettano, si realizzerà un passaggio di rullo prima della semina. Questo è un altro lavoro che pretende, in questo caso, lo sminuzzamento dello strato superficiale (rottura delle zolle), il livellamento e la leggera compattazione del terreno.

Il rullaggio prima della semina è indispensabile per mettere la terra in contatto stretto con il seme e favorire il flusso di acqua intorno ad essa. In pratica, semina e rullaggio sono due lavori frequentemente alternati. Sarà importante realizzare queste due operazioni con criterio, ossia in funzione delle condizioni del suolo, delle coltivazioni e del clima, per aumentare le possibilità di accrescimento delle specie proposte.

I lavori di preparazione dei suoli sono inclusi in questo Programma affinché la Direzione dei Lavori possa autorizzare la loro esecuzione antecedentemente all'idrosemina.

Semina

Una volta terminati i lavori di trattamento del suolo, la semina di specie erbacee con grande capacità di attecchimento per i pendii e zone scoscese si realizzerà mediante la tecnica di idrosemina senza pressione.

La giustificazione specifica delle semine risiede nel continuare il manto erbaceo delle zone circostanti e per svolgere la funzione di:

- Stabilizzatrice della superficie dei pendii nei confronti dell'erosione;
- Rigeneratrice del suolo, costituendo un substrato umido che possa permettere la successiva colonizzazione naturale senza manutenzione.

L'obiettivo ottimale è quello di ottenere una copertura erbacea del 50-60%; inoltre, la zona interessata andrà ad essere arricchita con rapidità di semi delle zone limitrofe e l'evoluzione naturale farà scomparire più o meno rapidamente alcune specie della miscela seminata a vantaggio della flora autoctona.

Le specie erbacee selezionate dovranno possedere le seguenti caratteristiche:



- Attecchimento rapido, poiché, non essendo interrate, potrebbero essere dilavate;
- poliannuali, per dare il tempo di entrata a quelle spontanee;
- Rusticità elevata ed adattabilità in suoli accidentati e compatti;
- Sistema radicale forte e profondo per l'attecchimento e la resistenza alla siccità;

Per favorire il loro attecchimento si stabiliranno delle regole sullo stato finale della superficie, per quanto riguarda il livellamento, la mancanza di compattezza etc. Allo stesso modo si è scelta una miscela concimata legante o stabilizzatrice e concimazioni più o meno standard, di provata efficacia, che favoriscano l'attecchimento su tutti questi siti difficili.

Si sono selezionate in primo luogo specie presenti naturalmente nella zona di studio. La miscela per seminare o idroseminare superfici sulle quali è prevista la stesura della terra per evitare il maggior numero possibile di tagli ed altre operazioni di manutenzione, oltre a introdurre specie adeguate allo strato di terreno superficiale.

- Piantagione di arbusti

Lo scopo delle piantagioni è quello di riprodurre, sulle nuove superfici, le caratteristiche visive del terreno circostante, lasciando inalterata la sua funzionalità ecologica e di protezione idrogeologica. Come si è già commentato, per la scelta delle specie si sono utilizzati i criteri che di seguito si riassumono:

- Carattere autoctono;
- Rusticità o basse richieste in quanto a suolo, acqua e semina;
- Presenza nei vivai;
- Le specie selezionate non abbiano esigenze particolari di manutenzione;
- Rispetto alla superficie occupata dalle diverse specie, si considera che 1 unità di arbusto occupa da 0,3 a 0,9 m²;
- In tutte le piantagioni si eviterà l'allineamento di piante, ossia verranno distribuite non ordinatamente, pur mantenendo la stessa densità.



10. QUANTIFICAZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE DETTAGLI RIGUARDANTI LO SMALTIMENTO DEI COMPONENTI

Tutte le attività programmate per il ripristino delle aree hanno un'incidenza economica pertanto vanno fatte delle opportune valutazioni al fine di individuare i costi ed i benefici di tutti gli interventi.

Le aree, oggetto di realizzazione del parco eolico, sono attualmente o incolte o destinate ad attività di tipo agricolo e pastorale.

Durante il funzionamento dell'impianto, le attività preesistenti verranno regolarmente svolte e le aree non subiranno variazioni di destinazione d'uso.

A fine gestione dell'impianto, pertanto, e conseguentemente alla dismissione degli aerogeneratori e delle opere accessorie, i luoghi saranno ripristinati e continueranno a svolgersi le normali attività agricole e pastorali ove preesistenti.

Tuttavia, per le ragioni addotte nel precedente paragrafo, alcune opere realizzate non verranno rimosse.

10.1. Aerogeneratore in tutte le sue componenti

Si riporta di seguito la procedura per lo smontaggio dell'aerogeneratore:

- Ripristino area di smontaggio (piazzola) per posizionamento gru;
- Posizionamento gru da 500 t;
- Scollegamenti cablaggi elettrici;
- Smontaggio e posizionamento a terra rotore, separazione a terra mozzo, cuscinetti pale e parti ferrose;
- Taglio pale a dimensioni trasportabili con mezzi ordinari: le pale in materiale plastico rinforzato con fibre di vetro (GFK) vengono triturate e, per quanto possibile, addotte al riciclaggio. La quantità di materiale triturato (GFK) si stima essere pari a circa 18 t, mentre i cuscinetti del rotore e i meccanismi per lo spostamento delle pale compartano circa 4 t di rottami di acciaio.
- Smontaggio e posizionamento a terra della navicella (gondola e mozzo): lo smantellamento e lo smontaggio della navicella comportano ca 52 t di rottami di alluminio e ca. 2,8 t di rottami di rame e ca. 3,5 t di GFK.
- Smontaggio e posizionamento a terra sezioni di torre, taglio a dimensioni trasportabili con mezzi ordinari: dalle lamiere e dalle flange della torre si ricavano ca. 150 t di rottami di acciaio, dalla piattaforma e dal dispositivo di salita si ricavano ca. 3,0 t di rottami di alluminio e ca. 2,8 t di rottame di rame dei condotti sbarre.
- Recupero e smaltimento apparati elettrici: la massa degli impianti di distribuzione da smaltire è pari a ca. 3,2 t. dovranno essere smaltiti o riciclati in conformità a quanto previsto dalla direttiva sui rottami elettronici.



- Fondazioni: le fondazioni, qualora affioranti, devono essere smantellate fino a circa 1,00 m sotto la superficie del piano di campagna. Il cemento rimosso viene spezzato per essere poi utilizzato come pietrisco riciclabile. L'armatura sarà impiegata come rottame di acciaio.

Si sottolinea che molti componenti degli aerogeneratori saranno destinati al recupero/riciclaggio. Si riporta in tabella le percentuali di recupero delle singole componenti degli aerogeneratori e le possibili destinazioni:

Componente	Percentuale di recupero	Destinazione
Legno, carta, plastica	80%	Imballaggi
Rivestimento navicella (Cover), pale	90%	Manufatti arredo urbano, parchi giochi
Torre	95%	Fusione acciaio
Fondazioni	90%	Fusione metallo, smaltimento inerti
Oli, grassi, basi lubrificanti	80%	Rigenerazione, Combustione controllata
Cavidotti	80%	Riciclo plastica, smaltimento inerti

Tabella 3 - Percentuale di recupero materiali a seguito dismissione aerogeneratore

10.2. Linee elettriche ed apparati elettrici e meccanici della sottostazione

Come specificato al precedente paragrafo, la rimozione dei cavi sarà eseguito attraverso lo scavo a sezione ristretta e conseguente sfilaggio degli stessi.

Gli scavi saranno eseguiti ogni 50 metri e avranno le dimensioni di 2.00 m x 1.50 m con profondità di 1.50 m al fine di consentire la movimentazione in modo agevole e il conseguente sfilaggio dei cavi, una volta sfilato il cavo, lo scavo deve essere richiuso e ripristinata la percorribilità in sicurezza.

I cavi al loro interno contengono degli elementi in alluminio, rame e fibra ottica, pertanto, questo materiale verrà opportunamente recuperato e smaltito presso aziende di riciclaggio.

Per quanto attiene lo smobilizzo della sottostazione punto di consegna dell'energia prodotta dal parco, l'area occupata dalla stessa sarà ripristinata attraverso la sistemazione di terreno vegetale e successivo inerbimento.

11. DETTAGLI RIGUARDANTI IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI E I RELATIVI COSTI

11.1. Descrizione del ripristino dello stato preesistente dei luoghi

L'azione di ripristino parte dal concetto di:

- Evitare il completo smantellamento di tutti gli interventi realizzati precedentemente, in particolare le opere che sono state progettate, eseguite ed afferenti al consolidamento geomorfologico, valutate come opere di salvaguardia del dissesto idrogeologico;
- Ripristinare l'assetto paesaggistico antecedente eliminando ogni opera visibile;
- Ripristinare lo stato dei luoghi con riferimento alla eliminazione di piazzole e piste che dovranno essere riportate all'assetto vegetazionale ed all'uso dei suoli a cui erano destinate prima della realizzazione dell'impianto eolico.

Si precisa che talune opere di viabilità interna potrebbero risultare funzionali alla esecuzione di attività (per esempio agricole) estranee alla produzione eolica. Tali opere, su richiesta dei fruitori e previa autorizzazione, potrebbero essere mantenute.

Per il riconoscimento dello stato dei suoli saranno prodotti, prima della realizzazione dell'impianto eolico, filmati e fotografie che saranno archiviate in supporto informatico e necessarie per riconoscere lo stato originario dei luoghi a cui dovranno essere riportate le piazzole e la viabilità di nuova realizzazione.

Nei paragrafi precedenti sono state esaustivamente esplicitate le opere programmate per il ripristino dello stato preesistente dei luoghi, dalla rimozione degli aerogeneratori e relative fondazioni, alla rimozione delle opere interratoe attinenti i cavidotti, allo smobilizzo punto di consegna, strade e piazzole sino al ripristino della vegetazione arborea ed arbustiva e relativo inerbimento.

11.2. Computo metrico delle operazioni di dismissione

Il valore delle opere di dismissione ammonta ad **€ 684.738,68**.

Per maggiori dettagli si rimanda al piano di dismissione con la stima dei costi.



12. CRONOPROGRAMMA DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE

ATTIVITA'	DURATA DEI LAVORI							
	1° mese	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	6° mese	7° mese	8° mese
Smontaggio e trasporto aerogeneratori	■	■						
Eliminazione piazzole e ripristino morfologico		■	■	■	■			
Eliminazione viabilità			■	■	■	■	■	■
Smantellamento elettrodotto interno			■	■	■			
Demolizione/opere di mitigazione plinti di fondazione			■					
Smantellamento impianto di accumulo elettrochimico e ripristino delle aree			■	■	■	■		

Tabella 4 Cronoprogramma dismissione



13. ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Le possibili alternative valutabili rispetto alla soluzione progettuale proposta sono le seguenti:

- Alternativa Zero "0" o del "non fare";
- Alternative di localizzazione;
- Alternative dimensionali;
- Alternative progettuali.

13.1. Descrizione delle alternative

13.1.1. Alternativa zero

L'opzione zero consiste nel rinunciare alla realizzazione del Progetto.

I vantaggi principali dovuti alla realizzazione del progetto sono:

- Opportunità di produrre energia da fonte rinnovabile coerentemente con le azioni di sostegno che vari governi, tra cui quello italiano, continuano a promuovere anche sotto la spinta degli organismi sovranazionali che hanno individuato in alcune FER, quali l'eolico, una concreta alternativa all'uso delle fonti energetiche fossili, le cui riserve seppure in tempi medi sono destinate ad esaurirsi;
- Riduzioni di emissione di gas con effetto serra, dovute alla produzione della stessa quantità di energia con fonti fossili, in coerenza con quanto previsto, fra l'altro, dalla Strategia Energetica Nazionale 2017 il cui documento, pubblicato a giugno 2017 sarà in consultazione pubblica sino al 30 settembre 2017, e che prevede anche la decarbonizzazione al 2030, ovvero la dismissione entro tale data di tutte le centrali termo elettriche alimentate a carbone sul territorio nazionale;
- Delocalizzazione nella produzione di energia, con conseguente diminuzione dei costi di trasporto sulle reti elettriche di alta tensione;
- Riduzione dell'importazioni di energia nel nostro paese, e conseguente riduzione di dipendenza dai paesi esteri;
- Ricadute economiche sul territorio interessato dall'impianto in termini fiscali, occupazionali soprattutto nelle fasi di costruzione e dismissione dell'impianto;
- Possibilità di creare nuove figure professionali legate alla gestione tecnica del parco eolico nella fase di esercizio;

Inoltre, gli aerogeneratori di grossa taglia e di ultima generazione, proposti in progetto, permettono di sfruttare al meglio la risorsa vento presente nell'area, così da rendere produttivo l'investimento.

Rinunciare alla realizzazione dell'impianto (opzione zero), significherebbe rinunciare a tutti i vantaggi e le opportunità sia a livello locale sia a livello nazionale e sovra-nazionale sopra elencati. Significherebbe non sfruttare la risorsa vento presente nell'area a fronte di un impatto (soprattutto quello visivo – paesaggistico) non trascurabile ma comunque accettabile e soprattutto completamente reversibile.



13.1.2. Alternativa tecnologica 1 – Impianto fotovoltaico

Un' alternativa tecnologica potrebbe essere quella di realizzare un impianto fotovoltaico al posto di quello eolico.

Di seguito le principali differenze rispetto alla realizzazione dell'impianto eolico proposto in progetto.

- A parità di potenza installata (36,00 MW), l'impianto eolico ha una produzione di almeno 124,00 GWh/anno; un impianto fotovoltaico non supererebbe i 56 GWh/anno. In termini di costo dell'energia prodotta, i due impianti si equivalgono.
- Un impianto fotovoltaico con potenza di 36,00 MW occuperebbe una superficie di circa 60 ettari, a fronte della minima occupazione di suolo che si ha invece con la realizzazione dell'impianto eolico.

Queste invece le principali differenze in termini di impatto ambientale:

Impatto visivo. L'impatto visivo prodotto dall'impianto eolico è maggiore, sebbene un impianto fotovoltaico di estensione pari a 60 ha, produrrebbe sicuramente un impatto visivo non trascurabile almeno nell'area ristretta limitrofa all'impianto.

Impatto su flora, fauna ed ecosistema. Come mostrato negli studi specialistici allegati, l'impatto prodotto dall'impianto eolico in progetto su flora, fauna ed ecosistema è basso e reversibile.

L'impatto prodotto da un impianto fotovoltaico che, come detto, a parità di potenza installata occuperebbe un'area di almeno 60 ettari di terreno, è sicuramente non trascurabile. Inoltre, l'utilizzazione di un'area così vasta per un periodo di tempo medio (superiore a 20 anni) potrebbe provocare dei danni su flora, fauna ma soprattutto sull'ecosistema non reversibili o reversibili in un periodo di tempo molto lungo.

Uso del suolo. L'occupazione territoriale complessiva dell'impianto eolico in fase di esercizio (solo aerogeneratori) è di circa 5 ettari (6 piazzole e piste di nuova realizzazione) contro i 60 ettari previsti per l'eventuale installazione dell'impianto fotovoltaico.

Rumore. L'impatto prodotto dal parco eolico sarebbe non trascurabile anche se ovviamente reversibile, mentre praticamente trascurabile quello prodotto dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Impatto elettromagnetico. Per l'impianto eolico l'impatto è trascurabile, per quello fotovoltaico è anche trascurabile anche se di maggiore entità nelle aree immediatamente limitrofe al perimetro dell'impianto.

In definitiva possiamo concludere che:

- A parità di potenza installata, l'impianto eolico produce energia ad un costo praticamente uguale a quello dell'impianto fotovoltaico.
- L'impianto eolico produce un impatto visivo e paesaggistico non trascurabile, ma sicuramente reversibile al momento dello smantellamento dell'impianto.
- L'impianto fotovoltaico, avendo una estensione notevole, rischia di produrre un impatto su flora fauna ed ecosistema non reversibile o reversibile in un tempo medio lungo, dopo lo smantellamento dell'impianto.



Per quanto sopra esposto si ritiene che la realizzazione di un impianto eolico risulti meno impattante.

13.1.3. Alternativa tecnologica 2 - Dimensionale

In un primo layout si è ipotizzato la disposizione di n° 12 macchine di potenza pari a 3 MW ciascuna. Ciò determinerebbe:

- Un maggiore impatto percettivo in quanto, sebbene gli aerogeneratori di media taglia hanno uno sviluppo verticale poco inferiore, l'impianto eolico avrebbe un'estensione maggiore e quindi, essendo maggiore il territorio interessato, anche la visibilità dell'impianto aumenterebbe; in particolare, la disposizione di n°12 macchine potrebbe comportare una eventuale estensione nei comuni limitrofi;
- Una maggiore occupazione di suolo e superficie, in quanto le opere a regime per una macchina di media taglia sono pressoché equivalenti alle opere previste per una macchina di grande taglia;
- Un maggiore effetto selva dovuto al numero maggiore di aerogeneratori;
- Un maggiore sviluppo della viabilità e del cavidotto di progetto e, quindi, maggiori costi realizzativi.

Inoltre, la producibilità in ore equivalenti sarebbe inferiore perché l'efficienza delle macchine di media taglia è più bassa rispetto alle macchine di maggiore potenza e diametri rotorici maggiori.

Per tali motivi per la realizzazione della centrale eolica di progetto, di potenza pari a 36,00 MW, si è scelto di prevedere l'installazione di aerogeneratori di grande taglia con potenza unitaria pari a 6,00 MW (diametro del rotore 150 m e altezza al mozzo 125 m).

La dimensione scelta per l'aerogeneratore è stata calibrata in funzione del contesto locale di inserimento delle macchine. In generale, maggiori altezze della torre di sostegno configurano la possibilità di massimizzare lo sfruttamento del vento, la cui velocità aumenta con l'altezza dal suolo. Inoltre, a maggiori altezze il vento risulta più costante, assicurando un miglior rendimento energetico della macchina eolica.

13.1.4. Alternative localizzative

La scelta localizzativa si è basata primariamente sulle caratteristiche anemologiche del sito, da cui ottenere la stima della miglior producibilità attesa. Il progetto è stato sviluppato studiando la disposizione delle macchine sul terreno (layout di impianto) in relazione a numerosi fattori, accanto all'anemologia, quali:

- disposizione delle macchine a mutua distanza sufficiente a non ingenerare o minimizzare le diminuzioni di rendimento per effetto scia;
- orografia/morfologia del sito;
- sfruttamento di strade, piste, sentieri esistenti;
- minimizzazione degli interventi sul suolo;



- lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, per quanto possibile, l'orografia propria del terreno;
- impatto paesaggistico, distanze dai centri abitati;
- disposizioni normative vigenti.

Sono state prese in considerazione due alternative localizzative:

Alternativa 1: terreno posto alla latitudine 41.5213 e longitudine 14.8475, nel Comune di Tufara. Il sito è stato escluso data la prossimità di *Aree SIC/ZPS della Rete Natura 2000*, nonché per la vicinanza dell'impianto di generazione ad un'area IBA.

Alternativa 2: terreno posto alla latitudine 41.4804 e longitudine 14.9562, nel Comune di Riccia. Il sito è stato escluso data la prossimità di *Aree SIC/ZPS della Rete Natura 2000*, nonché per la vicinanza dell'impianto di generazione ad un'area IBA.

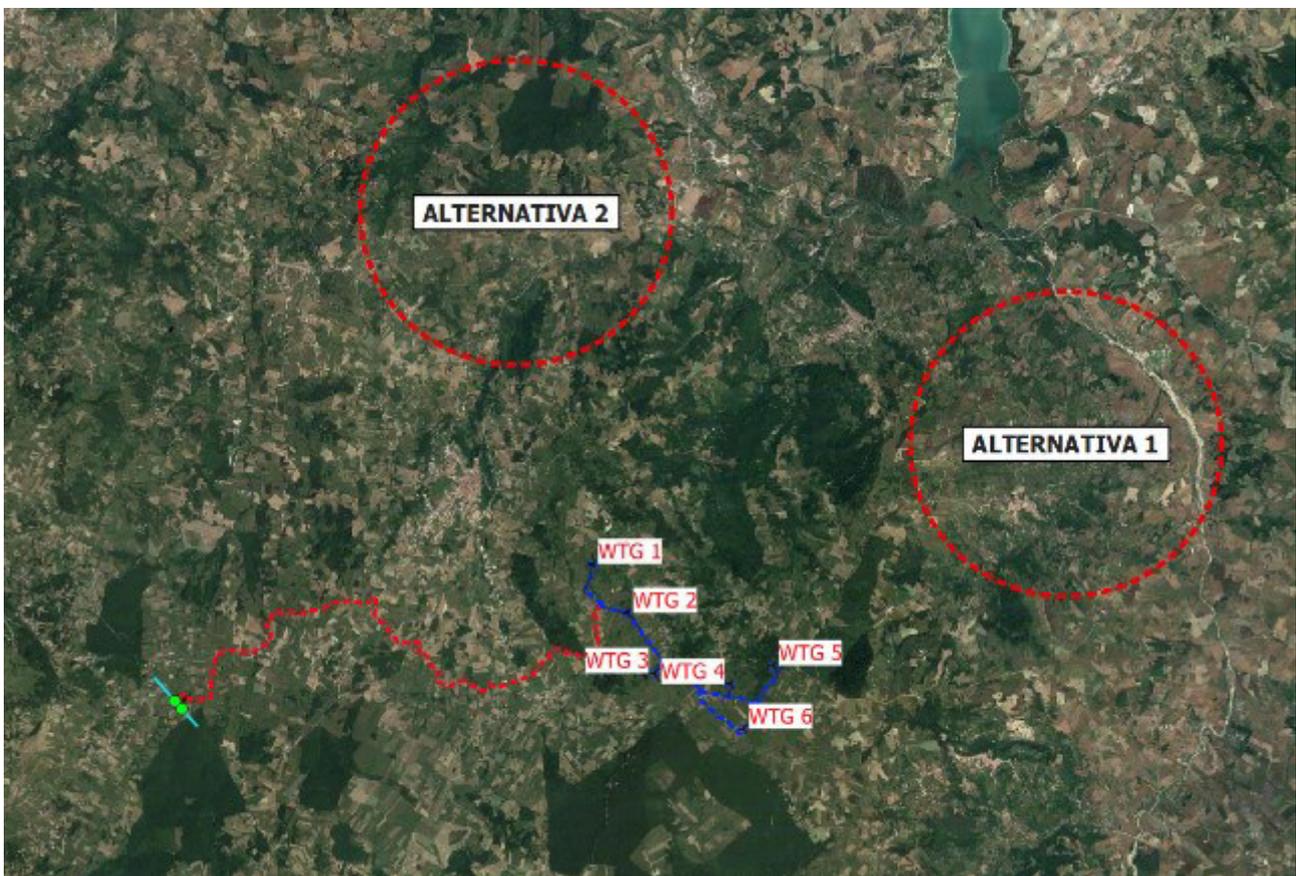


Figura 35 - Localizzazione alternative

Si riporta di seguito lo schema riassuntivo con la valutazione ponderata delle alternative in relazione ai fattori presi in considerazione.

L'indice di valutazione varia tra -2 e +2.

Fattori	Alternativa 1	Alternativa 2	Progetto
Interferenze urbane	2	2	1
Interferenze con vincoli paesaggistici e ambientali	2	2	1
Impatto su flora/fauna/ecosistemi	2	2	1
Consumo di suolo	-2	-2	1
Interferenze viabilità	1	-2	1
Accesso all'area	1	-2	1
Costi di esecuzione	-2	-2	1
TOTALE	4	-2	7

