Regione Lazio | Comune di Valentano | Comune di Latera

Committente

POGGIO DEL MULINO S.R.L.

Piazza Europa, 14-87100-Cosenza (CS)

P.iva: 03876510789

Titolo del Progetto:

Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico denominato "Poggio del Mulino"

Documento: **PROGETTO DEFINITIVO**

N° Tavola: SIA0002

Elaborato: **Quadro di riferimento progettuale**

SCALA:	-
FOGLIO:	1 di 1
FORMATO:	A4

folder:	SIA_Relazioni	Nome File:	SIA0002A0.pdf

Progettazione:

NEW DEVELOPMENTS srl
piazza Europa, 14 - 87100 Cosenza (CS)

Progettisti:

dott.ing. Giovanni Guzzo Foliaro — dott.ing Amedeo Costabile — dott. Ing. Francesco Meringolo

Gruppo di lavoro:

dott.ing. Denise Di Cianni
dott.ing. Diego De Benedittis
dott.ing. Pasquale Simone Gatto
dott.geol. Martina Petracca
dott.ing. Irene Colosimo
dott.geol. Beniamino Morrone

Rev:	Data Revisione:	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	06/07/2023	PRIMA EMISSIONE	New. Dev.	P.D.M.	P.D.M.

Indice

Premessa 4

Quadro di riferimento progettuale 5

1.a Inquadramento territoriale dell'area interessata dall'intervento 5

1.b Descrizione del progetto 7

1.b.1 Criteri di progettazione 11

1.b.2 Motivazione della scelta del tracciato dell'elettrodotto dall'impianto al punto di consegna 18

1.b.3 Descrizione della viabilità di accesso ai cantieri e valutazione della sua adeguatezza 19

1.b.4 Caratteristiche tecniche degli aerogeneratori 19

1.b.5 Previsione della produzione energetica 22

1.c Descrizione delle infrastrutture esistenti 23

1.d Descrizione delle opere strutturali 23

1.d.1 Descrizione tecnica dell'aerogeneratore previsto in progetto 23

1.d.2 Descrizione delle opere di fondazione 24

1.d.3 Materiali 26

1.e Descrizione delle opere architettoniche 28

1.e.1 Strutture costituenti il sistema di accumulo dell'energia 28

1.f Descrizione delle opere elettriche 29

1.g Il sistema di accumulo 31

1.g.1 Le principali caratteristiche del progetto di storage 33

1.g.1.1 Sistema di batterie 34

1.g.1.2 Convertitore di potenza 38

1.g.1.3 Container 39

1.g.1.4 Collegamenti elettrici 40

1.g.1.5 Sistema antincendio 40

1.g.2 Il progetto storage 41

1.g.2.1 Sistema BESS 41

1.h Cantierizzazione delle opere e ripristino dell'area di intervento 42

1.h.1 Adeguamento della viabilità esterna e sistemazione della viabilità interna al parco 42

1.h.1.1 Movimenti terra 47

1.h.1.2 Piazzole di montaggio e aree di trasbordo 51

1.h.2 Descrizione dei fabbisogni di materiali da approvvigionare e degli esuberi di materiale di scarto proveniente dagli scavi 52

1.h.3 Individuazione delle cave per approvvigionamento delle materie e delle aree di deposito per lo smaltimento delle terre di scarto; 52

1.h.4 Descrizione delle soluzioni di sistemazione finale proposta 53
1.h.5 Descrizione del ripristino dell'area di cantiere 59
1.i Dismissione dell'impianto 59
1.i.1 Dismissione degli aerogeneratori 60
1.i.2 Dismissione delle linee elettriche, degli apparati elettrici e meccanici e dell'impianto di accumulo 62
1.i.3 Conferimento del materiale di risulta agli impianti all' uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento ovvero per il recupero 64
1.i.4 Ripristino dello stato dei luoghi post dismissione 64
1.l Disponibilità aree ed individuazione interferenze 66
1.l.1 Accertamento in ordine alla disponibilità delle aree ed immobili interessati dall'intervento 66
1.l.2 Censimento delle interferenze e degli enti gestori 66
1.l.3 Specifica previsione progettuale di risoluzione delle interferenze 66
1.l.4 Verifica interferenze con attività mineraria 71
1.m Piano di manutenzione dell'impianto 71
1.m.1 Sistema di manutenzione dell'impianto 71
1.m.2 Manuale d'uso di tutti i componenti dell'impianto 75
1.m.3 Manuale di manutenzione dell'impianto 76
1.m.4 Programma di manutenzione 76
1.n Valutazioni sulla sicurezza dell'impianto 77
1.o Alternative di progetto 86
1.o.1 Alternativa zero 86
1.o.2 Alternativa localizzativa 88
1.o.3 Alternativa tecnologica 90
Conclusioni 92

Indice delle figure

Figura 1 - Corografia dell'area parco - estratto della carta IGM 8
Figura 2 - Inquadramento generale del progetto - vista aerea 9
Figura 3 - Percorso dell'elettrodotto interrato 10
Figura 4 - Posizione aerogeneratori e relative interdistanze 12
Figura 5 - *Estratto elaborato n. EDP0024_aA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 1 di 7)* 13
Figura 6 - *Estratto elaborato n. EDP0024_bA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 2 di 7)* 14
Figura 7 - *Estratto elaborato n. EDP0024_cA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 3 di 7)* 14
Figura 8 - *Estratto elaborato n. EDP0024_dA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 4 di 7)* 15

Figura 9 - *Estratto elaborato n. EDP0024_eA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 5 di 7)* 15
Figura 10 - *Estratto elaborato n. EDP0024_fA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 6 di 7)* 16
Figura 11 - *Estratto elaborato n. EDP0024_fA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 6 di 7)* 16
Figura 12 - Estratto elaborato Verifica delle distanze minime dell'impianto dai centri abitati 17
Figura 13 - immagine rappresentativa dell'aerogeneratore 20
Figura 14 - Schema rappresentativo della navicella 21
Figura 15 - Estratto elaborato Sezione tipo aerogeneratore 21
Figura 16 - Estratto elaborato Sezione tipo aerogeneratore 22
Figura 17 - Schema rappresentativo della fondazione tipo 25
Figura 18 – Spaccato container tipo storage 31
Figura 19 - I diversi servizi erogabili dai sistemi Storage 32
Figura 20 - Caratteristiche tecnologie litio 36
Figura 21 - Esempio cella batteria 36
Figura 22 - Esempio modulo batteria 37
Figura 23 - Esempio rack batterie 37
Figura 24 - Esempio BPU 37
Figura 25 -Schema semplificato di un convertitore monostadio 38
Figura 26 - Esempio convertitore da interno 38
Figura 27 - Esempio convertitore da esterno 38
Figura 28 - Esempio skid conversione 39
Figura 29 - esempi di trasporto tradizionale e soluzione con cambio della configurazione di carico durante il percorso (blade lifter) 43
Figura 30 – Schema delle aree di viabilità esistente da adeguare 44
Figura 31 – sezione stradale tipo 46
Figura 32 - schema rappresentativo del pacchetto stradale 46
Figura 33 - Estratto elaborato Planimetria della sistemazione finale del sito 56
Figura 34 - Cronoprogramma delle attività di dismissione 60
Figura 35 - Schema tipico di risoluzione interferenza con tombino idraulico mediante realizzazione di canale in lamiera metallica zincata 67
Figura 36 - Schema tipico di risoluzione interferenza con tombino idraulico mediante l'utilizzo di metodo TOC 67
Figura 37 - Schema tipico di risoluzione interferenza con condotte idriche esistenti mediante l'utilizzo di metodo TOC 68
Figura 38 - Tecnologia di trivellazione orizzontale controllata (TOC) 70

Premessa

La società **Poggio del Mulino S.R.L.** intende realizzare nei Comuni di ***Valentano e Latera*** (VT) un parco eolico della potenza nominale complessiva pari **46,2** MW, costituito da **7 aerogeneratori da 6,6 MW/cad** e **impianto di accumulo 10/40 MWh** denominato "**Poggio del Mulino**", finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in pieno accordo con il piano programmatico Comunitario e Nazionale.

Il **Quadro di Riferimento Progettuale** per lo Studio di Impatto Ambientale deve fornire i principali elementi conoscitivi dell'opera progettata. Più nello specifico i contenuti del presente quadro riferiscono in merito ai seguenti elementi indicati all'***ALLEGATO VII - Contenuti dello Studio di impatto ambientale di cui all'articolo 22***:

1. Descrizione del progetto, comprese in particolare:

[…]

b) una descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto, compresi, ove pertinenti, i lavori di demolizione necessari, nonché delle esigenze di utilizzo del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;

c) una descrizione delle principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto e, in particolare dell'eventuale processo produttivo, con l'indicazione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, del fabbisogno e del consumo di energia, della natura e delle quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate (quali acqua, territorio, suolo e biodiversità);

[…]

e) la descrizione della tecnica prescelta, con riferimento alle migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi, e delle altre tecniche previste per prevenire le emissioni degli impianti e per ridurre l'utilizzo delle risorse naturali, confrontando le tecniche prescelte con le migliori tecniche disponibili.

2. Una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) prese in esame dal proponente, compresa l'alternativa zero, adeguate al progetto proposto e alle sue caratteristiche specifiche, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo dell'impatto ambientale, e la motivazione della scelta progettuale, sotto il profilo dell'impatto ambientale, con una descrizione delle alternative prese in esame e loro comparazione con il progetto presentato.

[…]

Si precisa che ogni componente dell'impianto, per come descritto e per come riportato in tutti gli elaborati costituenti il progetto definitivo, rappresenta scelta progettuale preliminare e potrà subire modifiche in fase di progettazione esecutiva e approvvigionamento materiali, pur mantenendo la medesima tecnologia generale sia in termini geometrici/dimensionali che meccanici e/o elettro-meccanici. Eventuali modeste variazioni geometriche, dimensionali ed elettromeccaniche derivabili da differenti scelte in fase di progettazione esecutiva o in sede di approvvigionamento dei materiali saranno comunque in diminuzione rispetto ai valori riportati nella proposta progettuale.

Quadro di riferimento progettuale

Il presente documento costituisce la *Sezione II - Quadro di Riferimento Progettuale* dello Studio di Impatto Ambientale del progetto di un impianto eolico con capacità totale di 46,2 MW, delle opere strettamente necessarie e dell'impianto di accumulo che la società **Poggio del Mulino S.R.L.** intende realizzare nei Comuni di ***Valentano e Latera*** (VT) Nel **Quadro di Riferimento Progettuale** vengono fornite le informazioni inerenti le caratteristiche tecniche del progetto, alla luce dell'analisi degli aspetti normativi esaminati nel Quadro di riferimento Programmatico, che hanno verificato la fattibilità dell'intervento.

1.a Inquadramento territoriale dell'area interessata dall'intervento

La scelta del sito per la realizzazione di un campo eolico è di fondamentale importanza ai fini di un investimento sostenibile, in quanto deve conciliare la sostenibilità dell'opera sotto il profilo tecnico, economico ed ambientale.

In generale, un'area per essere ritenuta idonea deve possedere delle caratteristiche specifiche quali:

- una buona ventosità al fine di ottenere una soddisfacente produzione di energia;
- la presenza della Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN) ad una distanza dal sito tale da consentire l'allaccio elettrico dell'impianto senza la realizzazione di infrastrutture elettriche di rilievo e su una linea RTN con ridotte limitazioni;
- viabilità esistente in buone condizioni ed in grado di consentire il transito agli automezzi per il trasporto delle strutture, al fine di minimizzare gli interventi di adeguamento della rete esistente. Tutto ciò per contenere, quanto più possibile, i costi sia in termini economici sia ambientali;
- idonee caratteristiche geomorfologiche che consentano la realizzazione dell'opera senza la necessità di strutture di consolidamento di rilievo;

- una conformazione orografica tale da consentire allo stesso tempo la realizzazione delle opere provvisionali, quali viabilità e piazzole di montaggio, con interventi qualitativamente e quantitativamente limitati, e comunque mai irreversibili (riduzione al minimo dei quantitativi di movimentazione del terreno e degli sbancamenti) oltre ad un inserimento paesaggistico dell'opera di lieve entità e comunque armonioso con il territorio;
- l'assenza di vegetazione di pregio o comunque di carattere rilevante (alberi ad alto fusto, vegetazione protetta, habitat e specie di interesse comunitario).

Il Parco Eolico in progetto è denominato "Poggio del Mulino" ed è ubicato nel territorio dei comuni di ***Valentano e Latera (VT)***. Dal punto di vista cartografico l'intero territorio interessato dal progetto ricade all'interno del quadrante 344020 della Carta Tecnica Regionale CTR scala 1:10.000.

1.b Descrizione del progetto

Il Parco Eolico oggetto del presente progetto definitivo è denominato "**Poggio del Mulino**" ed è ubicato nel territorio del comune di ***Valentano e Latera*** (VT). Il progetto prevede la realizzazione di n. **7** aerogeneratori aventi un diametro di rotore da **170** m, un'altezza mozzo di **115** m e potenza nominale pari a **6,6** MW cadauno per un totale complessivo pari a **46,2** MW di potenza nominale installata e le opere indispensabili per la connessione alla Rete.

La figura che segue mostra l'inquadramento del progetto nel contesto cartografico IGM [rif. tavola ***EPD0001A0 – Corografia di inquadramento dell'area***].

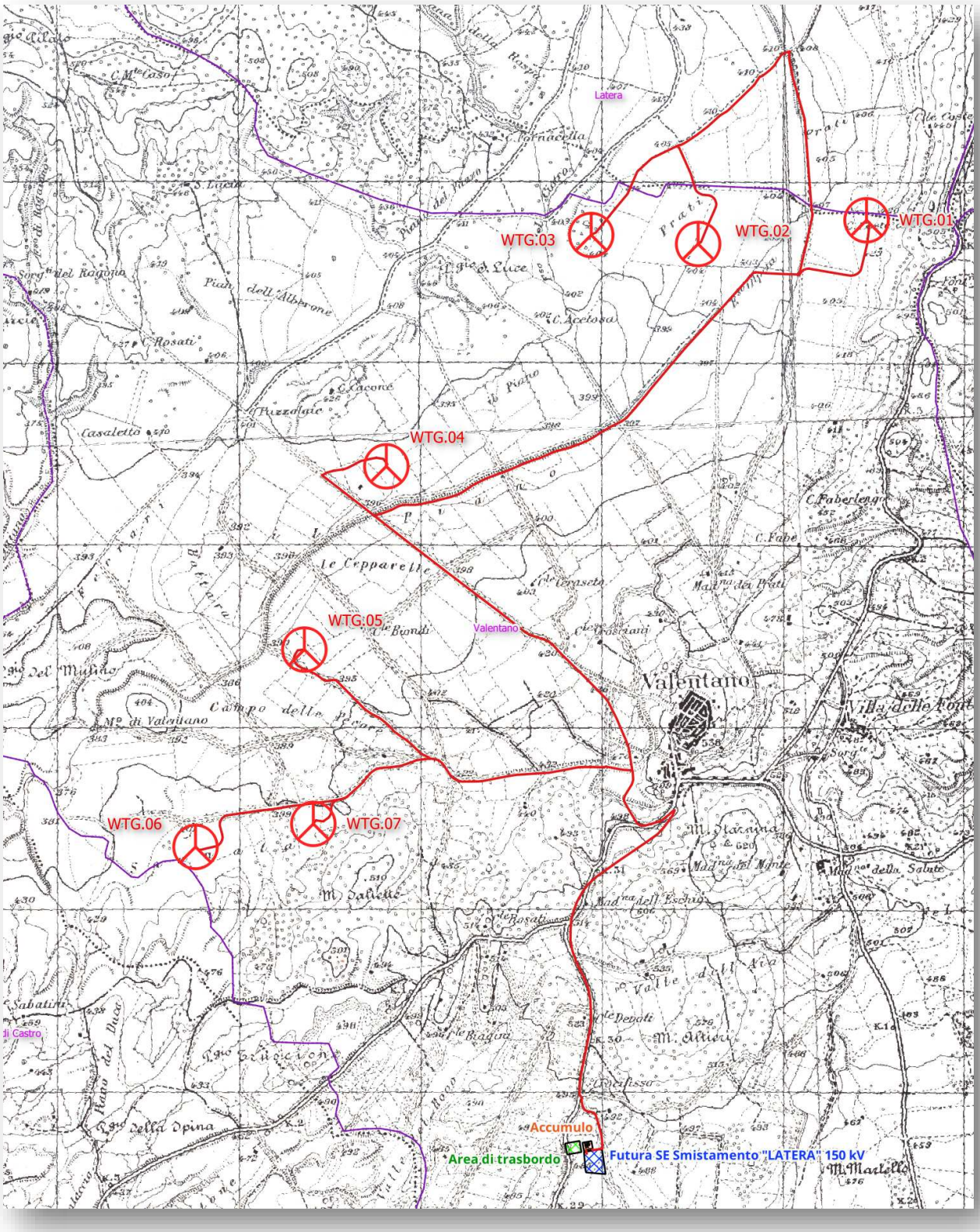


Figura 1 - Corografia dell'area parco - estratto della carta IGM

I **sette** aerogeneratori, (in figura identificati come WTG.01, WTG.02, *WTG.03,* WTG.05, WTG.06, WTG.07) sono ubicati nel territorio del comune di **Valentano**, in **Provincia di Viterbo**.

Figura 2 - Inquadramento generale del progetto - vista aerea

Oltre agli aerogeneratori ed alle opere strettamente necessarie, quali viabilità di accesso e piazzole di montaggio/stoccaggio, il progetto prevede la realizzazione di:

- Elettrodotto interrato di ALTA TENSIONE a 36 kV: sviluppo complessivo circa 16,535 km;
- Impianto di accumulo di capacità pari a 10 MW/40MWh;
- Opere di rete compreso sottostazione di smistamento come da Soluzione tecnica minima rilasciata dall'ente gestore TERNA S.p.a.

Un cavidotto interrato in Alta Tensione collega in antenna a 36 kV su una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce all'elettrodotto a 150 kV "Latera – San Savino, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, così come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale Cod. Prat. 202201540 di TERNA.

Il tracciato dell'elettrodotto interrato è stato studiato al fine di assicurare il minor impatto possibile sul territorio, prevedendo il percorso all'interno delle sedi stradali esistenti e di progetto esistenti e di progetto, attraversando invece i terreni agricoli al di fuori delle strade solo per brevi tratti.

Detto elettrodotto sviluppa una lunghezza di circa **16,535** km in particolare*:*

- Tratti di elettrodotto interrato su strada asfaltata: **6.419** ml
- Tratti di elettrodotto interrato su strada non asfaltata: **7.202** ml
- Tratti di elettrodotto su terreno agricolo: **2.914** ml

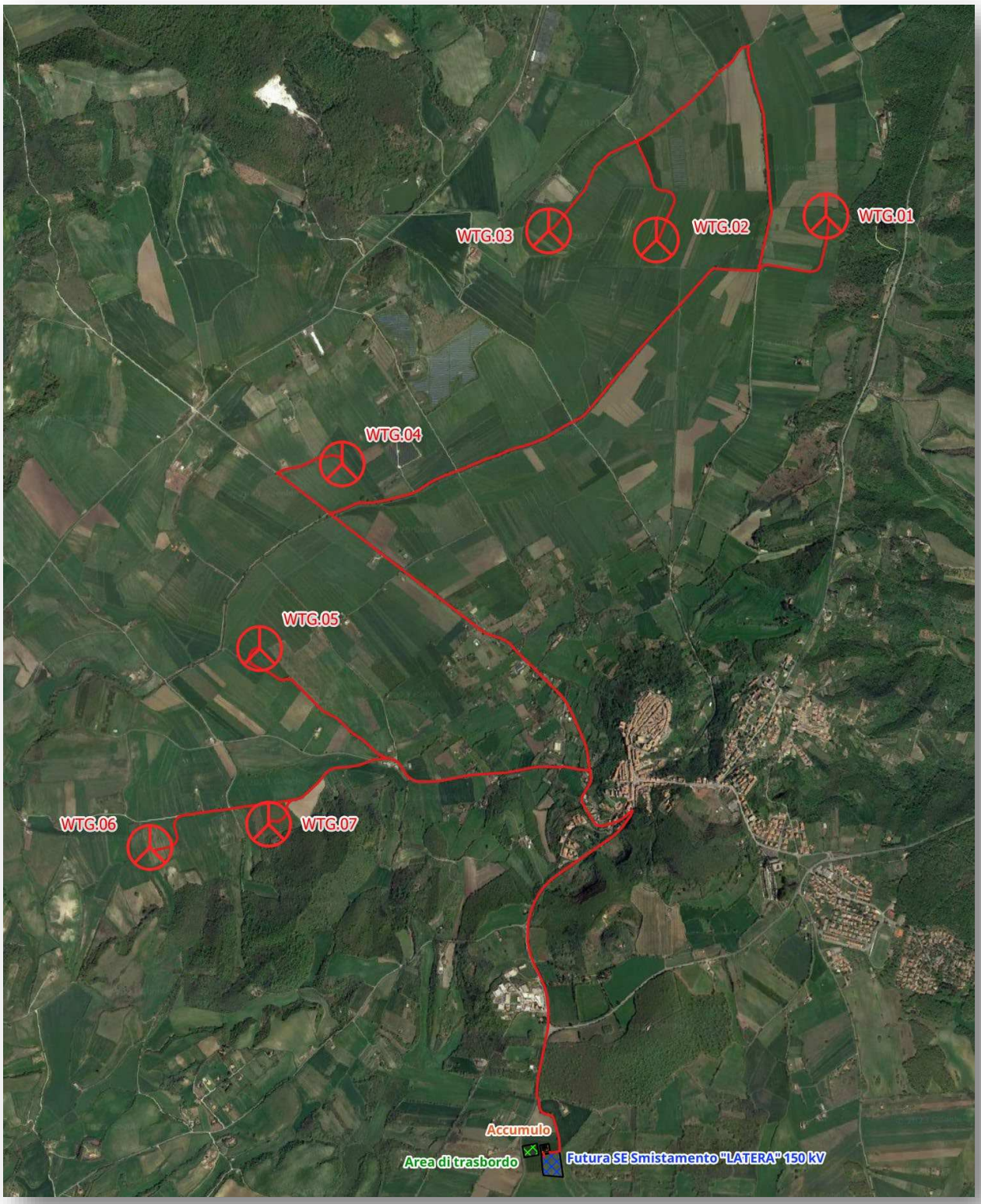


Figura 3 - Percorso dell'elettrodotto interrato

1.b.1 Criteri di progettazione

Il progetto è stato sviluppato seguendo gli indirizzi tecnici per la progettazione forniti dalle normative regionali e nazionali vigenti.

In particolare, i principali riferimenti considerati sono costituiti da:

- DM 10 settembre 2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati a fonti rinnovabili";
- D.Lgs. 387/2003 e s.m.i. "Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità";
- ".

La disposizione degli aerogeneratori nell'area di interesse è frutto dell'analisi di numerosi fattori: in primis delle peculiarità anemologiche del sito ed alle conseguenti potenzialità in accordo con una tipologia di aerogeneratore particolarmente efficiente, poi dall'accessibilità, dalla geomorfologia, dalla scarsa presenza di edifici e abitazioni.

Nella disposizione degli aerogeneratori si è tenuto conto, oltre agli aspetti progettuali di carattere generalefornite dai documenti tecnici e normativi di riferimento, anche delle specifiche indicazioni fornite in merito alle distanze da rispettare indicate nell'allegato 4 al DM 10 settembre 2010 .

Occorre in ogni caso precisare che tali documenti non costituiscono un elemento vincolante obbligatorio, ma forniscono dei criteri di massima nella progettazione di tali tipologie di impianti.

Indicazione di progetto: Distanza minima tra le macchine di 5-7 diametri sulla direzione prevalente del vento e di 3-5 diametri sulla direzione perpendicolare a quella prevalente del vento.
(Fonte: DM 10 settembre 2010-All. 4)

Caratteristiche del progetto rispetto al requisito:

Figura 4 - Posizione aerogeneratori e relative interdistanze

Le mutue distanze tra gli aerogeneratori in progetto sono riportati nella tabella che segue:

coppia	*Interdistanza in metri*
WTG.01 – WTG.02	***946,2***
WTG.01 – WTG.07	***4509,4***
WTG.02 – WTG.03	***582,7***
WTG.02 – WTG.04	***2099,9***
WTG.03 – WTG.04	***1702,1***
WTG.04 – WTG.05	***1104,3***
WTG.04 – WTG.07	***2022,3***
WTG.05 – WTG.06	***1240,3***
WTG.05 – WTG.07	***961,7***
WTG.06 – WTG.07	***659,6***

Tabella 1 - Mutue distanze tra gli aerogeneratori in progetto

Indicazione di progetto: Distanza minima di ciascun aerogeneratore da unità abitative stabilmente abitate non inferiore a 200 m; Distanza di ogni turbina da una strada provinciale o nazionale superiore all'altezza massima dell'elica comprensiva del rotore e comunque non inferiore a 150 m dalla base della torre. Nessun fabbricato stabilmente abitato (di colore rosso nelle rappresentazioni seguenti) rientra nei buffer sopra riportati. (Fonte: DM 10 settembre 2010-All. 4)

Caratteristiche del progetto rispetto al requisito:

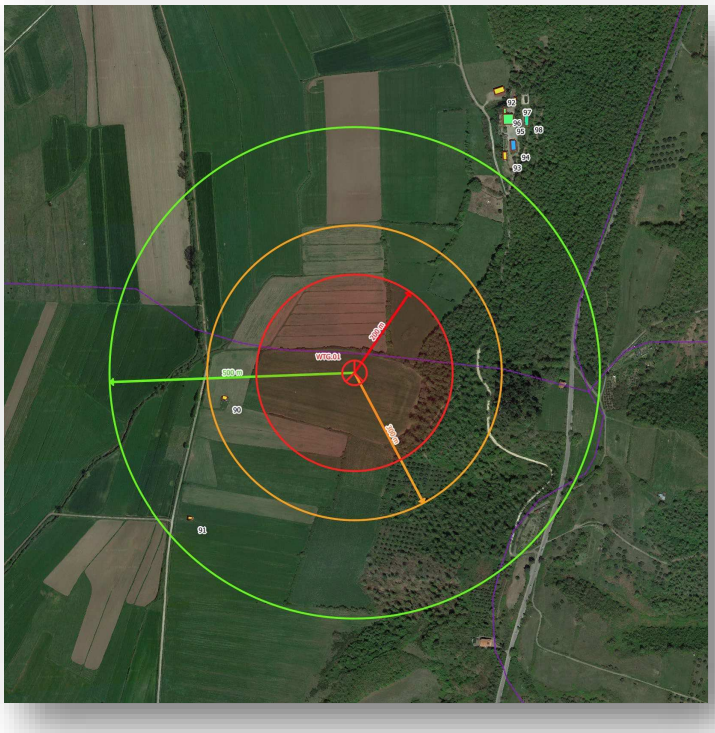


Figura 5 - ***Estratto elaborato n. EDP0024_aA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 1 di 7)***

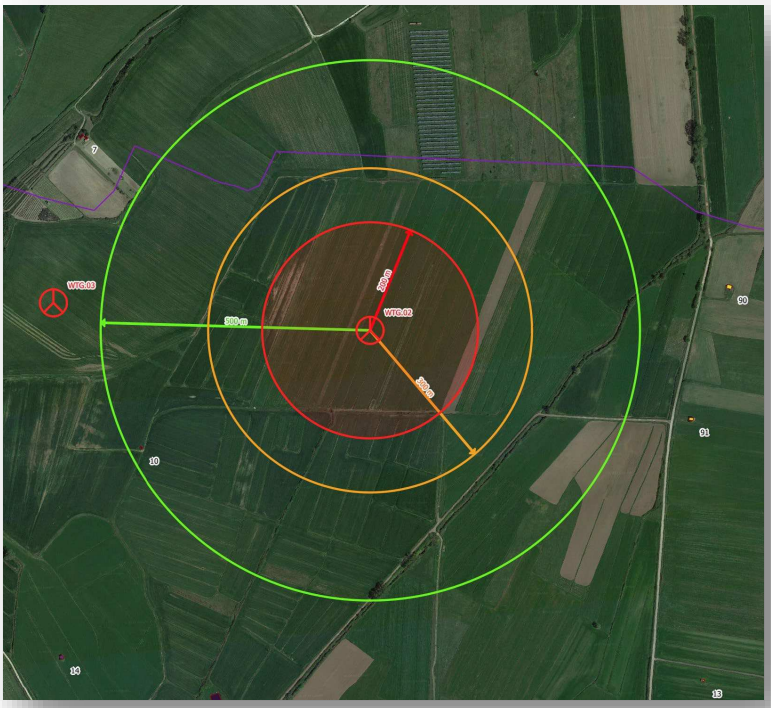


Figura 6 - ***Estratto elaborato n. EDP0024_bA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 2 di 7)***

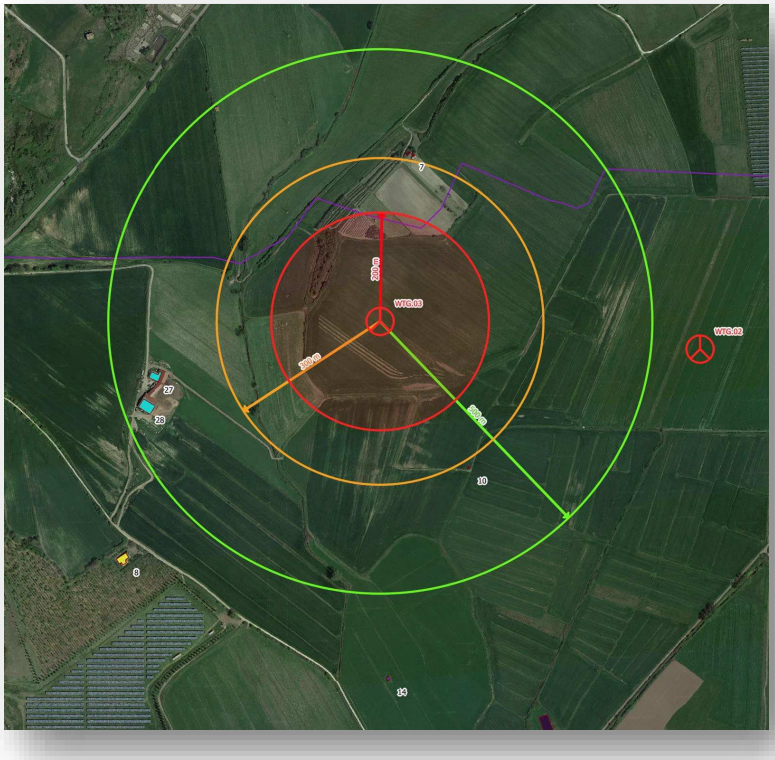


Figura 7 - ***Estratto elaborato n. EDP0024_cA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 3 di 7)***

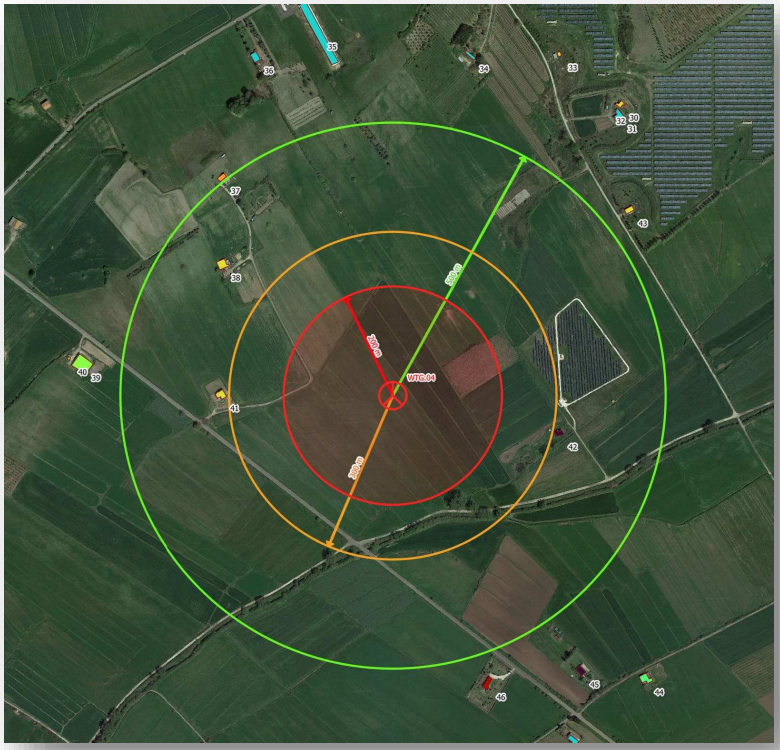


Figura 8 - ***Estratto elaborato n. EDP0024_dA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 4 di 7)***

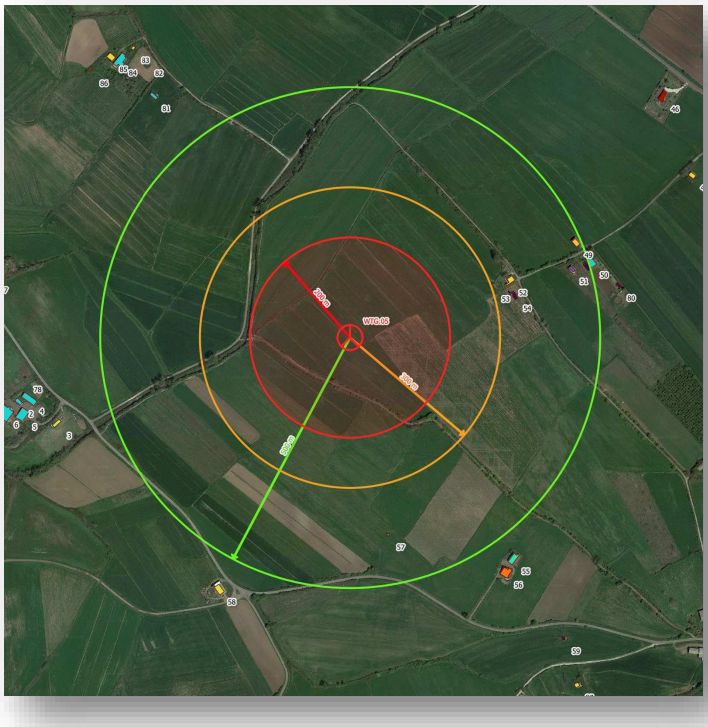


Figura 9 - ***Estratto elaborato n. EDP0024_eA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 5 di 7)***

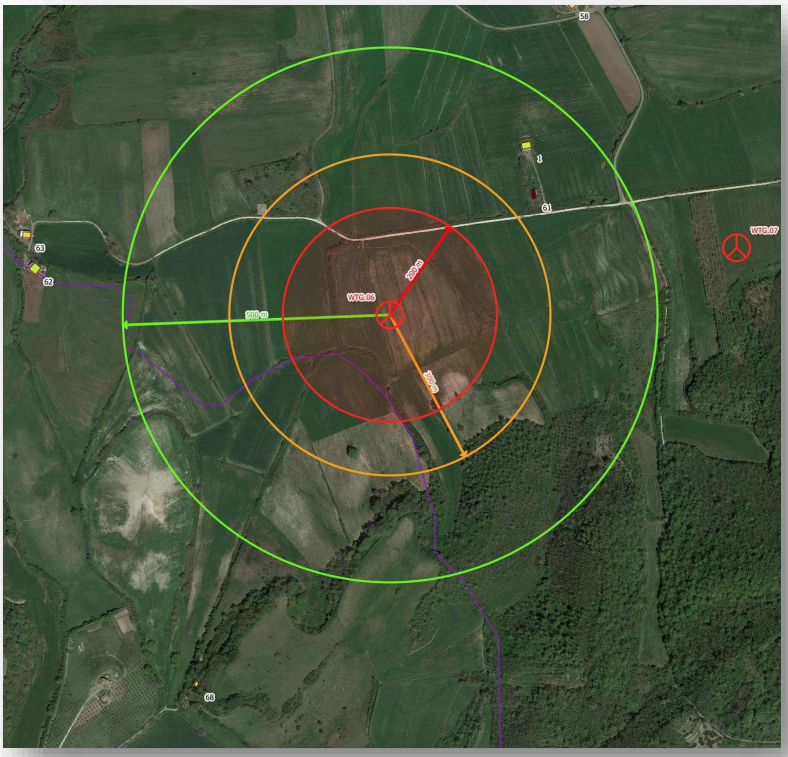


Figura 10 - ***Estratto elaborato n. EDP0024_fA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 6 di 7)***

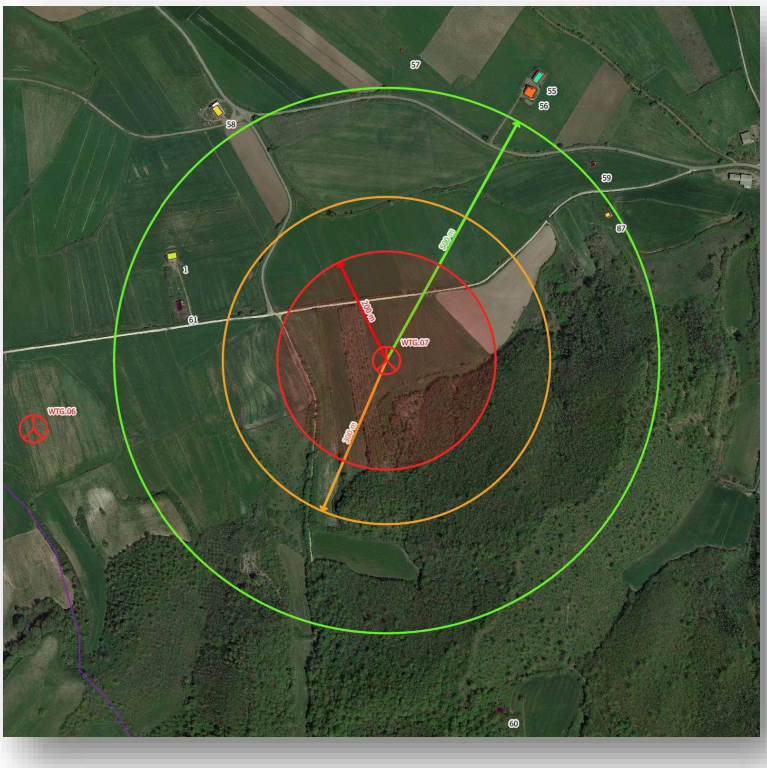


Figura 11 - ***Estratto elaborato n. EDP0024_fA0 (Verifica delle distanze minime dell'impianto dai fabbricati 6 di 7)***

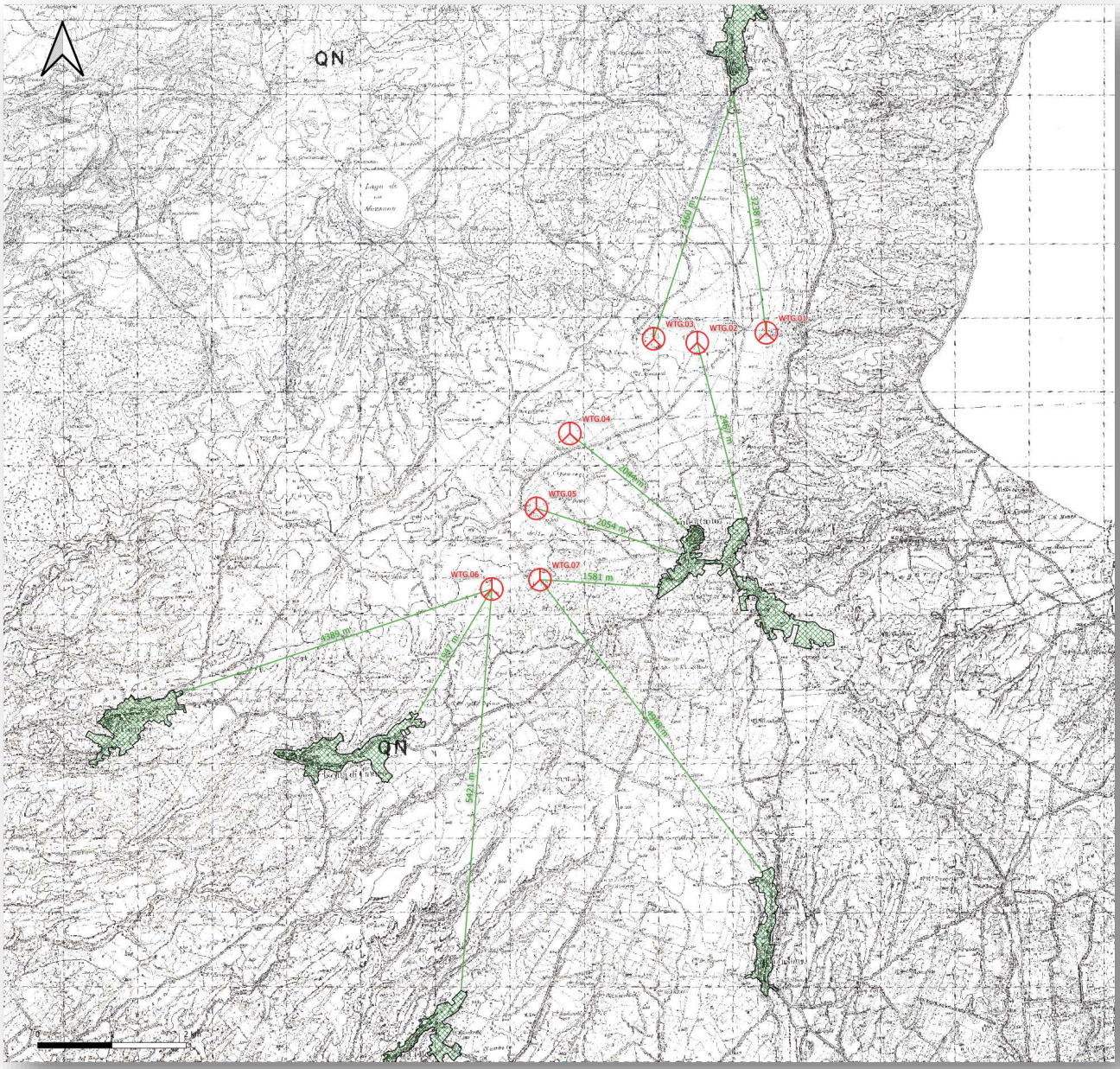


Figura 12 - Estratto elaborato Verifica delle distanze minime dell'impianto dai centri abitati

Sulla base delle elaborazioni effettuate, quindi, si sono individuate le posizioni più idonee all'installazione delle turbine e si è definito il miglior layout possibile al fine di ottenere per ogni macchina la massima producibilità e, contemporaneamente, ridurre al minimo le perdite di energia per effetto scia e le ripercussioni di carattere ambientale. Successivamente si è comunque proceduto ad un'analisi approfondita della collocazione di ciascuna macchina valutandone gli impatti con particolare riguardo

all'inserimento nel paesaggio e all'entità delle infrastrutture da realizzare ai fini dell'installazione dell'aerogeneratore in quella particolare posizione.

In base a tali risultati, all'estensione dei terreni indicati e alla loro disposizione rispetto alle direzioni dei venti prevalenti, sono stati collocati N. 7 aerogeneratori ad asse orizzontale, con tre pale.

La potenza massima di ciascun aerogeneratore è di 6,6 MW, con regolazione del passo e sistema attivo di regolazione dell'angolo i imbardata, in modo da poter funzionare a velocità variabile e ottimizzare costantemente l'angolo di incidenza tra la pala e il vento. L'installazione di tali sistemi di controllo consente non solo di ottimizzare la produzione di energia elettrica, ma anche di contenere il livello di rumorosità entro vlori decisamente accettabili.

Nella tabella che segue sono riportate le posizioni dei sette aerogeneratori in progetto, in coordinate piane nei sistemi di riferimento UTM WGS84 - fuso 32 N:

WTG	*COORDINATE PIANE SISTEMA* ***UTM WGS 84 - FUSO 32 NORD***		*Ubicazione catastale*
	EST	**NORD**	
WTG.01	***732379***	***4719607***	***Valentano (VT) foglio 14 part. 5***
WTG.02	***731449***	***4719476***	***Valentano (VT) foglio 13 part. 19***
WTG.03	***730862***	***4719526***	***Valentano (VT) foglio 12 part. 13***
WTG.04	***729733***	***4718251***	***Valentano (VT) foglio 17 part. 137***
WTG.05	***729282***	***4717243***	***Valentano (VT) foglio 21 part. 23***
WTG.06	***728683***	***4716157***	***Valentano (VT) foglio 22 part. 107***
WTG.07	***729330***	***4716283***	***Valentano (VT) foglio 23 part. 40***

Tabella 2 **- Coordinate degli aerogeneratori in progetto nel sistema piani UTM WGS84 32N con indicazione dell'ubicazione catastale**

1.b.2 Motivazione della scelta del tracciato dell'elettrodotto dall'impianto al punto di consegna

Le scelte progettuali operate per la definizione del tracciato dell'elettrodotto di collegamento tra l'impianto e la stazione di consegna sono conseguenza di un'analisi dei benefici ottenibili dalla riduzione delle lunghezze dei tratti. Detti benefici, di carattere ambientale ed economico, sono riconducibili essenzialmente alla riduzione di materiale, alla riduzione di lavorazioni con conseguente riduzione dell'impatto sull'area d'interesse ed alla riduzione dei costi di realizzazione. La scelta del percorso lungo strade esistenti e/o lungo le strade di nuova realizzazione permette inoltre di limitare al minimo l'occupazione di terreni di proprietà privata da attraversare con l'elettrodotto.

La scelta di utilizzare il cavidotto interrato piuttosto che la linea aerea è dettata ovviamente dall'esigenza di ridurre l'impatto dell'opera rispetto al contesto territoriale circostante.

Gli elaborati grafici [cfr. *rif.* ***EPD0020_aA0, EPD0020_bA0 - Planimetria del tracciato dell'elettrodotto***] del presente progetto definitivo illustrano in modo chiaro e dettagliato il percorso del cavidotto, le aree interessate dallo stesso fino al punto di consegna e le sezioni tipo in caso di posizionamento sotto strada o nel terreno.

1.b.3 Descrizione della viabilità di accesso ai cantieri e valutazione della sua adeguatezza

L'area di cantiere ed in particolare le zone interessate dall'intervento sono tutte raggiungibili mediante strade esistenti. Al fine di garantire un corretto transito da parte dei mezzi di trasporto eccezionale sarà necessario realizzare alcuni interventi di adeguamento prevalentemente riconducibili ad allargamenti della carreggiata soprattutto in prossimità di aree di manovra.

Per ciò che riguarda la sicurezza dei mezzi di trasporto e quindi la percorrenze delle strade esistenti e delle nuove viabilità, sono state analizzate le attività relative al corretto transito, alle interferenze con linee aeree, agli attraversamenti su ponti esistenti ed ogni altro possibile rischio legato al trasporto sia in termini di rischio proprio del mezzo che in termini di rischio urti, e quant'altro che il mezzo può provocare all'ambiente circostante. Allo scopo saranno adottati opportuni accorgimenti atti ad evitare interferenze con il traffico locale in particolare nell'accesso alle strade di servizio del parco ed in generale nelle zone in cui si possono prevedere manovre dei mezzi di trasporto eccezionali. Tali zone saranno opportunamente segnalate anche nel rispetto di eventuali prescrizioni da parte dell'Ente gestore proprietario della strada.

1.b.4 Caratteristiche tecniche degli aerogeneratori

Gli aerogeneratori in progetto si compongono dei seguenti elementi: struttura di fondazione; torre di sostegno composta da trami in acciaio, mozzo, tre pale, rotore, moltiplicatore di giri, generatore, sistemi di controllo ed orientamento, navicella, trasformatore, componentistica elettrica, impianto di messa a terra.

La torre di sostegno è del tipo tubolare a cinque trami con unioni bullonate, idoneamente ancorata alla struttura di fondazione. All'estremità superiore sarà collegata, tramite idonea bullonatura, la navicella contenete gli elementi tecnologici necessaria alla conversione dell'energia, il rotore (collegato all'albero di trasmissione) e le pale (o lame) per la captazione del vento.

Ogni aerogeneratore presenta i seguenti dati geometrici, meccanici ed elettrici:

Modello tipo Siemens Gamesa 170 o similare	
Altezza mozzo dal piano campagna (Hub) [m]	115
Lunghezza pale [m]	83,33
Diametro del rotore [m]	170
Altezza complessiva dal piano campagna [m]	200
Velocità di cut-off [m/s]	25
Potenza nominale [MW]	6,6

Tabella 3 - Dati di targa aerogeneratore in progetto

Il rotore è del tipo ad asse orizzontale a tre pale, area spazzata circa 22.690 m2. Le pale sono realizzate in fibra di vetro CRP (Carbon Reinforced Plastic).

Le specifiche tavole allegate mostrano i dettagli architettonici ed elettrici dell'aerogeneratore [Cfr. Rif. ***EPD0037A0– Sezione tipo aerogeneratori e EPD0043A0- Schema funzionale tipo aerogeneratore***].

Figura 13 - immagine rappresentativa dell'aerogeneratore

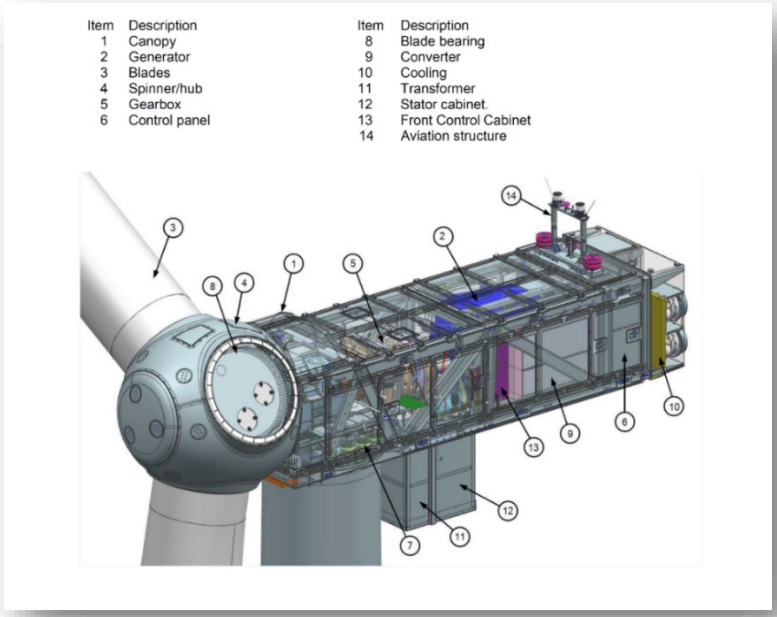


Figura 14 - Schema rappresentativo della navicella

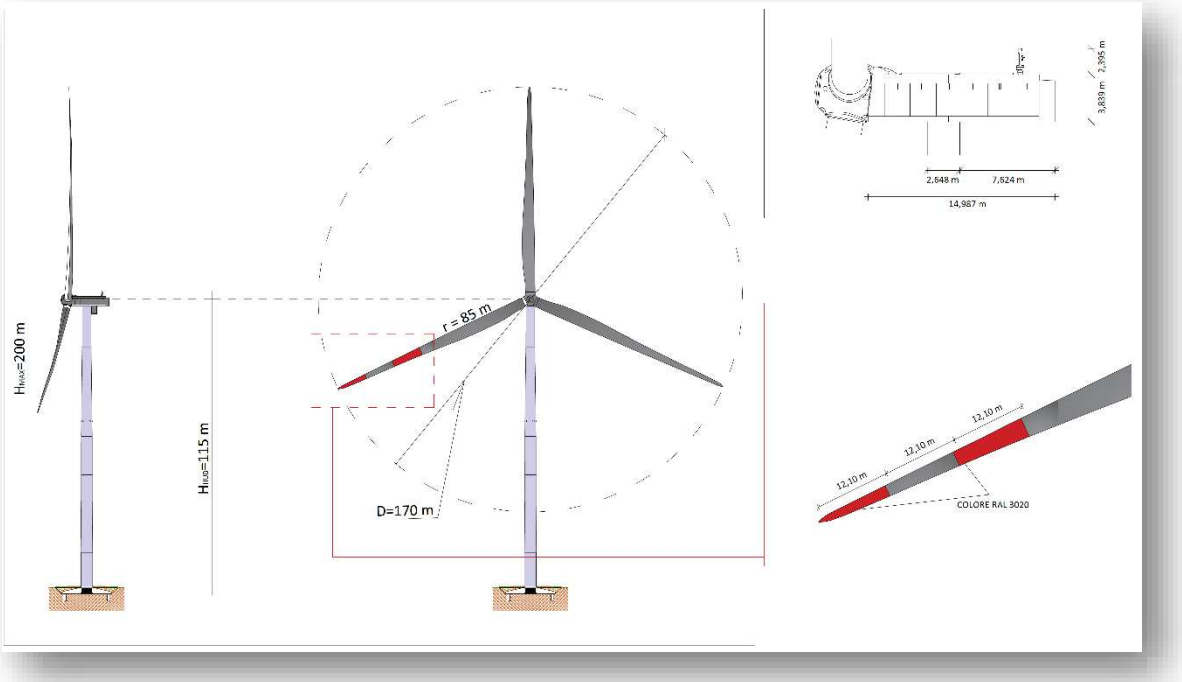


Figura 15 - Estratto elaborato Sezione tipo aerogeneratore

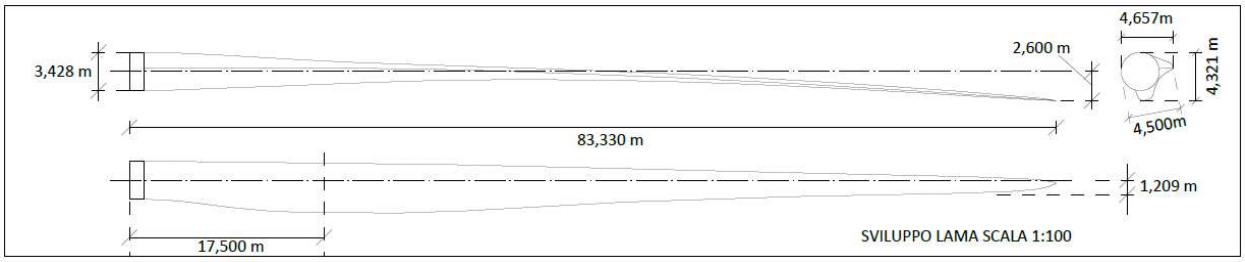


Figura 16 - Estratto elaborato Sezione tipo aerogeneratore

1.b.5 Previsione della produzione energetica

Le potenzialità anemologiche del sito sono trattate nell'allegato specialistico riportante lo studio del vento e la relativa producibilità.

WTG	Est [m] WGS83-32N	Nord [m] WGS83-32N	Quota [m s.l.m.]	Hmozzo [m]	Prod. LORDA attesa [MWh/anno]	Perdite di scia [%]	Prod. NETTA attesa [GWh/anno]	Ore eq. [h]
001	240101	4720583	415,2	115	19.733,8	1,1	17,76	2691
002	239164	4720518	406,4	115	20.862,3	2,3	18,776	2845
003	238582	4720610	407,9	115	21.661,8	1,8	19,496	2954
004	237366	4719418	400,0	115	22.326,6	3,5	20,094	3045
005	236844	4718444	393,9	115	22.320,3	6,1	20,088	3044
006	236169	4717403	410,0	115	23.692,9	4,8	21,324	3231
007	236824	4717482	411,1	115	23.183,4	2,6	20,865	3161
TOTALE/MEDIA					**153.781,10**	**3,2**	**120,643**	**2996**

La produzione netta media complessiva del parco eolico "Poggio del Mulino" è quindi stimata in circa **120,643 GWh/anno**.

Ai fini della determinazione dell'energia effettivamente cedibile alla rete, in questa fase preliminare un'assunzione ragionevole di perdita aggiuntiva dell'impianto è pari al 10%, includendo le perdite relative alla disponibilità dell'impianto (aerogeneratori, B.O.P. e rete), alla performance degli aerogeneratori, perdite elettriche e ambientali ed escludendo potenziali limitazioni. Una valutazione più dettagliata potrà essere effettuata in una fase progettuale più avanzata mediante installazione in sito di un ulteriore anemometro.

1.c Descrizione delle infrastrutture esistenti

Il convogliamento dell'energia prodotta dal parco eolico nella rete avverrà per mezzo di un collegamento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV con una nuova Stazione Eletrica (SE) di trasformazione 150/36 kV della RTN da inserire in entra - esce all'elettrodotto a 150 kV "Latera – San Savino, così come previsto dalla soluzione tecnica minima generale (STMG) rilasciata dal gestore e regolarmente accettata. Pertanto, la rete elettrica esterna risulta idonea al soddisfacimento delle esigenze di connessione all'esercizio del parco da realizzare.

1.d Descrizione delle opere strutturali

Le strutture facenti parte del progetto sono:

- N. 7 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 170 (o similare in commercio) con altezza mozzo pari a 115 m e diametro del rotore pari a 170 m con relative opere di fondazione, ubicati nel territorio del comune di Valentano (VT);
- Impianto di accumulo dell'energia prodotta;
- Opere di rete

Gli aerogeneratori in progetto, costituiti da torri, pale e navicella, presentano struttura di elevazione in acciaio strutturale mentre la struttura in fondazione, costituita da plinto su pali, sarà realizzata in cemento armato gettato in opera. Le opere strutturali civili relativi ai basamenti delle cabine elettriche, eventuali recinzioni, muri di contenimento ed eventuali tombini per attraversamenti idraulici, saranno realizzate in cemento armato gettato in opera.

1.d.1 Descrizione tecnica dell'aerogeneratore previsto in progetto

L'aerogeneratore previsto ha una potenza nominale di 6,6 MW ed è del tipo Siemens Gamesa SG 170 (o similare) con altezza al mozzo pari a 115 m. Il rotore è ad asse orizzontale ed è costituito da tre pale collegate al mozzo. Le pale sono controllate dal sistema di ottimizzazione basato sul posizionamento ottimizzato delle stesse in funzione delle varie condizioni del vento. Il diametro del rotore è pari a 170 m con area spazzata pari a circa 22.690 m^2 e verso di rotazione in senso orario con angolo di tilt pari a 6°.

Le pale sono realizzate in fibra di vetro CRP (Carbon Reinforced Plastic) e sono costituite da due gusci di aerazione legati ad un fascio di supporto o con struttura incorporata. Il mozzo è in ghisa, supporta le tre pale e trasferisce le forze reattive ai cuscinetti e alla coppia al cambio tramite l'albero principale (anch'esso in ghisa) di acciaio. L'accoppiamento rende possibile il trasferimento dalla rotazione a bassa velocità del

rotore a quella ad alta velocità del generatore. Il freno a disco idraulico è posizionato nella parte posteriore del cambio. La torre di sostegno, con altezza complessiva di circa 115 m, è del tipo tubolare a cinque trami tra loro ancorati in verticale con unioni bullonate. L'aerogeneratore opera a seconda della forza del vento; al di sotto di una certa velocità, detta di cut-in, la macchina è incapace di partire; perché ci sia l'avviamento è necessario che la velocità raggiunga tale soglia che nel caso dell'aerogeneratore di progetto è pari a 3 m/s. Durante il funzionamento la velocità del vento "nominale" è la minima velocità del vento che permette alla macchina di fornire la potenza di progetto; tale velocità è pari a 3 m/s. Ad elevate velocità (25 m/s) l'aerogeneratore viene posto fuori servizio per motivi di sicurezza (velocità di cut-off).

1.d.2 Descrizione delle opere di fondazione

Le fondazioni degli aerogeneratori sono delle strutture realizzate in opera per il trasferimento al terreno di fondazione delle sollecitazioni derivanti dalle strutture in elevazione. In questa fase progettuale si rappresenta l'ipotesi progettuale nella configurazione plinto su pali realizzato in cemento armato. L'esatto dimensionamento geometrico e meccanico dell'opera di fondazione sarà possibile solo in fase di progettazione esecutiva supportata da una campagna più approfondita delle caratteristiche geo-meccaniche del terreno e da una esaustiva progettazione geotecnica.

In generale, la quota di imposta delle fondazioni è prevista ad una profondità non inferiore a 3 metri rispetto all'attuale piano campagna. Le operazioni di scavo saranno eseguite da idonei mezzi meccanici evitando scoscendimenti e frane dei territori limitrofi e circostanti.

Successivamente alla fase di scavo saranno realizzati i pali di fondazione, lo strato di calcestruzzo magro, la carpenteria e successivo getto del calcestruzzo a resistenza meccanica adeguatamente calcolata in fase di progettazione esecutiva.

Resta inteso che gli eventuali fronti di scavo saranno opportunamente inerbiti allo scopo di ridurre l'effetto erosivo dovuto alla presenza di acque meteoriche le quali saranno idoneamente canalizzate e convogliate negli impluvi naturali esistenti.

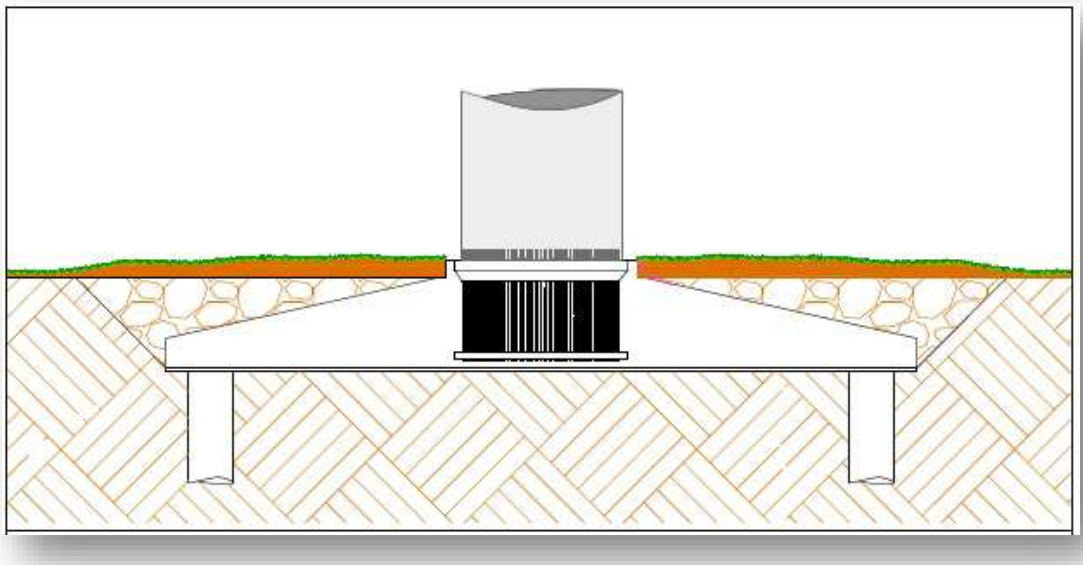


Figura 17 - Schema rappresentativo della fondazione tipo

Dal predimensionamento eseguito è risultato idoneo un plinto circolare con diametro esterno pari a 24,50 m e colletto di diametro pari a 7,10 m.

Il plinto presenterà altezza massima di circa 410 cm con minima zattera di circa 50 cm nella parte bassa e colletto di sormonto anch'esso avente altezza di circa 50 cm. L'area della piastra di fondazione al di là della base è coperta da materiale di recupero con massa volumica a secco di 18 kN/m2. La fondazione è rinforzata in direzione radiale e circonferenziale con armatura metallica. Si prevede di realizzare plinti su pali, in funzione delle analisi geologiche e geotecniche espletate in fase esecutiva. L'effettivo dimensionamento ed il relativo calcolo analitico delle armature è rimandato alla relazione specialistica di calcolo strutturale allegata al progetto esecutivo.

Le opere di fondazione previste per le infrastrutture riguardano prevalentemente piastre in c.a. per opere quali cabine, edificio di controllo, elementi tralicciati in sottostazione etc. che non presentano particolare complessità costruttiva e di calcolo, né tanto meno comportano rilevanti movimenti terra, pertanto saranno meglio definite in fase esecutiva del progetto.

1.d.3 Materiali

I materiali previsti in progetto comprendono calcestruzzo in opera e acciaio in opera.

CALCESTRUZZO IN OPERA

Il calcestruzzo utilizzato in opera sarà di diversa fattura a seconda dei casi di utilizzo dello stesso, infatti verrà utilizzato cls ordinario di classe C20/25 per la realizzazione dei pali di fondazione a servizio degli aereogeneratori, nonché di tutte le strutture facenti parte la sottostazione. Mentre per la piastra di base, su cui sarà innestata la torre eolica, verrà utilizzato un cls di classe C35/40. Per il piedistallo di alloggiamento della torre, verrà utilizzato un cls di classe C40/50.

Il calcestruzzo ordinario utilizzato in opera sarà di tipo normale avente massa volumica, dopo essiccazione a 105 °C, compresa fra 2000 e 2600 kg/m3.

Dovrà essere garantita, unitamente alla resistenza, la durabilità delle strutture in conglomerato cementizio. Pertanto, nel caso di calcestruzzi a "prestazione garantita" (UNI EN 206-1), dovranno essere rispettate anche le prescrizioni relative alla composizione ed alle caratteristiche del conglomerato fresco ed indurito, nonché quant'altro esplicitamente o implicitamente contenuto nella documentazione tecnica di progetto.

Per i soli calcestruzzi di sottofondazione (indicati anche come "magroni"), è possibile produrre miscele a dosaggio con Rck >15 N/mm2.

I materiali impiegati per il confezionamento del calcestruzzo sono: aggregato di inerti (sabbia e ghiaia o pietrisco), pasta di cemento (cemento e acqua) ed eventuali additivi:

- ***Aggregati di inerti*** **-** Si utilizzeranno aggregati di massa volumica normale compresa fra 2000 e 3000 kg/mc. Gli inerti in genere dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dalla normativa vigente e dalle UNI EN 12620. Dovrà essere attentamente analizzata la possibilità di insorgenza di reazioni tipo "ASR" (alcali silice), prendendo tutti i provvedimenti e le precauzioni indicate nella UNI EN 206-1, nella UNI 8520/22:2002 e nella UNI 8981-8:1999;
- ***Cementi*** - I cementi devono rispettare le norme, le indicazioni, le caratteristiche e le prescrizioni contenute nella UNI EN 197/01 e nelle normative Legge 26/05/1965 n. 595 e DM 03/06/1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi";
- ***Acqua*** - L'acqua di impasto dovrà ottemperare alle prescrizioni della UNI EN 1008:2003 o presentare, in alternativa, un tenore di sali disciolti minore dello 0.2% in peso. Per le acque non provenienti dai normali impianti di distribuzione di acqua potabile, si dovrà stabilirne l'idoneità mediante gli esami necessari per rilevare la presenza di sostanze con influenza negativa sui

fenomeni di presa e indurimento del calcestruzzo, nonché sulla durabilità. L'acqua dovrà essere comunque limpida, incolore, inodore e sotto agitazione non dovrà dare luogo a formazione di schiume persistenti;

- ***Additivi*** - Gli additivi dovranno corrispondere alle prescrizioni delle UNI 7110:1972, UNI EN 934-2:2002, UNI 10765:1999, UNI EN 480-8:1998, UNI EN 480-10:1998. Gli additivi eventualmente utilizzati dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche finali dei manufatti ed essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di un Laboratorio Ufficiale da sottoporre al giudizio del Direttore dei Lavori, di rispondere ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti;
- ***Calcestruzzo*** **-** Il calcestruzzo potrà essere confezionato con processo industrializzato in uno stabilimento esterno o in cantiere secondo quanto indicato nelle Norme Tecniche delle Costruzioni e nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004;

ACCIAIO D'ARMATURA IN OPERA

L'acciaio da utilizzare deve provenire da uno stabilimento qualificato e deve essere controllato in stabilimento secondo le procedure descritte dalle norme tecniche. Deve quindi essere sempre marchiato ed accompagnato dalla relativa documentazione, in particolare:

- dichiarazione di conformità CE o attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale riportanti un timbro in originale e almeno la data di spedizione ed il destinatario;
- documento di trasporto che indichi lo stabilimento di provenienza, le dimensioni, il tipo, la quantità ed il destinatario.

Nel caso di acciaio lavorato in centri di trasformazione questi ultimi sono tenuti ad effettuare i controlli previsti nelle Norme Tecniche e ad accompagnare la fornitura in cantiere con:

- Documento di trasporto con dichiarazione degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- Attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata.

1.e Descrizione delle opere architettoniche

Le opere architettoniche previste nel presente progetto sono allocate all'interno dell'area recintata dell'edificio di controllo e dell'impianto di accumulo dell'energia prodotta. Di seguito si descrivono le principali opere previste.

- Piattaforme
- Fondazioni
- Drenaggio di acqua pluviale
- Canalizzazioni elettriche
- Recinzione

L'edificio di controllo sarà composto dai seguenti vani:

- Locale celle Alta Tensione (AT);
- Locale celle Bassa Tensione (BT) e trafo AT/BT;
- Locale Gruppo Elettrogeno;
- Locale Comando e Controllo;
- Locale servizi igienici;
- Magazzino.

1.e.1 Strutture costituenti il sistema di accumulo dell'energia

L'intervento prevede un'area da destinare al sistema di accumulo di parte dell'energia prodotta mediante l'impiego di soluzioni dotate di inverter con batteria (Storage). Detto sistema, ubicato nelle immediate vicinanze della stazione elettrica TERNA, prevede la dislocazione di containers e altri apparati elettromeccanici (inverters, trasformatori e quadri) all'interno del perimetro recintato da rete metallica secondo quanto riportato nelle tavole allegate. Dal punto di vista architettonico tali strutture sono quindi rappresentate prevalentemente da containers standard dislocati in area recintata.

1.f Descrizione delle opere elettriche

Gli impianti elettrici sono costituiti da:

- *Parco Eolico*: composto da n°7 aerogeneratori della potenza unitaria di 6,6 MW che convertono l'energia cinetica del vento in energia elettrica per mezzo di un generatore elettrico. Un trasformatore elevatore 0,690/36 kV porta la tensione al valore di trasmissione interno dell'impianto;
- *Linee interrate in AT a 36 kV*: convogliano la produzione elettrica degli aerogeneratori alla Cabina di Consegna;
- *Cabina di Consegna*: raccoglie le linee in AT a 36 kV per la successiva consegna alla rete AT. In questa cabina vengono posizionati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta;
- *Sistema di accumulo:* della potenza di 10 MW, con capacità di 40 MWh;
- *Cavidotto di consegna a 36 kV*: cavo di collegamento a 36 kV tra la Cabina di Consegna e la futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 150/36 kV della RTN.

La rete di alta tensione a 36 kV dell'impianto eolico sarà composta da n° 3 circuiti con posa completamente interrata, a cui va aggiunto una breve linea a 36 kV per l'impianto di accumulo.

La rete a 36 kV sarà realizzata per mezzo di cavi unipolari del tipo ARP1H5E (o equivalente) con conduttore in alluminio. Le caratteristiche elettriche di portata e resistenza dei cavi in alluminio sono riportate nella seguente tabella (portata valutata per posa interrata a 1,2 m di profondità, temperatura del terreno di 20° C e resistività termica del terreno di 1 K m /W):

Sezione **[mm²]**	**Portata** **[A]**	**Resistenza** **[Ohm/km]**
150	328	0,262
500	643	0,084
630	735	0,061

***Tabella 4* - Caratteristiche elettriche cavo MT**

I cavi verranno posati con una protezione meccanica (lastra o tegolo) ed un nastro segnalatore. Su terreni pubblici e su strade pubbliche la profondità di posa dovrà essere comunque non inferiore a 1,2 m previa autorizzazione della Provincia. I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata. Mantenendo valide le ipotesi di temperatura e resistività del terreno, i valori di portata indicati nel

precedente paragrafo vanno moltiplicati per dei coefficienti di correzione che tengono conto della profondità di posa di progetto, del numero di cavi presenti in ciascuna trincea e della ciclicità di utilizzo dei cavi.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi. Per i condotti e i cunicoli, essendo manufatti edili resistenti non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare. Lo stesso dicasi per i tubi 450 o 750, mentre i tubi 250 devono essere posati almeno a 0,6 m con una protezione meccanica.

In questi casi si applicheranno i seguenti coefficienti:

- lunghezza $\leq$ 15m: nessun coefficiente riduttivo,
- lunghezza $\geq$ 15 m: 0,8 m,
- Si installerà una terna per tubo che dovrà avere un diametro doppio di quello apparente della terna di cavi.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

La rete di terra sarà costituita dai seguenti elementi:

- anello posato attorno a ciascun aerogeneratore (raggio R=15 m),
- la corda di collegamento tra ciascun anello e la Cabina di Consegna (posata nella stessa trincea dei cavi di potenza),
- maglia di terra della Cabina di Consegna.

La rete sarà formata da un conduttore nudo in rame da 50 mm^2 e si assumerà un valore di resistività ρ del terreno pari a 150 Ωm.

La Cabina di Consegna è necessaria per raccogliere le linee a 36 kV provenienti dal parco eolico e permettere l'immissione dell'energia prodotta nella rete di TERNA.

La corrente massima di esercizio in AT è di 949 A, corrispondente al regime di piena potenza del PE e del BESS, inferiore alle correnti nominali degli apparati e dei conduttori utilizzati.

Il sistema è costituito da:

- N°1 cella con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione della linea di consegna a TERNA,
- N°3 celle con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione della rete a 36 kV del Parco Eolico,

- N°1 cella con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione per la reattanza shunt,
- N°1 cella con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione per il sistema di accumulo,
- N°1 celle di misura (opzionale),
- N°1 cella con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari.

La Cabina di Consegna verrà collegata alla nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 150/36 kV della RTN per mezzo di un breve tratto di linea interrata a 36 kV della lunghezza di circa 150 m.

Verranno utilizzate due terne di cavi unipolari RG7H1R (o equivalente) di sezione complessiva pari a 1260 mm^2, in parallelo con posa diretta nel terreno.

1.g Il sistema di accumulo

L'impianto eolico sarà dotato di un sistema di accumulo della potenza di 10 MW ed una capacità di 40 MWh. Il layout prevede la disposizione di n. 15 battery container (dim. 6,058 m x 2,438 m x 2,591 m), n. 1 common container (dim. 6,058 m x 2,438 m x 2,591 m), n. 3 inverter e n. 2 trasformatori, il tutto all'interno di un'area recintata avente un'area di circa 2.500 m^2. L'impianto di accumulo potrà operare come sistema integrato all'impianto al fine di accumulare una parte della produzione del medesimo, non dispacciata in rete e rilasciarla in orari in cui l'impianto non è in produzione o ha una produzione limitata.

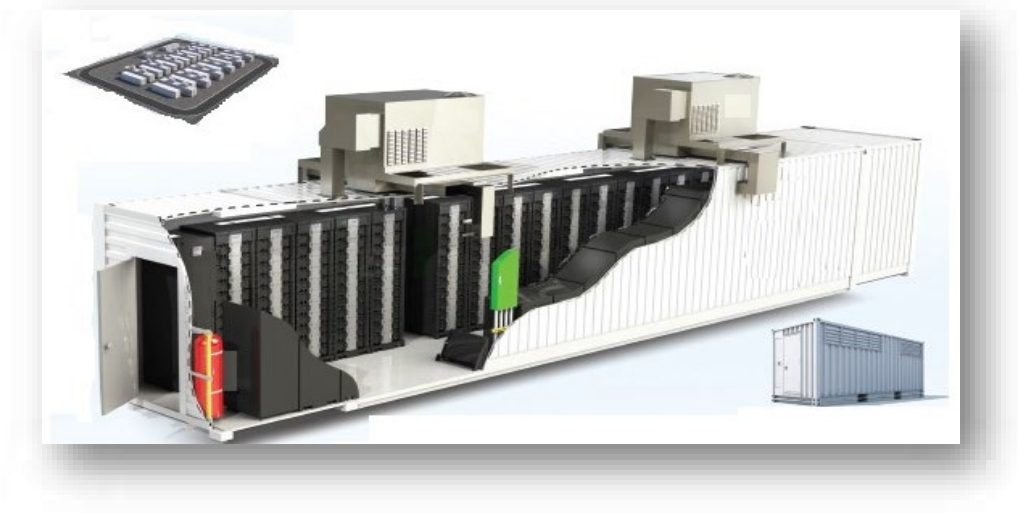


Figura 18 – Spaccato container tipo storage

Nel PNIEC è indicato come obiettivo al 2030 la realizzazione di 6 GW di sistemi di accumulo per abilitare la Transizione Energetica: tra di essi, sebbene sia previsto che la quota maggiore sia coperta da impianti di pompaggio, un ruolo rilevante è ricoperto anche dai sistemi di accumulo elettrochimico, anche noti come Energy Storage Systems (ESS) o semplicemente batterie.

Se diverse tecnologie FRNP (PV, Wind onshore, ecc.) risultano ormai mature, con migliaia di MW installati sul territorio nazionale, al contrario le realizzazioni di batterie di grande taglia sono ancora poco diffuse, pur essendo alcune tecnologie già sviluppate ed affidabili.

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

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

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

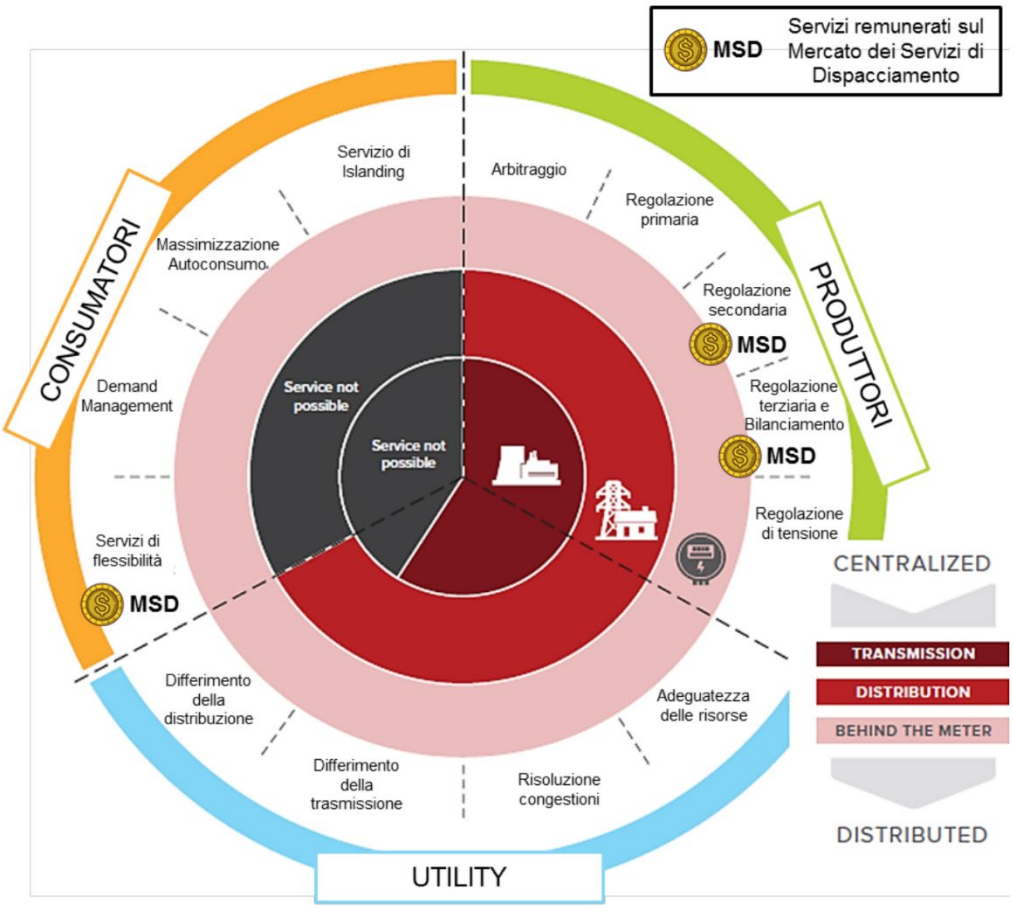


Figura 19 - I diversi servizi erogabili dai sistemi Storage

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

- Arbitraggio: differimento temporale tra produzione di energia (ad esempio da fonte rinnovabile non programmabile, FRNP) ed immissione in rete della stessa, per sfruttare in maniera conveniente la variazione del prezzo di vendita dell'energia elettrica;
- Regolazione primaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata in funzione del valore di frequenza misurabile sulla rete e avente l'obiettivo di mantenere in un sistema elettrico l'equilibrio tra generazione e fabbisogno;
- Regolazione secondaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata sulla base di un segnale di livello inviato da Terna e avente l'obiettivo di ripristinare gli scambi di potenza alla frontiera ai valori di programma e di riportare la frequenza di rete al suo valore nominale;
- Regolazione terziaria e Bilanciamento: regolazione manuale dell'erogazione di potenza attiva effettuata a seguito di un ordine di dispacciamento impartito da Terna e avente l'obiettivo di:
    - ristabilire la disponibilità della riserva di potenza associata alla regolazione secondaria;
    - risolvere eventuali congestioni;
    - mantenere l'equilibrio tra carico e generazione.
- Regolazione di tensione: regolazione dell'erogazione di potenza reattiva in funzione del valore di tensione misurato al punto di connessione con la rete e/o in funzione di un setpoint di potenza inviato da Terna.

1.g.1 Le principali caratteristiche del progetto di storage

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo.

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

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

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

L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. Le batterie vengono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti, e sono installate all'interno di container (di tipo marino modificati per l'uso come cabine elettriche).

La capacità del BESS è scelta in funzione al requisito minimo per la partecipazione ai mercati del servizio di dispacciamento, che richiede il sostenimento della potenza offerta per almeno 2 ore opportunamente sovradimensionata per tener conto delle dinamiche intrinseche della tecnologia agli ioni di litio (efficienza, energia effettivamente estraibili), mentre la potenza de sistema viene dimensionata rispetto alla potenza dell'impianto eolico:

- Secondo la letteratura la potenza nominale del BESS risulta ottimale attorno a circa il 33% della potenza nominale dell'impianto, portando la scelta per tale progetto a circa 10 MW (potenza del parco pari a 30 MW);
- La capacità della batteria per garantire il funzionamento pari a 2 h risulta: 20 MWh.

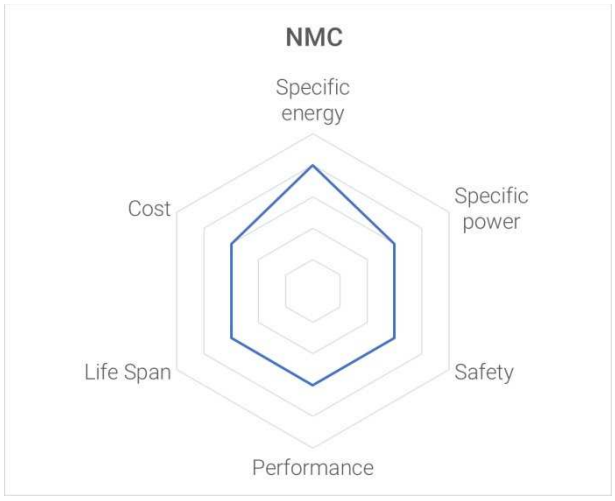
1.g.1.1 Sistema di batterie

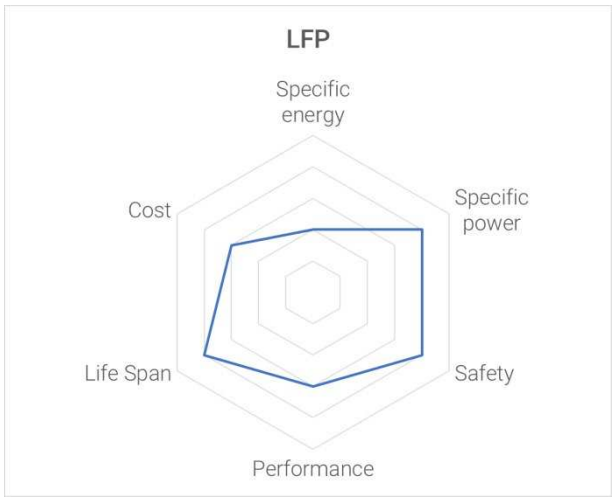
Il sistema di accumulo sarà basato sulla tecnologia agli ioni di litio, tra queste le principali tecnologie usate nell'ambito dell'energy storage sono:

- Litio Ossido di Manganese LMO
- Litio Nichel Manganese Cobalto NMC
- Litio Ferro Fosfato LFP
- Litio Nichel Cobalto Alluminio NCA
- Litio Titanato LTO

Di seguito sono illustrate le principali caratteristiche delle sopraindicate tecnologie:

LMO
Specific energy
Specific power
Safety
Performance
Life Span
Cost


NMC
Specific energy
Specific power
Safety
Performance
Life Span
Cost


LFP
Specific energy
Specific power
Safety
Performance
Life Span
Cost

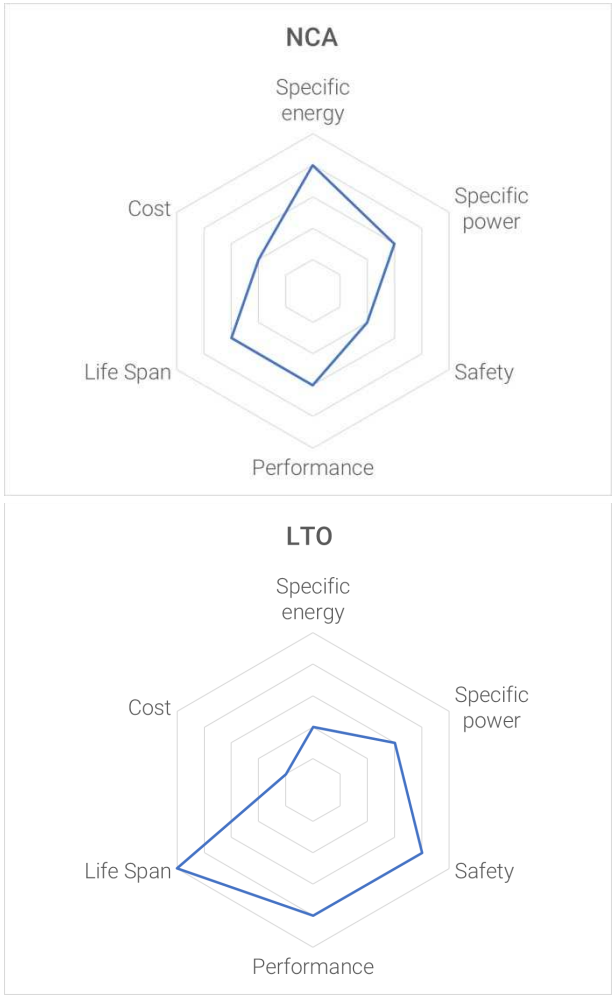


Figura 20 - Caratteristiche tecnologie litio

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

I sistemi energy storage con tecnologia al litio sono caratterizzati da stringhe batterie (denominati batteries racks) costituite dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari. Si riporta un esempio di cella, modulo batteria e rack batterie:

Figura 21 - Esempio cella batteria

Figura 22 - Esempio modulo batteria

Figura 23 - Esempio rack batterie

Infine a capo dei moduli posti in serie all'interno dei rack vi è la Battery Protection Unit (BPU) responsabile della protezione dell'intero rack contro i corto circuiti, il sezionamento del rack per eseguire la manutenzione in sicurezza, e la raccolta di tutte le informazioni provenienti dai vari moduli (temperature, correnti, tensioni, stato di carica etc). Si riporta un esempio di BPU:

Figura 24 - Esempio BPU

1.g.1.2 Convertitore di potenza

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

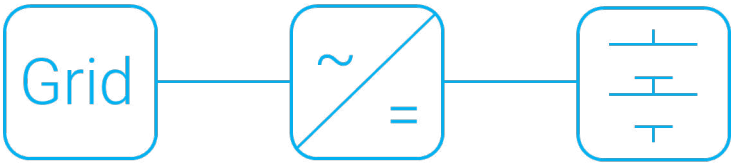


Figura 25 -Schema semplificato di un convertitore monostadio

Tali convertitori possono essere installati direttamente all'interno di container oppure realizzati in appositi skid esterni, come i convertitori centralizzati utilizzati nei parchi fotovoltaici, si riportano due esempi:

Figura 26 - Esempio convertitore da interno

Figura 27 - Esempio convertitore da esterno

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

Figura 28 - Esempio skid conversione

1.g.1.3 Container

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

I container rispetteranno i seguenti requisiti:

- Resistenza al fuoco REI 120;
- Contenimento di qualunque fuga di gas o perdita di elettrolita dalle batterie in caso di incidente;
- segregazione delle vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante); adeguati spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno ai singoli compartimenti;
- isolamento termico in poliuretano o lana minerale a basso coefficiente di scambio termico;
- pareti di separazione tra i diversi ambienti funzionali (stanze o locali);
- porte di accesso adeguate all'inserimento / estrazione di tutte le apparecchiature (standard ISO + modifica fornitore) e alle esigenze di manutenzione;
- I locali batterie saranno climatizzati con condizionatori elettrici "HVAC". Ogni container sarà equipaggiato con minimo due unità condizionatore al fine di garantire della ridondanza;
- Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale;

- Sicurezza degli accessi: i container sono caratterizzati da elevata robustezza, tutte le porte saranno in acciaio rinforzato e dotate di dispositivi anti-intrusione a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

I container batterie e inverter saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa NTC 2018. La quota di appoggio dei container sarà posta a circa 25 cm dal piano di campagna, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia.

La superficie della piazzola di collocamento dei container sarà ricoperta con ghiaia. Si prevede che il percorso di accesso ai container (corridoio centrale tra le due file e zona perimetrale) potrà essere pavimentato con una semplice soletta in calcestruzzo tipo marciapiede.

1.g.1.4 Collegamenti elettrici

I tratti di interconnessione tra i container saranno realizzati con tubi interrati, tipo corrugato doppia parete; nei punti di ingresso/uscita attraverso i basamenti dei container o tubi che saranno annegati nel calcestruzzo o tramite cavidotti. Saranno inoltre previsti pozzetti intermedi in cemento armato con coperchio carrabile, dimensioni indicative 1000x1000x800 mm

Tutti gli impianti elettrici saranno realizzati a regola d'arte, progettati e certificati ai sensi delle norme CEI EN vigenti.

Le sezioni dell'impianto di accumulo saranno collegate all'impianto di terra della sottostazione tramite appositi dispersori.

1.g.1.5 Sistema antincendio

Sarà progettato e certificato in conformità alla regola dell'arte e normativa vigente. Il sistema, che sarà interfacciato con la centrale di allarme presente nella sala controllo del CCGT, ha il compito di valutare i segnali dei sensori di fumo/termici e:

- allertare le persone in caso di pericolo;
- disattivare gli impianti tecnologici;
- attivare i sistemi fissi di spegnimento;

Le principali caratteristiche sono:

- i locali batterie saranno protetti da sistema di estinzione, attivato automaticamente dalla centrale antincendio in seguito all'intervento concomitante di almeno 2 sensori su 2;

- il fluido estinguente sarà un gas caratterizzato da limitata tossicità per le persone e massima sostenibilità ambientale, contenuto in bombole pressurizzate con azoto (tipicamente a 25 bar). Sarà di tipo fluoro-chetone 3M NOVEC 1230 o equivalente. La distribuzione è effettuata ad ugelli, e realizzerà l'estinzione entro 10 s;
- la centrale di rilevazione e automazione del sistema di estinzione e le bombole saranno installate in compartimento separato dal locale batterie, separato da setto REI 120;
- esternamente ai container saranno installati avvisatori visivi e acustici degli stati d'allarme, e sistema a chiave di esclusione dell'estinzione;
- saranno presenti pulsanti di allarme e specifiche procedure per la gestione delle eventuali situazioni di malfunzionamento in modo da escludere limitazioni alle attuali condizioni di sicurezza della centrale;
- nei locali elettrici non dotati di sistema di estinzione automatico (cabina elettrica) saranno previsti estintori a CO2.

La gestione degli apparecchi che contengono gas ad effetto serra sarà conforme alle normative F-Gas vigenti.

1.g.2 Il progetto storage

1.g.2.1 Sistema BESS

La composizione del BESS è modulare e sarà composta da otto sezioni di base; la sezione di base sarà così composta:

- 40 MWh usabili per ogni sezione posizionati all'interno di 10 container dedicati;
- 2,00 MW a 50°C composti da inverter da esterno con dispositivo di generatore (DDG) integrato, associati ad un trasformatore elevatore da 2.5 MVA.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un sistema di accumulo dell'energia (storage), posto in prossimità della Stazione Elettrica 150 kV, della potenza di 10 MW ed una capacità di 20 MWh. Il layout prevede la disposizione di n. 15 battery container (dim. 12,142 m x 2,438 m), n. 3 inverter e 2 trasformatori tutto all'interno di un'area recintata di dimensioni pari a circa 1.100 mq, secondo la disposizione riportata nella specifica tavola grafica allegata.

Il sistema di batterie, quadri elettrici e ausiliari, è interamente contenuto all'interno di cabine in acciaio galvanizzato, di derivazione da container marini per trasporto merci di misure standard 40' ISO HC (dimensioni 12,2m x 2,45m x H2,9m), opportunamente allestiti per l'utilizzo speciale.

1.h Cantierizzazione delle opere e ripristino dell'area di intervento

Le opere necessarie per il trasporto, l'installazione ed il montaggio degli aerogeneratori prevedono lo studio della rete infrastrutturale esistente e quindi la realizzazione di:

- interventi di adeguamento di strade esistenti;
- nuova viabilità interna al parco per uno sviluppo complessivo in lunghezza di circa 3.360,47 m;
- n. **7** piazzole di dimensioni adeguate per consentire il montaggio dell'aerogeneratore;
- n. **7** fondazioni in c.a.;
- un cavidotto interrato AT che convogliano la produzione elettrica degli aerogeneratori alla SET per uno sviluppo complessivo in lunghezza di circa **16,535** km;
  - le linee interrate in AT a 36 kV: convogliano la produzione elettrica degli aerogeneratori alla Stazione di elettrica di trasformazione (SE) 150/36 kV;
  - Cabina di Consegna: raccoglie le linee in AT a 36 kV per la successiva consegna alla rete AT. In questa cabina vengono posizionati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta;
  - Cavidotto di consegna a 36 kV: cavo di collegamento a 36 kV tra la Cabina di Consegna e la futura Cabina di Consegna di Trasformazione (SE) della RTN a 150/36 kV;
- impianto di accumulo elettrochimico della capacità di 10 MW/40 MWh, permette di accumulare parte dell'energia elettrica prodotta dal Parco eolico;
- Opere di rete previste nella soluzione tecnica minima generale (STMG).

Le opere in progetto potranno avere carattere provvisionale e/o definitivo in ragione della loro funzionalità relativamente alla specifica fase (cantiere, esercizio, dismissione dell'impianto).

1.h.1 Adeguamento della viabilità esterna e sistemazione della viabilità interna al parco

La viabilità necessaria al raggiungimento dell'area parco è stata verificata e/o progettata al fine di consentire il trasporto di tutti gli elementi costituenti gli aerogeneratori quali pale, trami, navicella e quant' altro necessario alla realizzazione dell'opera. Questi percorsi, valutati al fine di sfruttare quanto più possibile le strade esistenti, permettono il raggiungimento delle aree da parte di mezzi pesanti e/o eccezionali e sono progettati al fine di garantire una vita utile della sede stradale per tutto il ciclo di vita dell'opera.

Per ciò che riguarda la viabilità esterna all'area parco, al fine di limitare al minimo o addirittura escludere interventi di adeguamento, sono state prese in considerazione nuove tecniche di trasporto

finalizzate a ridurre al minimo gli spazi di manovra degli automezzi (blade lifter). Infatti, rispetto alle tradizionali tecniche e metodologie di trasporto è previsto l'utilizzo di mezzi che permettono di modificare lo schema di carico durante il trasporto e di conseguenza limitare i raggi di curvatura, le dimensioni di carreggiata e quindi i movimenti terra e l'impatto sul territorio.

Figura 29 - esempi di trasporto tradizionale e soluzione con cambio della configurazione di carico durante il percorso (blade lifter)

Relativamente alla viabilità esterna al parco, eventuali opere di adeguamento saranno riconducibili a puntuali allargamenti della sede stradale e alla stesa di materiale inerte e compattato. Inoltre, nella fase di progettazione esecutiva, e nella fase di autorizzazione al trasporto saranno eseguite le opportune verifiche sugli interventi puntuali previsti quali la rimozione temporanea di alcuni segnali stradali verticali a bordo carreggiata, rimozione temporanea dei guard-rail, abbassamento temporaneo di muretti laterali alla carreggiata ecc. Questi interventi saranno immediatamente ripristinati dopo la fine della fase di trasporto in cantiere delle turbine sempre previo coordinamento con il competente Ente gestore della strada in questione.

Le strade esistenti interne all'area parco sono state verificate e, ad eccezione di alcuni tratti da adeguare mediante la stesa di materiale inerte e compattato, di pochi interventi puntuali di allargamento della carreggiata, pulizia e/o rimodellamento delle scarpate, sono state ritenute idonee al passaggio dei mezzi di trasporto. La figura che segue mostra i tratti di strada esistente da adeguare e le aree puntuali da sistemare al fine di garantire la corretta fruibilità dei mezzi di trasporto.

Figura 30 – Schema delle aree di viabilità esistente da adeguare

Di seguito si riporta la quantificazione dei tratti e delle aree da adeguare/sistemare con il relativo computo di materiale inerte (misto) da posare.

	LUNGHEZZA [ml]	**MISTO [m^3]**
TRATTO 1	969,10	2.422,75
TRATTO 2	1710,00	4.275,00
TRATTO 3	213,00	532,50
TRATTO 4	890,30	2.225,75

	SUPERFICIE [m^2]	**MISTO [m^3]**
AREA 1	435,20	217,6
AREA 2	417,72	208,86
AREA 3	235,40	117,7
AREA 2	567,37	283,685
AREA 5	351,15	175,575
AREA 6	305,05	152,525

Alla luce di quanto sopra, è prevista la sistemazione di circa 3.782,40 ml di strada esistente oltre a circa 2.311,89 m^2 complessivi di aree per i previsti allargamenti dell'attuale sede stradale esistente, con un quantitativo di materiale inerte stimato pari a circa 2.378,28 m^3.

Il progetto prevede poi tratti di viabilità di nuova realizzazione per circa **3.360,47**, suddivisi in n. **9** assi. Le nuove strade, realizzate in misto granulometrico stabilizzato al fine di escludere impermeabilizzazione delle aree e quindi garantire la permeabilità della sede stradale, avranno le caratteristiche geometriche riportate di seguito:

- Larghezza della carreggiata carrabile**: 5,00** m;
- Raggio minimo di curvatura: **50** m;
- Raccordo verticale minimo tra livellette: **500** m;
- Pendenza massima livelletta: **5** %;
- Pendenza trasversale carreggiata: **2**% a sella d'asino;
- Dimensionamento e sviluppo di cunette idoneo (vedere relazione idraulica);

ciò al fine di soddisfare tutti i requisiti richiesti dalle ditte fornitrici delle turbine e dalle ditte di trasporto in termini di percorribilità e manovra.

Il pacchetto stradale dei nuovi tratti di viabilità sarà composto dai seguenti strati: fondazione realizzata con idoneo spaccato granulometrico proveniente da rocce o ghiaia, posato con idoneo spessore, mediamente pari a 70 cm eventualmente anche con l'impiego di leganti naturali e/o artificiali.

Le strade interne al parco devono comunque sopportare un carico minimo di:

- 2 kg/cm^2 nel caso di gru cingolate;
- 22,5 t/asse nel caso di gru mobile;
- 24,5 t/asse nel caso di gru telescopica mobile;
- 14,7 t/asse nel caso di gru mobile telescopica pre-istallata.

Il modulo di elesticità sarà misurato dal modulo di compressibilità del secondo ciclo dalla prova del piatto di carico secondo DIN 18134 e in ogni caso maggiore di 50 MPa.

I profili longitudinali sono stati progettati in maniera da garantire i seguenti gradienti di pendenza impiegando eventualmente calcestruzzo migliorato o betonaggio qualora

- La livelletta in rettilineo presenti pendenze superiori al 10 %;
- La livelletta in curva presenti pendenze superiori al 7 %;

Pertanto, esclusivamente nei brevi tratti aventi pendenze superiori ai limiti sopra indicati è prevista la realizzazione di pavimentazione in conglomerato *temporanea* (da rimuovere nella fase di sistemazione finale del sito) necessaria a garantire il giusto grip ai mezzi pesanti. Dette soluzioni verranno

opportunamente analizzate in fase di progettazione esecutiva in relazione alle specifiche tecniche dei mezzi di trasporto.

In corrispondenza di impluvi saranno realizzate idonee opere di drenaggio e convogliamento delle acque meteoriche.

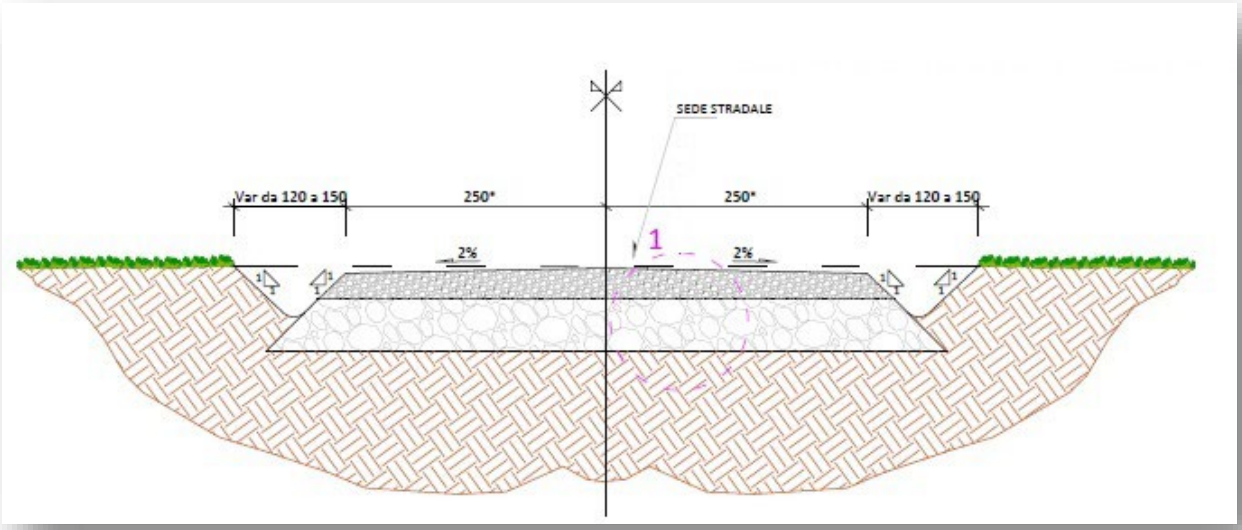


Figura 31 – sezione stradale tipo

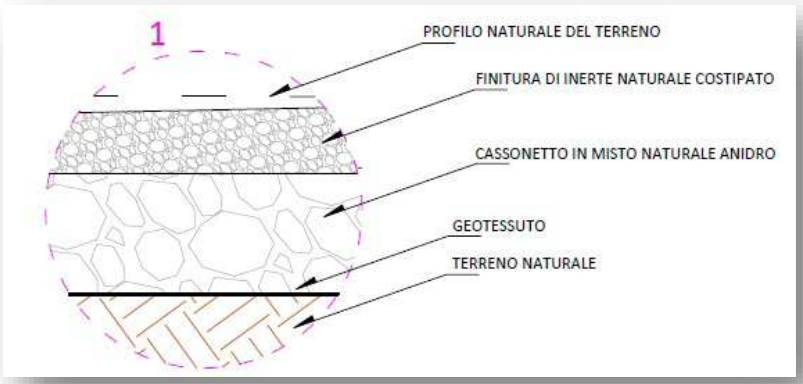


Figura 32 - schema rappresentativo del pacchetto stradale

Le nuove sedi stradali sono state progettate in maniera da seguire il più possibile l'andamento naturale del terreno, sono state escluse aree franose nel rispetto delle indicazioni derivanti dalle indagini geologiche ed infine sono state completate da opere accessorie quali sistemi di convogliamento, raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

1.h.1.1 Movimenti terra

I movimenti terra in cantiere riguardano le operazioni di scotico e preparazione del terreno nelle aree di intervento (aree parco, zona sottostazione elettrica con centrale di accumulo adiacente), limitate opere di scavo per la realizzazione delle fondazioni, per la sistemazione delle viabilità interne e delle piazzole di montaggio e realizzazione di trincee per la posa di elettrodotti interrati per il vettoriamento alla stazione di trasformazione, in parte su strada esistente ed in limitati tratti su terreno agricolo a bordo particella di confine.

Gli scavi, sia a sezione ampia che obbligata, saranno effettuati con mezzi meccanici, evitando scoscendimenti e franamenti. Di seguito si riassumono in tabelle i volumi di movimento terra quantificati per le opere in progetto:

Di seguito si riassumono in tabelle i volumi di movimento terra quantificati per le opere in progetto:

a) Movimenti terra opere temporanee (viabilità di cantiere, piazzole temporanee, scavi per opere di fondazioni, area accumulo)

descrizione dell'opera	Volume di scavo [m³]	Volume di rilevato [m³]	Volume di terreno proveniente dallo scotico [m³]	Esubero volume di cantiere [m³]
Asse WTG.01	5.334,73	511,03	1.376,55	3.447,15
Asse WTG.02	6.001,97	15,21	1.251,73	4.735,03
Asse WTG.03	5.402,36	97,40	1.455,74	3.849,22
Asse WTG.04	3.420,11	444,73	891,71	2.083,67
Asse WTG.05	4.333,44	0,88	903,42	3.429,15
Asse WTG.06	4.626,17	20,14	895,85	3.710,18
Asse WTG.07	3.074,96	192,87	890,02	1.992,07
Stima maggiorazione volume di rinterro per compattazione	-	256,00	-	-
Totale movimenti terra aree di cantiere	**32.193,74**	***1.538,25***	**7.665,02**	**22.990,47**

Tabella 5 **- Riepilogo volumi di movimenti terra nella fase di cantiere - strade e piazzole**

descrizione dell'opera	Volume di scavo [m³]	Volume di rinterro [m³]	Esubero volume di cantiere [m³]
Plinto e palificate WTG.01	3.716,89	2.315,25	1.401,64
Plinto e palificate WTG.02	3.716,89	2.315,25	1.401,64
Plinto e palificate WTG.03	3.716,89	2.315,25	1.401,64
Plinto e palificate WTG.04	3.716,89	2.315,25	1.401,64
Plinto e palificate WTG.05	3.716,89	2.315,25	1.401,64
Plinto e palificate WTG.06	3.716,89	2.315,25	1.401,64
Plinto e palificate WTG.07	3.716,89	2.315,25	1.401,64
Totale movimenti terra aree di cantiere	**26.018,23**	**16.206,75**	**9.811,48**

Tabella 6 **- Riepilogo volumi di movimenti terra nella fase di cantiere - opere di fondazioni**

descrizione dell'opera	Volume di scavo	Volume di rinterro	Esubero volume di cantiere
	[m³]	[m³]	[m³]
Realizzazione area Accumulo	1.250,00	500,00	750,00
Realizzazione area Trasbordo	2.500,00	1.000,00	1.500,00
Totale movimenti terra aree di cantiere	**3.750,00**	**1.500,00**	**2.250,00**

Tabella 7 **- Riepilogo volumi di movimenti terra nella fase di cantiere - sistemazione area accumulo**

b) Movimenti terra opere di sistemazione finale del sito (viabilità definitiva, piazzole definitive e ripristini vari)

descrizione dell'opera	TERRENO DISPONIBILE		TERRENO NECESSARIO		Esubero volume da conferire a discarica
	Volume di terreno in esubero proveniente dalle lavorazioni di cantiere	Volume di terreno proveniente da scotico preventivamente conservato	Volume di terreno riutilizzato per il ripristino delle zone temporanee	Volume di terreno riutilizzato per la sistemazione finale delle scarpate come terreno vegetale	
	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
Asse WTG.01	22.990,47+9.811,48+2.250,00		494,66	176,81	*35.051,94+7.665,02-9.863,27-488,63*
Asse WTG.02			1.545,44	36,65	
Asse WTG.03			573,34	118,78	
Asse WTG.04			2.225,18	65,25	
Asse WTG.05			1.996,76	16,68	
Asse WTG.06			2.076,46	42,10	
Asse WTG.07			951,44	32,28	
Totale movimenti terra finale	***35.051,95***	**7.665,02**	***9.863,27***	**488,63**	**32.365,07**

Tabella 8 **- Riepilogo volumi di movimenti terra finali - sistemazione finale del sito**

Le tabelle riepilogative di cui sopra riportano la quantificazione dei movimenti terra derivanti dalle lavorazioni necessarie alla realizzazione delle opere civili di cui al presente progetto.

Nella fase di cantierizzazione del sito (realizzazione della viabilità, realizzazione delle opere di fondazione, realizzazione delle piazzole temporanee, realizzazione dell'area accumulo) verrà movimentata una quantità di terreno per come sopra calcolata. Detti volumi verranno in parte conservati nell'area di stoccaggio (preventivamente livellata mediante parte del volume di terreno proveniente dagli scavi) al fine del riutilizzo nella fase di sistemazione finale del sito. In particolare, verranno conservati separatamente i volumi della coltre superficiale (scotico) al fine di riutilizzarli nella fase di sistemazione delle scarpate come terreno vegetale eventualmente trattati con aggiunta di Compost.

La compensazione tra scavi e rinterri effettuate per la sistemazione finale del sito hanno consentito un parziale riutilizzo del terreno proveniente dallo scavo. In particolare, il calcolo dimostra un esubero teorico quantificato in circa *32.365,06* m^3 da conferire a discarica o impianto specializzato per il riutilizzo. Il calcolo teorico dell'esubero tiene conto di una stima cautelativa della diminuzione dei volumi dovuti alla compattazione dei rilevati mediante mezzi meccanici e pertanto il volume quantificato quale esubero subirà certamente una riduzione dovuta all'addensamento realizzato dai rulli vibranti per il raggiungimento delle caratteristiche richieste in funzione dei carichi previsti per la viabilità.

La caratterizzazione ambientale sarà eseguita mediante scavi esplorativi nelle zone individuate nel progetto esecutivo con sondaggi a carotaggio continuo.

L'opera in oggetto ha uno svolgimento che possiamo definire lineare, lungo il percorso delle piste di viabilità da realizzare e dei cavidotti fino alla Stazione Elettrica di trasformazione.

Lo sviluppo dei nuovi tratti di viabilità appresso quantificati, incluso le piazzole di montaggio delle turbine trattati come allargamenti della carreggiata), sono riportati di seguito così come previsto nell'allegato 2 al DPR 120/2017 in caso di opere infrastrutturali lineari, per i singoli assi e cavidotto fuori strada saranno effettuati:

- Asse 1 (L=697,07 m): N.2 punti di prelievo in corrispondenza della piazzola
- Asse 2 (L=729,58 m): N.2 punti di prelievo in corrispondenza della piazzola
- Asse 3 (L=708,35 m): N.2 punti di prelievo in corrispondenza della piazzola
- Asse 4 (L=157,09 m) : N.1 punto di prelievo in corrispondenza delle piazzola
- Asse 4 bis (L=135,84 m) : N.1 punto di prelievo in corrispondenza delle piazzola
- Asse 5 (L=269,85 m) : N. 1 punto di prelievo in corrispondenza della piazzola
- Asse 6 (L=333,04 m) : N. 1 punto di prelievo in corrispondenza della piazzola
- Asse 7 (L=157,09 m) : N. 1 punto di prelievo in corrispondenza della piazzola
- Asse 7 bis (L=172,56 m) : N. 1 punto di prelievo in corrispondenza della piazzola
- Elettrodotto interrato esterno agli assi in progetto
    - Area accumulo – incrocio A (L=2.830,23 m c.a.): N. 6 punti di prelievo
    - Incrocio A – incrocio WTG.05/06/07 (L=1.117,78 m c.a.): N. 3 punti di prelievo
    - Incrocio WTG.05/06/07 - WTG.05 (L=909,06 m c.a.): N. 2 punti di prelievo
    - Incrocio WTG.05/06/07 - WTG.07 (L=507,66 m c.a.): N. 2 punti di prelievo
    - WTG.06 – WTG.07 (L=614,02 m c.a.): N. 2 punti di prelievo
    - Incrocio A -WTG.04 (L=2.432,10 m c.a.): N. 5 punti di prelievo
    - WTG.04 – WTG.01 (L=2.818,86 m c.a.): N. 6 punti di prelievo

- WTG.01 – WTG.02/03 (L=2.065,40 m c.a.): N. 5 punti di prelievo

In corrispondenza dell'area Storage, in accordo con quanto riportato nell'allegato 2 al DPR 120/2017-tabella 2.1, saranno previsti:

- Area Storage (circa 2.500 mq): N.4 punti di prelievo

In totale saranno effettuati quindi N. 47 prelievi a copertura dell'intera opera.

Per ogni punto di prelievo saranno prelevati almeno due campioni nelle aree dove sono previsti scavi non superiori a due metri e tre campioni nelle aree nelle quali il progetto prevede scavi di profondità superiore:

- campione 1: entro il primo metro di scavo
- campione 2: nella zona di fondo scavo
- campione 3: zona intermedia tra i due

In ogni caso sarà previsto un campione rappresentativo di ogni orizzonte stratigrafico individuato ed un campione in caso di evidenze organolettiche di potenziale contaminazione.

Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio, oltre ai campioni sopra elencati, è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico.

Il prelievo dei campioni potrà essere fatto con l'ausilio del mezzo meccanico in quanto le profondità da investigare risultano compatibili con l'uso normale dell'escavatore meccanico e/o con l'ausilio di apposita carotatrice.

Le procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e l'accertamento elle qualità ambientali saranno condotte ai sensi dell'allegato 4 al DPR 120/2017. Il set analitico minimale considerato è quello riportato in Tabella 4.1 del citato DPR.

Le analisi chimiche dei campioni di terre e rocce di scavo saranno pertanto condotte sulla seguente lista delle sostanze:

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale

- Cromo VI
- Amianto

I risultati delle analisi sui campioni saranno confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Come si evince da quanto riportato nel precedente paragrafo, la quantificazione dei movimenti terra derivanti dalle lavorazioni necessarie alla realizzazione delle opere civili di cui al presente progetto è suddivisa come di seguito si riporta:

a) Nella fase di cantierizzazione del sito (realizzazione della viabilità, fondazioni, piazzole e area Accumulo e Trasbordo) viene movimentato una quantità di terreno calcolato all'incirca pari a 61.961,97 m^3. Per la sistemazione finale del sito (ripristino aree temporanee e rinterri vari) saranno necessari i seguenti quantitativi di terreno:
   - Volume di terreno riutilizzato per il rinterro delle fondazioni: 16.206,75 m^3
   - Volume di terreno necessario per i rilevati: 3.038,25 m^3
   - Volume di terreno riutilizzato per il ripristino delle zone temporanee: 9.863,27 m^3
   - Volume di terreno proveniente dallo scotico preventivamente conservato per il riutilizzo ai fini del ripristino dello strato superficiale: 488,63 m^3

   per un totale di circa 29.596,90 m^3.

b) Per la realizzazione dell'elettrodotto interrato, con un volume di movimento terra quantificato in circa 12.935,00 m^3, è previsto il totale riutilizzo delle terre a riempimento delle trincee con deposito temporaneo delle terre ad eccezione del materiale proveniente dal cassonetto stradale (fresatura della pavimentazione bituminosa), stimato in circa 1.129,26 m^3, che verrà trasportato a discarica autorizzata.

1.h.1.2 Piazzole di montaggio e aree di trasbordo

Le piazzole per lo stoccaggio ed il montaggio degli aerogeneratori presentano dimensioni minime necessarie per garantire la corretta realizzazione delle opere. In fase di cantiere le dimensioni delle piazzole sono determinate dagli spazi indispensabili per lo stoccaggio di tre trami della torre, della navicella, dell'hub e delle tre pale. E' stato necessario poi prevedere gli spazi per il montaggio della gru tralicciata e quindi per il posizionamento delle due gru di servizio.

Nella fase di esercizio questi spazi saranno ridotti alle dimensioni minime per garantire la manutenzione di ogni singolo aerogeneratore per tutta la vita utile della turbina.

Per la realizzazione delle piazzole sono necessarie le seguenti lavorazioni: scotico del terreno superficiale; spianatura per garantire le idonee pendenze; realizzazione dello strato di cassonetto ed idonea compattazione.

Si rimanda agli elaborati ***EPD0026_aA0, EPD0026_b A0, EPD0026_c A0, EPD0026_d A0, EPD0026_e A0, EPD0026_f A0, EPD0026_g A0- Planimetrie e profili delle piazzole temporanee di cantiere*** ed all'elaborato ***EPD0018 A0– Planimetria della sistemazione finale del sito*** per la situazione nella fase di esercizio dell'impianto.

1.h.2 Descrizione dei fabbisogni di materiali da approvvigionare e degli esuberi di materiale di scarto proveniente dagli scavi

In merito ai fabbisogni di materiale da approvvigionare e degli esuberi di materiale di scarto proveniente dagli scavi, nella sezione del presente progetto definitivo riguardante le strade e le piazzole sono dettagliatamente computati detti fabbisogni. In generale il progetto delle nuove sedi stradali e delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori, nonché ogni altra lavorazione che richiede opere di movimento terra, sono stati redatti cercando di compensare quanto più possibile i volumi di movimento terra nell'ambito dell'intero intervento.

In particolare sarà necessario l'approvvigionamento del materiale relativo alla realizzazione dei cassonetti stradali (misto granulometrico) proveniente da cava.

Saranno invece prevalentemente riutilizzati i volumi di scavo per compensare i rilevati considerando che per gli eventuali esuberi, questi saranno smaltiti opportunamente e nel rispetto delle normative vigenti.

E' previsto inoltre l'impiego di mezzi meccanici per la riduzione volumetrica dei sottoprodotti mirata al riutilizzo di eventuali trovanti rocciosi rinvenuti durante le operazioni di scavo.

1.h.3 Individuazione delle cave per approvvigionamento delle materie e delle aree di deposito per lo smaltimento delle terre di scarto;

Le cave per approvvigionamento delle materie necessarie alla realizzazione dell'opera saranno individuate in fase di progettazione esecutiva. In particolare saranno certamente preferite cave quanto più possibile prossime alla zona di intervento con rilevanti vantaggi in termini di ricaduta sociale, rapidità di trasporto e risparmio economico.

In merito all'individuazione delle aree di deposito per lo smaltimento delle terre di scavo, queste sono state previste all'interno della piazzola di stoccaggio. Tale scelta risulta compatibile con la

progressione delle attività di cantiere in quanto le opere di scavo saranno eseguite nelle fasi iniziali del quando le aree di piazzola non sono ancora utilizzate per il montaggio della turbina. Inoltre, essendo detti materiali di esubero quantificati in quantità ridotte, l'accumulo in piazzola non comporta particolari rischi vista anche la permanenza temporanea ridotta degli stessi.

1.h.4 Descrizione delle soluzioni di sistemazione finale proposta

Nella fase finale del cantiere è prevista la costituzione di uno strato erbaceo e/o cespuglioso al fine di garantire possibili fenomeni erosivi ai margini della viabilità e comunque in prossimità delle scarpate utilizzando il terreno vegetale proveniente dallo scotico come base per la rinaturalizzazione di tutte le scarpate sia in scavo che in rilevato.

Le piazzole definitive saranno notevolmente ridotte rispetto a quelle necessarie durante le fasi di cantiere e pertanto sarà opportunamente risistemato il terreno al fine di garantire un armonioso inserimento degli aerogeneratori all'interno del territorio.

Per ciò che concerne la sistemazione finale del sito, per come rappresentato nella tavola grafica ***EPD0018A0 – Planimetria della sistemazione finale del sito*** si è fatto riferimento ai principi e metodologie dell'Ingegneria Naturalistica applicata alle strade (fonte ISPRA – *Mitigazione a verde con tecniche di rivegetazione e ingegneria naturalistica nel settore strada*).

"L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnico - naturalistica che utilizza le piante vive autoctone negli interventi antierosivi, stabilizzanti, di consolidamento o anche di semplice rinaturazione, da sole, o in abbinamento con altri materiali tradizionali e non (legname, pietrame, biostuoie, reti metalliche, geosintetici, ecc)". Le finalità classiche dell' Ingegneria Naturalistica sono le seguenti:

1. **tecnico-funzionali**: con riferimento, ad esempio, all'efficacia antierosiva e di consolidamento di un versante franoso, di una sponda o di una scarpata stradale;
2. **naturalistiche**: in quanto non semplice copertura a verde, ma ricostruzione o innesco di ecosistemi mediante impiego di specie autoctone dei diversi stadi delle serie dinamiche della vegetazione potenziale dei siti di intervento;
3. **paesaggistiche**: di "ricucitura" al paesaggio naturale circostante, effetto strettamente collegato all'impiego di specie autoctone;
4. **economiche**: in quanto strutture competitive e alternative alle opere tradizionali (ad esempio muri in cemento armato sostituiti da palificate vive o da terre verdi rinforzate).

5. **socio-economica:** in quanto gli interventi di Ingegneria Naturalistica determinano un indotto sociale ed economico (sviluppo occupazione ambiti montani e collinari, miglioramento della qualità ambientale, gestione ecocompatibile delle risorse naturali).

L'applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica va riferita come detto alle tipologie di opere d'arte collegate alle infrastrutture stesse e alle conseguenti possibili tipologie di interventi a verde quali principalmente:

- rivegetazione e stabilizzazione di scarpate con semine potenziate, stuoie organiche, viminate vive, messa a dimora di arbusti e alberi, ecc.;
- reinserimento paesaggistico delle piazzole;

Valgono comunque alcuni principi generali nell'applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica:

- finalizzazione degli interventi di rivegetazione alla funzioni antierosiva, di stabilizzazione e di consolidamento dei corpi terrosi e dei suoli denudati legati agli interventi;
- ottenimento di tali funzioni legandole alla ricostituzione di ecosistemi locali mediante impiego di piante autoctone riferite a stadi della serie dinamica della vegetazione potenziale dei siti di intervento.

Per un efficace riutilizzo dei suoli sulle scarpate e in genere sulle superfici di intervento a verde vanno adottate alcune modalità di indagine collegate con l'esecuzione degli interventi di progetto. É importante sottolineare che un'adeguata tecnica di ripristino ambientale e delle adeguate attenzioni possono consentire l'instaurarsi di condizioni pedologiche accettabili in tempi brevi, che sono la premessa per il successo degli interventi di rivegetazione.

Una raccomandazione generale è che, quando si operano scavi partendo dalla superficie di un suolo naturale, devono essere separati lo strato superficiale (relativo agli orizzonti più ricchi in sostanza organica ed attività biologica e gli strati profondi sottostanti).

In termini assolutamente generali si possono riferire le seguenti profondità:

- dalla superficie fino a 10-20 centimetri di profondità;
- dallo strato precedente fino ai 50 (100) centimetri, o comunque sino al raggiungere il materiale inerte non pedogenizzato;
- materiale non pedogenizzato che deriva dal disfacimento del substrato

All'atto della messa in posto, i diversi strati non devono essere fra loro mescolati (in particolare i primi due con il terzo). É bene anche che nella messa in posto del materiale terroso sia evitato l'eccessivo passaggio con macchine pesanti e che siano prese tutte le accortezze tecniche per evitare

compattamenti o comunque introdurre limitazioni fisiche all'approfondimento radicale o alle caratteristiche idrologiche del suolo.

Lo stoccaggio del suolo deve tenere conto, in particolare, di evitare eccessi di mineralizzazione della sostanza organica. Si raccomanda in tal senso che gli accumuli temporanei di terreno vegetale non debbano superare i 2 - 3 metri di altezza con pendenza in grado di garantire la loro stabilità.

Per le scarpate stradali la miscelazione di diversi materiali terrosi, l'incorporazione di eventuali ammendanti e concimazione di fondo devono essere effettuati prima della messa in posto del materiale. Per garantire il successo degli interventi a verde e di tutela del suolo e per evitare l'esplosione di infestanti non gradite, debbono essere applicate alcune tecniche quali: pacciamature, semine con miscele ricche in leguminose, irrigazione e sistemazioni idraulico agrarie in genere.

Il materiale terroso ricavato è in genere comunque di quantità e qualità insufficienti all'utilizzo come copertura di suolo organico delle scarpate e va ammendato con aggiunta di Compost di qualità od altri materiali organici eventualmente disponibili.

Per quanto riguarda le modalità di analisi e acquisizione dei dati botanici si rimanda alla direttiva specifica ISPRA.

Anche se l'infrastruttura attraversa aree prive di valori naturalistici è stata comunque considerata l'opportunità di una riqualificazione del paesaggio attraversato mediante rivegetazione ai fini:

- funzionali (antierosivi, di stabilizzazione in genere);
- naturalistici di ricostituzione o innesco di formazione di nuovi habitat;
- paesaggistici.

Nella scelta delle specie vanno, inoltre, considerate le caratteristiche biotecniche delle specie cioè: capacità antierosive delle specie erbacee, tipo di radicazione e sviluppo in altezza e larghezza delle specie legnose, comportamento pioniero, possibilità di riproduzione per via vegetativa tramite talea legnosa in pieno campo, ecc..

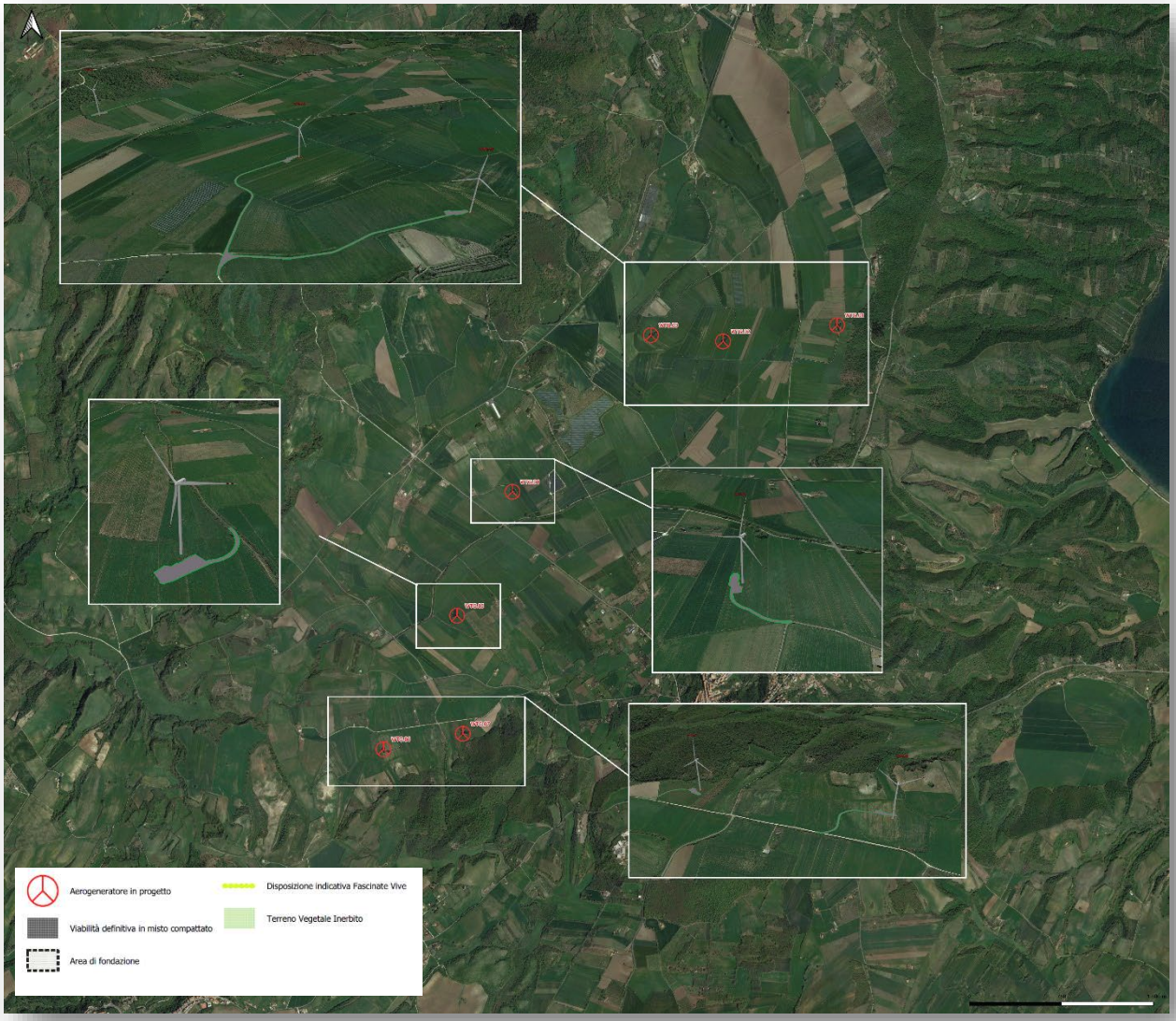


Figura 33 - Estratto elaborato Planimetria della sistemazione finale del sito

Vanno selezionate le specie arbustive più idonee all'abbinamento con le tecniche di Ingegneria Naturalistica da utilizzare nell'ambito dei singoli interventi del progetto stradale. Data la grande variabilità delle condizioni ambientali, la selezione delle specie è di fondamentale importanza per la riuscita e durata degli interventi ma anche per l'efficacia funzionale attesa dalla tecnica utilizzata.

Anche nel caso delle strutture viarie molte delle tecniche a verde rientrano nella categoria del cosiddetto "verde tecnico" (tedesco "Vegetationstechnik" tradotto letteralmente: "tecniche di vegetazione") cioè dell'uso tecnico delle piante ovvero del verde realizzato tenendo conto delle esigenze e quindi delle limitazioni funzionali indotte dalle attività umane.

Le interferenze potenziali legate allo sviluppo delle piante devono essere tenute in conto in fase di progettazione esecutiva (selezione e collocazione delle piante a lato strada), ma anche in fase di gestione prevedendo periodici interventi di manutenzione di cui si dirà al capitolo specifico.

Il processo progettuale esecutivo prevedrà la formulazione dei cosiddetti "Piani di scarpata" cioè della definizione per ogni scarpata:

- delle miscele delle specie erbacee per le semine;
- delle specie legnose di impiego distinte tra arbustive ed arboree;
- la loro collocazione quali-quantitativa sulle scarpate (sesti di impianto);
- l'abbinamento con tecniche di Ingegneria Naturalistica;
- la combinazione con materiali inerti.

Classicamente sono considerate le principali tipologie di opere d'arte delle infrastrutture stradali e in particolare: scarpate a raso o rilevato; scarpate in scavo o trincea.

a) scarpate a raso o rilevato

E' la sezione base di tutte le piattaforme stradali che fornisce la possibilità di interventi di rivegetazione su scarpate laterali mediante realizzazione di:

- semina con tecnica dei prati armati per altezze inferiori a 3 mt.

b) scarpate in scavo o trincea

Le scarpate in scavo o in trincea rappresentano una casistica molto frequente quando si cerca di bilanciare le cubature scavi/riporti per limitare i costi di approvvigionamento degli inerti da cave di prestito.

Data la natura litoide del substrato e le pendenze di scavo, di solito gli interventi a verde su tali scarpate si limitano a normali idrosemine destinate a fallimento, essendo comunque l'azione antierosiva insufficiente. Si creano problemi funzionali di erosione da ruscellamento nelle litologie meno compatte, o addirittura cedimenti superficiali difficili da ripristinare.

Pertanto anche in tali scarpate, come nel caso di scarpate a raso o rilevato, si è prevista la realizzazione di:

- fascinate vive di specie autoctone per altezza superiore ai 3 mt;
- semina con tecnica dei prati armati per altezze inferiori a 3 mt.

In generale vengono di seguito descritte le principali tipologie di interventi a verde realizzabili. Vale la prassi del "prerinverdimento", cioè di realizzare gli interventi a verde durante la costruzione della strada e non di rimandare tutte le opere a verde alla fine dei lavori di costruzione, onde poter usufruire di un

anticipo di crescita delle piante e dei cotici erbosi e quindi di una buona dotazione di verde già al momento del collaudo dell'infrastruttura.

Saranno usate miscele commerciali evitando i seguenti possibili errori:

- Semine su superfici prive di terreno vegetale o con terreno di caratteristiche scadenti;
- Interventi fuori stagione (aridità estiva, gelo invernale);
- Semine con seme di quantità/qualità insufficiente;
- Proporzioni sbagliate dei materiali costituenti l'idrosemina;
- Eccesso di concimanti con effetto pompaggio del primo anno e successiva carenza.

Sulle scarpate in rilevato possono essere effettuati interventi di rivegetazione ad arbusti secondo le seguenti modalità:

- Riporto di terreno vegetale;
- Messa a dimora di arbusti collocati a fascia ad una distanza di sgombro;

La scelta delle specie legnose deve essere coerente con la vegetazione potenziale del sito e la piantagione va essere effettuata con disposizione non geometrica e mescolando le specie a creare delle formazioni prossimo naturali e/o a macchia seriale. La messa a dimora va effettuata nei periodi stagionali favorevoli (autunno-inverno-primavera) con esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.

Ogni pianta verrà collocata in una buca predisposta di dimensione doppia della zolla o pane di terra e rincalzata con suolo organico, torba, ecc. e sarà dotata di pali tutori, dischi o teli pacciamanti per evitare la concorrenza e l'effetto soffocante derivante dalla crescita delle erbe nei primi anni, reti di protezione antifauna (solo per strade non recintate).

La piantagione di arbusti sulle **scarpate in trincea** avviene più o meno con le stesse modalità di cui al punto precedente ove sia possibile riportare terreno vegetale sulle scarpate stesse.

Il successo della crescita del verde (cotici erbosi, specie arbustive) è strettamente legato al rispetto di una serie di regole costruttive che variano per ogni struttura in base ad una serie di fattori biotici ed abiotici come di seguito sintetizzato.

- Caratteristiche microclimatiche e morfologiche: Vanno innanzitutto conosciute le caratteristiche stazionali del sito necessarie alla scelta delle specie vegetali più idonee, anche in funzione del suolo disponibile.
- Il terreno vegetale: Per una efficace riuscita del rinverdimento delle TRV va collocato uno strato di terreno vegetale a contatto con le stuoie e griglie esterne di contenimento. Succede spesso invece che gli inerti con cui è costruito il rilevato armato vengano stesi a contatto con le stuoie e

le griglie esterne venendo quindi a mancare il presupposto primo per l'attecchimento e la crescita delle piante.

1.h.5 Descrizione del ripristino dell'area di cantiere

La fase di chiusura cantiere richiede particolare attenzione per ciò che concerne il ripristino delle aree interessate dalle opere provvisorie. Dette aree, dettagliatamente riportate negli elaborati grafici allegati al presente progetto definitivo, saranno opportunamente sistemate rimuovendo ogni elemento necessario durante i lavori quali box, servizi igienici, apprestamenti provvisori per lo stoccaggio ed in generale per garantire la sicurezza del cantiere, segnaletica provvisoria e quanto altro considerato temporaneo. È evidente che ogni opera temporanea sarà opportunamente rimossa al termine delle lavorazioni e di conseguenza le aree interessate dal cantiere saranno sgomberate da ogni elemento non necessario durante la successiva fase di esercizio dell'impianto. Inoltre saranno operate delle vere e proprie azioni di mitigazione e ripristino finalizzate a ridurre gli impatti generati dalla costruzione del parco. Tali azioni di ripristino e mitigazione saranno impiegate anche per evitare fenomeni erosivi innescati dalle modifiche dell'orografia naturale dei suoli. È prevista la ricostruzione della coltre erbosa ed in generale si prevede di ripristinare quanto più possibile l'originaria conformazione delle aree cercando di armonizzare le strutture con il contesto ambientale circostante.

1.i Dismissione dell'impianto

I materiali impiegati per la costruzione dell'impianto potranno essere in gran parte riciclate; le operazioni di disattivazione e smontaggio degli apparecchi elettromeccanici compresi tutti ed aerogeneratori saranno affidate a ditte specializzate: la dismissione, il riciclo e l'eventuale smaltimento di tutto ciò che compone l'impianto eolico avverrà secondo le normative vigenti in materia di sicurezza ed ambiente.

Al termine della vita utile dell'impianto si deve procedere alla dismissione dello stesso e ripristino del sito in condizioni analoghe allo stato originario.

Un impianto eolico è un impianto ecosostenibile sotto molti punti di vista. Si calcola che una percentuale vicina al 90% dei materiali di "risulta" di un impianto eolico possa essere riciclato e/o reimpiegato in altri campi industriali.

Il "decommissioning" ovvero la dismissione completa dell'impianto include una serie di operazione che riguarderanno le tre macroaree sopra descritte al fine di riportare i siti impattati dall'impianto alle

stesse condizioni del periodo che ne ha preceduto l'installazione. Gli interventi in progetto per il *decommissioning* prevedono l'utilizzo di mezzi di cantiere quali gru, autoarticolati per trasporti eccezionali, scavatori, carrelli elevatori, camion per movimento terra e per trasporti a discarica dei materiali di risulta ed impiego della normale attrezzatura edile in cantiere. Tutta la fase di dismissione avverrà nel rispetto delle leggi vigenti in materia di salute e sicurezza nei cantieri relativi a dispositivi di protezione individuale, coordinamento delle imprese in cantiere. Lo smontaggio degli aerogeneratori avverrà sfruttando le opere realizzate in fase di realizzazione dell'opera senza bisogno di alcuni cambiamenti sostanziali, sfruttando piazzole e viabilità esistenti al tempo dell'esercizio dell'impianto.

Le attività di dismissione suddivise per macroarea sono le seguenti:

- **Aerogeneratori e piazzole**
- **Elettrodotto interrato**
- **Edificio di controllo e centrale di accumulo**

Attività	1° mese	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	6° mese
missione aerogeneratori e piazzole						
ozione viabilità interna						
ozione elettrodotto interrato						
ozione sistema di accumulo						

Figura 34 - Cronoprogramma delle attività di dismissione

1.i.1 Dismissione degli aerogeneratori

Per "aerogeneratori in tutte le componenti" si intende: la struttura dell'aerogeneratore vera e propria con tutte le sue componenti, le fondazioni e la viabilità di collegamento alla rete viaria urbana esistente.

AEROGENERATORI

La prima componente dell'impianto che verrà smantellata, una volta disconnessa, sarà l'aerogeneratore: si smonteranno dapprima tutte le strutture elettromeccaniche contenute nella torre, insieme alle scale ed agli ascensori ed i cavi. Con l'ausilio di apposite gru verrà effettuato lo smantellamento, in quest'ordine, dapprima delle pale e a seguire del rotore, navicella ed infine dei conci tubolari in acciaio (di seguito trami) che compongono la torre. Lo smaltimento delle turbine eoliche sarà

effettuato da ditte specializzate che effettueranno lo smontaggio di tutti i componenti con il conseguente trasporto in siti idonei e attrezzati per le successive fasi di recupero e smontaggio della componentistica interna. Nella tabella che segue è riassunto schematicamente quale sarà il metodo di smaltimento e riciclo per ogni singolo elemento che costituisce l'aerogeneratore:

Componente	Materiale principale	Metodi di smaltimento e riciclo
Torre		
Acciaio strutturale della torre	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Cavi della torre	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Accessori elettrici alla base della torre		
Quadri elettrici	Rame	Pulire e fondere per altri usi
	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Schede dei circuiti	Metalli differenti e rifiuti elettrici	Trattare come rifiuti speciali
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Cabina di controllo	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
Schede dei circuiti	Metalli differenti e rifiuti elettrici	Trattare come rifiuti speciali
Fili elettrici	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Trasformatore	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
	Olio	Trattare come rifiuto speciale
Rotore		
Pale	Resina epossidica fibrorinforzata	Macinare e utilizzare come materiale di riporto
Mozzo	Ferro	Fondere per altri usi
Generatore		
Rotore e statore	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Navicella		
Alloggiamento navicella	Resina epossidica fibrorinforzata	Macinare e utilizzare come materiale di riporto
Cabina di controllo	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
Schede dei circuiti	Metalli differenti e rifiuti elettrici	Trattare come rifiuti speciali
Fili elettrici	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Supporto principale	Metallo e acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Vari cavi	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Moltiplicatore di giri	Olio	Trattare come rifiuto speciale
	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi

Tabella 9 - Metodo di smaltimento e riciclo per ogni singolo elemento che costituisce l'aerogeneratore

FONDAZIONI

L'unica opera che non prevede la rimozione totale è rappresentata dalle fondazioni degli aerogeneratori; esse saranno solo in parte demolite. Nello specifico, sarà rimossa tutta la platea di fondazione, mentre per i pali di fondazione non è prevista alcuna rimozione.

La struttura in calcestruzzo che costituisce la platea verrà divisa in blocchi in maniera tale da rendere possibile il caricamento degli stessi sugli automezzi che provvederanno all'allontanamento del materiale dal sito. Le operazioni effettuate in sito per la riduzione della platea in blocchi, saranno quelle strettamente necessarie a rendere agevole il carico sui mezzi delle frazioni ottenute; in questa maniera sarà limitata il più possibile la produzione di rumore e polveri che immancabilmente si generano durante l'esecuzione di tale fase lavorativa.

I blocchi rimossi verranno caricati su automezzi e trasportati presso impianti specializzati nel recupero del calcestruzzo. Qui avverrà una frantumazione primaria mediante mezzi cingolati; tale operazione consentirà la riduzione in parti più piccole del 95% del calcestruzzo; una frantumazione secondaria seguirà per mezzo di un frantoio mobile. Questo permetterà di suddividere al 100% il calcestruzzo dal tondino di armatura. L'acciaio delle armature verrà recuperato e portato in fonderia mentre il calcestruzzo frantumato potrà essere utilizzato come materiale di riporto o inerte per la realizzazione di sottofondi, massetti e per altre varie applicazioni edili. Si procederà poi con il riporto di terreno vegetale per il riempimento dello scavo in cui insisteva la fondazione.

VIABILITA' DI SERVIZIO E PIAZZOLE PROSPICIENTI GLI AEROGENERATORI

Altro aspetto da prendere in considerazione per la dismissione è quello riguardante la rimozione delle opere più arealmente distribuite dell'impianto, e cioè le piazzole e la viabilità di nuova realizzazione per l'accesso ed il servizio dell'impianto eolico.

Questa operazione consisterà nella eliminazione della viabilità sopra descritta, mediante l'impiego di macchine di movimento terra quali escavatori, dumper e altro, riportando il terreno a condizioni tali da consentire il riuso agricolo. Le viabilità e le piazzole essendo realizzate con materiali inerti (prevalentemente misto stabilizzato per la parte superficiale e inerte di cava per la parte di fondazione) saranno facilmente recuperabili e smaltibili. Tali materiali, infatti, dopo la rimozione e il trattamento di bonifica potrebbero essere impiegati nuovamente per scopi similari, o eventualmente conferiti ad appropriate discariche autorizzate.

1.i.2 Dismissione delle linee elettriche, degli apparati elettrici e meccanici e dell'impianto di accumulo

LINEE ELETTRICHE

Con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso provvisto di rivestimento protettivo.

Il cavo risulta costituito quindi da più parti e precisamente:

- la parte metallica (il rame o altro conduttore) destinata a condurre corrente, costituita da un filo unico o da più fili intrecciati tra di loro e il conduttore vero e proprio;
- il conduttore è circondato da uno strato di materiale isolante che è formato dalla mescola di materiali opportunamente, scelti, dosati e sottoposti a trattamenti termici e tecnologici vari;
- l'insieme del conduttore e del relativo isolamento costituisce l'anima del cavo;
- un cavo può essere formato da più anime. L'involucro isolante applicato sull'insieme delle anime è denominato cintura;
- la guaina, che può essere rinforzata con elementi metallici, e il rivestimento tubolare continuo avente funzione protettiva delle anime del cavo. La guaina in generale è sempre di materiale isolante.
- talvolta i cavi sono dotati anche di un rivestimento protettivo avente una funzione di protezione meccanica o chimica come ad esempio una fasciatura o una armatura flessibile di tipo metallico o non metallico.

In tutti i loro componenti, i cavi elettrici sono composti in definitiva da plastica e rame. Il riciclaggio dei cavi elettrici viene dall'esigenza di smaltire e riutilizzare materiali che altrimenti sarebbero dannosi per l'ambiente e costosi nell'approvvigionamento. Il riciclaggio di questi componenti coinciderà con il riciclaggio della plastica e del metallo. Da un punto di vista pratico la separazione tra i diversi materiali avviene attraverso il loro passaggio in alcuni macchinari separatori. Tali macchinari separatori utilizzano la tecnologia della separazione ad aria e sono progettati appositamente per il recupero del rame dai cavi elettrici. Sfruttando la differenza di peso specifico dei diversi materiali costituenti la struttura del cavo si può separare il rame dalla plastica e dagli altri materiali.

Macchinari simili saranno utilizzati anche per lo smaltimento delle apparecchiature elettroniche quali inverter, trasformatori, quadri elettrici. Il trattamento dei rifiuti da apparecchiature elettriche (RAEE) ed elettroniche è svolto in centri adeguatamente attrezzati, autorizzati alla gestione dei rifiuti ed adeguati al "Decreto RAEE", sfruttando le migliori tecniche disponibili. Le attività di trattamento prevedono varie fasi, indicativamente:

- messa in sicurezza o bonifica, ovvero asportazione dei componenti pericolosi;
- smontaggio dei sotto-assiemi e separazione preliminare dei materiali;
- lavorazione meccanica per il recupero dei materiali.

L'attività di reimpiego delle apparecchiature dopo test di funzionamento è un'opzione prevista della normativa sui RAEE ma non esiste una normativa sulle apparecchiature immesse nuovamente sul mercato.

APPARATI ELETTRICI E MECCANICI E MPIANTO DI ACCUMULO

Parallelamente allo smontaggio degli aerogeneratori verranno dismesse tutte le strutture elettromeccaniche nonché la parte strutturale delle stesse oltre che a tutte le strutture prefabbricate costituenti l'impianto di accumulo. Le apparecchiature elettromeccaniche verranno conferite presso i centri specializzati e seguiranno il procedimento riportato nel paragrafo precedente. La struttura costituente le cabine, essendo costituita prevalentemente da cemento armato prefabbricato potrà essere smaltita seguendo lo stesso procedimento delle fondazioni degli aerogeneratori, precedentemente descritto.

In alternativa si potrebbero convertire gli edifici dei punti di raccolta delle reti elettriche e della sottostazione ad altra destinazione d'uso, compatibile con le norme urbanistiche vigenti per l'area e conservando gli elementi architettonici tipici del territorio di riferimento.

1.i.3 Conferimento del materiale di risulta agli impianti all' uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento ovvero per il recupero

Una volta separati i diversi componenti sopra elencati in base alla loro natura ed in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi, i rifiuti saranno consegnati ad apposite ditte per il riciclo e il riutilizzo degli stessi; la rimanente parte, costituita da rifiuti non riutilizzabili, sarà conferita a discarica autorizzata.

In fase di progettazione esecutiva, sarà eseguita un'indagine più approfondita sulla disponibilità recettiva di tali discariche e si procederà ad una redazione ottimale di un piano di conferimento in discarica adatto all'impianto in questione.

1.i.4 Ripristino dello stato dei luoghi post dismissione

La sistemazione delle aree per l'uso agricolo costituisce un importante elemento di completamento della dismissione dell'impianto e consente nuovamente il raccordo con il paesaggio circostante. La scelta delle essenze arboree ed arbustive autoctone, nel rispetto delle formazioni presenti sul territorio, è

dettata da una serie di fattori quali la consistenza vegetativa ed il loro consolidato uso in interventi di valorizzazione paesaggistica.

Successivamente alla rimozione delle parti costitutive l'impianto eolico è previsto il rinterro delle superfici oramai prive delle opere che le occupavano. In particolare, laddove erano presenti gli aerogeneratori verrà riempito il volume precedentemente occupato dalla platea di fondazione mediante l'immissione di materiale compatibile con la stratigrafia del sito. Tale materiale costituirà la struttura portante del terreno vegetale che sarà distribuito sull'area con lo stesso spessore che aveva originariamente e che sarà individuato dai sondaggi geognostici che verranno effettuati in maniera puntuale sotto ogni aerogeneratore prima di procedere alla fase esecutiva. È indispensabile garantire un idoneo strato di terreno vegetale per assicurare l'attecchimento delle specie vegetali. In tal modo, anche lasciando i pali di fondazione negli strati più profondi sarà possibile il recupero delle condizioni naturali originali.

Per quanto riguarda il ripristino delle aree che sono state interessate dalle piazzole, dalla viabilità dell'impianto e dalle cabine, i riempimenti da effettuare saranno di minore entità rispetto a quelli relativi alle aree occupate dagli aerogeneratori. Le aree interessate dalla viabilità verranno ricoperte di terreno vegetale lasciando la situazione orografica di progetto, oramai consolidata e dotata di un'idonea regimentazione delle acque. La sistemazione finale del sito verrà ottenuta mediante piantumazione di vegetazione in analogia a quanto presente ai margini dell'area.

Per garantire una maggiore attenzione progettuale al ripristino dello stato dei luoghi originario si potranno utilizzare anche tecniche di ingegneria naturalistica per la rinaturalizzazione degli ambienti modificati dalla presenza dell'impianto eolico. Tale rinaturalizzazione verrà effettuata con l'ausilio di idonee specie vegetali autoctone.

Le tecniche di Ingegneria Naturalistica, infatti, possono qualificarsi come uno strumento idoneo per interventi destinati alla creazione (neoecosistemi) o all'ampliamento di habitat preesistenti all'intervento dell'uomo, o in ogni caso alla salvaguardia di habitat di notevole interesse floristico e/o faunistico. La realizzazione di neo-ecosistemi ha oggi un ruolo fondamentale legato non solo ad aspetti di conservazione naturalistica (habitat di specie rare o minacciate, unità di flusso per materia ed energia, corridoi ecologici, ecc.) ma anche al loro potenziale valore economico-sociale. I principali interventi di recupero ambientale con tecniche di Ingegneria Naturalistica che verranno effettuati sul sito che ha ospitato l'impianto eolico sono costituiti prevalentemente da:

- semine (a spaglio, idrosemina o con coltre protettiva);
- semina di leguminose;

- scelta delle colture in successione;
- sovesci adeguati ;
- incorporazione al terreno di materiale organico, preferibilmente compostato, anche in superficie;
- piantumazione di specie arboree/arbustive autoctone;
- concimazione organica finalizzata all'incremento di humus ed all'attività biologica.

Gli interventi di riqualificazione di aree che hanno subito delle trasformazioni, mediante l'utilizzo delle tecniche di Ingegneria Naturalistica, possono quindi raggiungere l'obiettivo di ricostituire habitat e di creare o ampliare i corridoi ecologici, unendo quindi l'Ingegneria Naturalistica all'Ecologia del Paesaggio.

1.l Disponibilità aree ed individuazione interferenze

1.l.1 Accertamento in ordine alla disponibilità delle aree ed immobili interessati dall'intervento

In merito alle aree interessate dagli aerogeneratori il proponente ha sottoscritto regolari contratti preliminari per la costituzione del diritto di superficie mentre sulle restanti aree sono in corso trattative economiche con i rispettivi privati proprietari dei terreni precisando che in caso di mancato buon esito di dette trattative, il proponente si avvarrà della procedura espropriativa a seguito del rilascio dell'Autorizzazione Unica.

1.l.2 Censimento delle interferenze e degli enti gestori

Le interferenze rilevate e riportate nelle allegate tavola grafiche *[Cfr. rif.* ***EPD0022A0- Planimetria con individuazione delle interferenze****]*, sono essenzialmente di natura progettuale (interferenze con il percorso dell'elettrodotto in progetto) e logistica (interferenze con i trasporti).

Il percorso del cavidotto interrato in progetto interferisce esclusivamente con tombini di attraversamento idraulico lungo le strade esistenti, piccoli ponticelli e condotte sotterranee di acqua potabile. Non sono presenti interferenze con altre strutture (edifici, opere d'arte, ecc.).

1.l.3 Specifica previsione progettuale di risoluzione delle interferenze

Il superamento delle interferenze del cavidotto interrato con tombini e condotte idrauliche esistenti e rilevate sono di seguito illustrate.

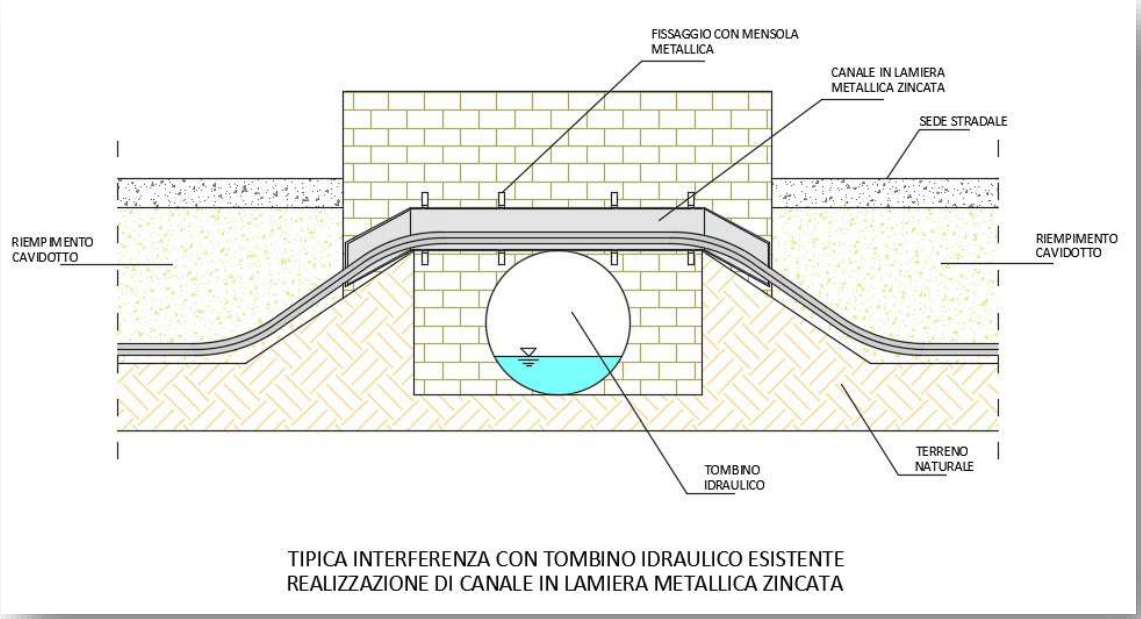


Figura 35 - Schema tipico di risoluzione interferenza con tombino idraulico mediante realizzazione di canale in lamiera metallica zincata

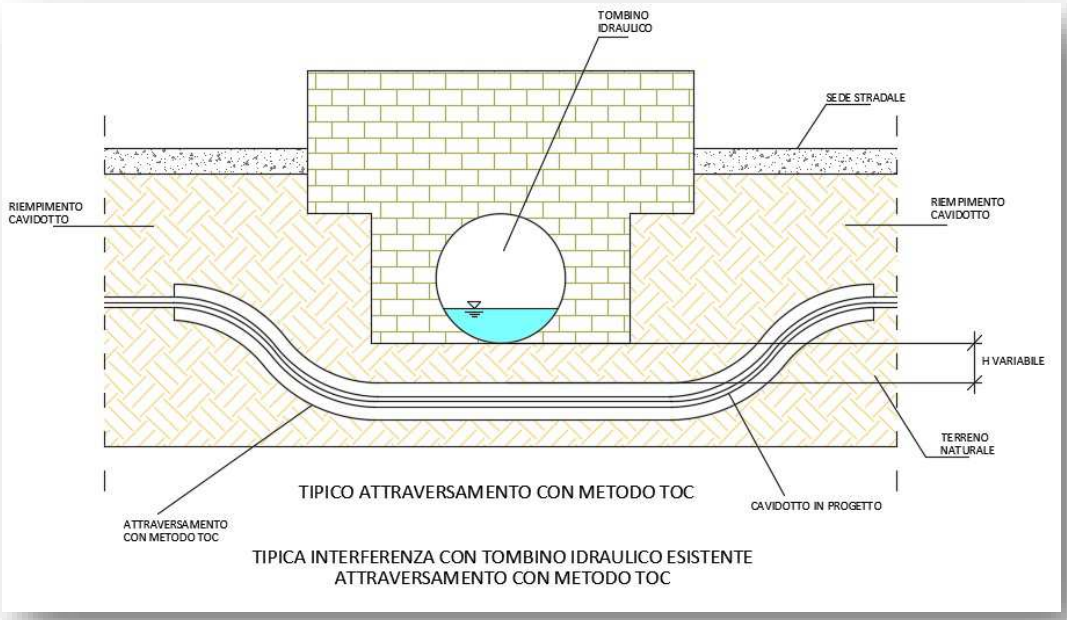


Figura 36 - Schema tipico di risoluzione interferenza con tombino idraulico mediante l'utilizzo di metodo TOC

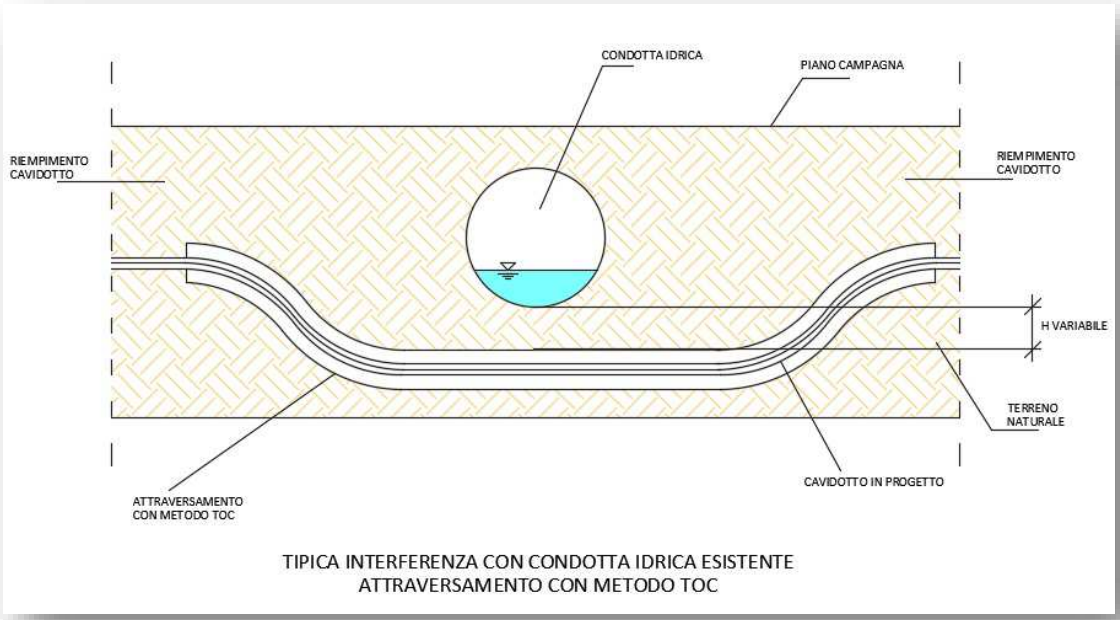


Figura 37 - Schema tipico di risoluzione interferenza con condotte idriche esistenti mediante l'utilizzo di metodo TOC

Per quanto riguarda l'utilizzo del metodo di risoluzione dell'interferenza per mezzo canale ancorato sul tombino idraulico esistente, saranno realizzate canaline in lamiera metallica zincata di larghezza non inferiore a 60 cm e lunghezza, per ogni singolo elemento da giuntare, non superiore a 3,00 m. I canali saranno dotati di una base forata (15% della superficie) con asole 25x7 mm e bordi forati con asole 10x7 mm. Ogni singolo elemento del canale presenterà un'estremità sagomata a "maschio-femmina" tale da garantire le giunzioni tra gli elementi rettilinei che si succedono. In tutti gli elementi rettilinei sarà presente una bordatura continua sui fianchi che garantisce il fissaggio di coperchi rettilinei sagomati. Ogni coperchio sarà quindi montato a scatto sugli elementi rettilinei di base e tra loro saranno montati per semplice attestazione delle estremità.

Le suddette canaline di acciaio zincato saranno fissate idoneamente alla struttura di sostegno mediante mensole poste ad interasse non superiore a cm 50 con l'ausilio di tasselli ad espansione o bulloneria filettata qualora la struttura lo consenta.

In alternativa è possibile ricorrere alla tecnologia di trivellazione orizzontale controllata (TOC) che risulta spesso la soluzione più efficace per l'installazione di sotto-servizi limitando al minimo le zone di lavoro ed eliminando completamente la vista del canale metallico. Con questa tecnica è possibile eseguire l'attraversamento anche sotto il fosso naturale (immediatamente dopo lo sbocco) senza interessare la struttura del tombino idraulico.

Questa tecnologia permette di effettuare la posa di cavi con un sistema di aste teleguidate che perforano il sottosuolo creando lo spazio necessario alla posa. Essa può essere impiegata sia per sotto-attraversamenti di tombini idraulici che di condotte idriche o cavidotti elettrici presenti lungo il tracciato dell'elettrodotto in progetto.

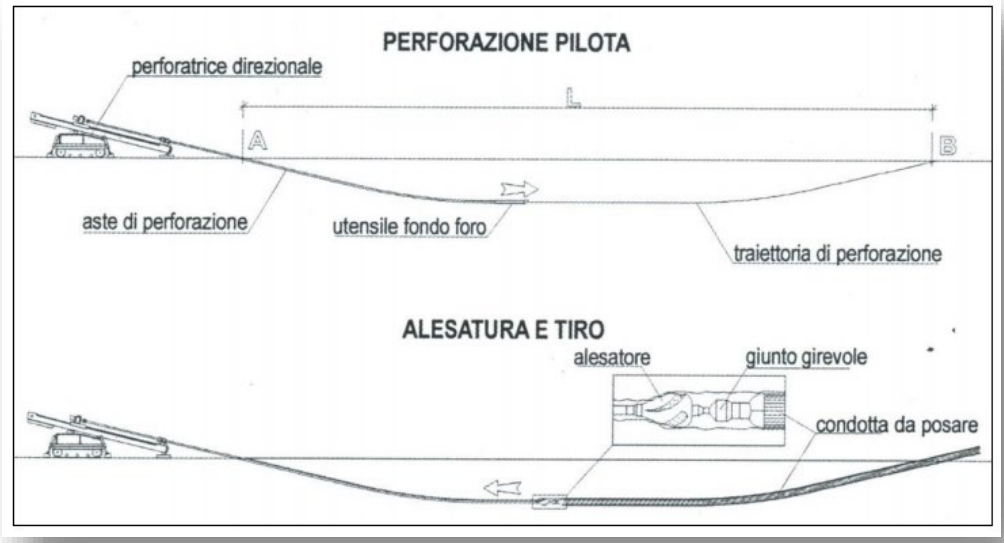
La tecnica prevede una perforazione eseguita mediante una portasonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta esercitata a forti pressioni di acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili; per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro. L'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile.

Questo sistema non comporta alcuno scavo preliminare, ma eventualmente necessita effettuare solo delle buche di partenza e di arrivo; non comporta quindi, la demolizione prima e il ripristino dopo di eventuali sovrastrutture esistenti.

Le fasi principali del processo di TOC sono le seguenti:

- delimitazione delle aree di cantiere;
- realizzazione del foro pilota;
- alesatura del foro pilota e contemporanea posa dell'infrastruttura (cavidotto).

Da una postazione di partenza in cui viene posizionata l'unità di perforazione, attraverso un piccolo scavo di invito viene trivellato un foro pilota di piccolo diametro, lungo il profilo di progetto che prevede il passaggio lungo il tratto indicato raggiungendo la superficie al lato opposto dell'unità di perforazione. Il controllo della posizione della testa di perforazione, giuntata alla macchina attraverso aste metalliche che permettono piccole curvature, è assicurato da un sistema di sensori posti sulla testa stessa. Una volta eseguito il foro pilota viene collegato alle aste un alesatore di diametro leggermente superiore al diametro della tubazione che deve essere trascinata all'interno del foro definitivo. Tale operazione viene effettuata servendosi della rotazione delle aste sull'alesatore, e della forza di tiro della macchina per trascinare all'interno del foro un tubo generalmente in PE di idoneo spessore. Le operazioni di trivellazione e di tiro sono agevolate dall'uso di fanghi o miscele di acqua-polimeri totalmente biodegradabili, utilizzati attraverso pompe e contenitori appositi che ne impediscono la dispersione nell'ambiente.



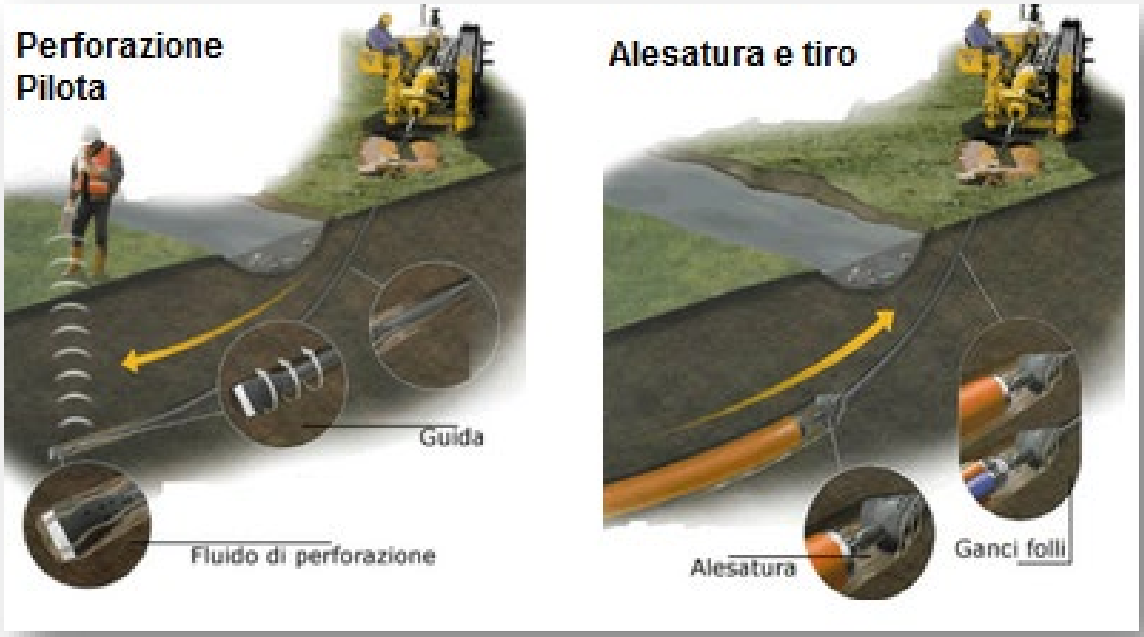


Figura 38 - Tecnologia di trivellazione orizzontale controllata (TOC)

1.l.4 Verifica interferenze con attività mineraria

La Direttiva Direttoriale 11 giugno 2012 del Direttore Generale delle risorse minerarie ed energetiche del Ministero dello sviluppo economico ha previsto la semplificazione delle procedure per il rilascio del Nulla osta dell'autorità mineraria ai sensi dell'articolo 120 del Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775.

In fase progettuale sono state esperite le verifiche di non interferenza con opere minerarie per ricerca, coltivazione e stoccaggio di idrocarburi, attraverso le informazioni disponibili nel sito internet del Ministero dello sviluppo economico - DGS-UNMIG alla pagina https://unmig.mise.gov.it/index.php/it/dati/altre-attivita/nulla-osta-minerario-per-linee-elettriche-e-impianti alla data del [21.06.2023] e di non aver rilevato alcuna interferenza con titoli minerari vigenti.

La verifica è stata effettuata per i punti di ubicazione delle strutture e delle linee elettriche di collegamento riportati nell'elaborato ***ADD0004 - Verifica interferenze con attività minerarie UNIMIG***.

1.m Piano di manutenzione dell'impianto

Il piano manutentivo generalmente utilizzato su tutte le parti di impianto. Detto piano si articola nelle seguenti parti:

- Manutenzione turbine;
- Manutenzione elettrica apparecchiature;
- Manutenzione opere civili impianto di accumulo, strade, piazzole e strutture di fondazioni;
- Utilizzo di personale interno o di imprese appaltatrici selezionate e qualificate.

1.m.1 Sistema di manutenzione dell'impianto

Manutenzione turbine

Le attività di manutenzione delle turbine comprendono interventi di:

- Manutenzione ordinaria (programmate)
- Manutenzioni straordinarie (programmate e non programmate).

Le attività di manutenzione degli aerogeneratori vengono solitamente affidate al fornitore delle turbine nell'ambito di contratti di global service di esercizio e manutenzione. La durata di tali contratti

varia da 5 a 12 anni e impegna il fornitore a svolgere tutte le attività di manutenzione ordinaria, straordinaria e risoluzione dei guasti. La garanzia sui componenti è estesa a tutta la durata dei contratti.

In tali contratti sono incluse le specifiche relative alle attività di manutenzione programmata, inoltre viene fornito, ad inizio di ogni anno, un programma annuale di manutenzione, aggiornato poi mensilmente.

Il fornitore inoltre garantisce un valore di disponibilità annua delle turbine; la disponibilità viene calcolata tramite i dati immagazzinati dal sistema di monitoraggio SCADA di turbina.

Per la remunerazione delle attività del fornitore si prevede, generalmente, un costo fisso annuo per turbina omnicomprensivo che può essere anche integrato da costi variabili legati alla produzione di impianto e ad eventuali bonus relativi alla disponibilità.

Il manutentore delle turbine svolge principalmente le seguenti attività:

- manutenzioni visive;
- manutenzione elettrica e meccanica;
- interventi su guasti;
- manutenzioni straordinarie;
- modifiche HW/SW;
- interventi specialistici.

Manutenzione elettrica apparecchiature BT, AT

La manutenzione elettrica comprende interventi di:

- manutenzione preventiva e periodica: deve essere eseguita secondo un preciso piano di intervento e serve a conservare e garantire la funzionalità dell'impianto, prevenendo eventuali disservizi;
- manutenzione predittiva: tramite il controllo e l'analisi di parametri fisici, deve stabilire l'esigenza o meno di interventi di manutenzione sulle apparecchiature installate;
- manutenzione correttiva per guasto o rottura (straordinaria): deve essere attuata per riparare guasti o danni alla componentistica; è relativa a interventi con rinnovo o sostituzione di parti di impianto che non ne modifichino in modo sostanziale le prestazioni, la destinazione d'uso, e riportino l'impianto in condizioni di esercizio ordinarie.

Manutenzione civile, impianto di accumulo, strade, piazzole, plinti

- manutenzione/pulizia di cunette realizzate in terra mediante riprofilamento con escavatore e benna trapezoidale;
- pulizia di cunette realizzate in cls armato effettuata manualmente;

- pulizia di pozzetti di raccolta acque meteoriche effettuata manualmente;
- taglio erba nelle aree adiacenti alle piazzole ed alla sottostazione;
- manutenzione dei manufatti in cls quali cabine di macchina, ed edifici della sottostazione;
- inghiaiamento con misto granulare di aree limitate all'interno di piazzole e lungo le relative strade di accesso ivi compresa la rullatura;

Manutenzione di manufatti:

- ripristino della superficie dei plinti degli aerogeneratori mediante eliminazione delle fessurazioni e finitura superficiale con malta antiritiro;
- ripristino di lesioni di cabine di macchina, impermeabilizzazioni dei tetti, riparazione di serramenti, tinteggiature;
- Inghiaiamenti stradali, piazzole, asfalti:
  - Inghiaiamento superficiale di piccole aree di strade.
  - Ripristino di tratti di strade e/o piazzali asfaltati o in cls.
  - Ripristini, consolidamenti strutturali ed esecuzione di piccole strutture in cls:
- Interventi di stabilizzazione delle scarpate mediante realizzazione di gabbionate di sostegno, da eseguirsi al piede delle stesse;
- Fornitura e posa in opera di reti elettrosaldate, ecc.;
- Realizzazione di opere di drenaggio, raccolta e scarico delle acque meteoriche sulle strade ed ai bordi delle piazzole dove sono installati gli aerogeneratori;
- realizzazione di cunette in terra per la raccolta di acque meteoriche;
  - realizzazione di cunette in cls armate con rete elettrosaldata;
  - fornitura di tubazioni interrate, in pvc o in cls, per il convogliamento delle acque raccolte dalle cunette in corrispondenza di attraversamenti stradali;
  - realizzazione di cunette in cls. per intercettazione delle acque dilavanti lungo le strade;
  - realizzazione di tagli trasversali sulle piste di transito dei campi eolici realizzati in cls armato con rete elettrosaldata;
  - Fornitura e posa in opera di pozzetti in cls;
  - sostituzione coperchi carrabili dei pozzetti di terra nelle piazzole.

Interventi di recupero ambientale e di ripristino vegetativo:

- Interventi di ripristino e stabilizzazione superficiale dei terreni mediante inerbimento e/o impiego di specie legnose e piantagioni varie;
- Realizzazione di inerbimenti di scarpate mediante semina manuale, idrosemina o messa a dimora di piantagioni varie, con eventuale fornitura e posa in opera di geoiuta.

Controlli:

- Ispezioni visive plinti aerogeneratori.
- Carotaggi.
- Controlli non distruttivi (CND).
- Rilievi topografici.
- Indagini geognostiche (inclinometri, piezometri).

Altre attività:

- Attività di sgombero neve.
- Assistenza al traino di mezzi di sollevamento (gru, piattaforme).

La società proponente, una volta installato il parco eolico e attivata la produzione di energia elettrica, si doterà di risorse umane specializzate al fine di garantire tutte quelle opere manutentive che non richiedono competenze tecniche altamente specializzate, quali, ad esempio, verifiche e regolazioni in condizione di esercizio, pulizie, ecc.

In particolare si prevede che:

- I potenziali impatti ambientali legati alle operazioni di manutenzione siano monitorati;
- Le operazioni di manutenzione devono prevedere tutte le misure preventive e protettive nei confronti dei tecnici incaricati.

La presente procedura prescrive inoltre le azioni da attuare in caso di rilevazione di un'emergenza ambientale e/o di sicurezza da parte del personale aziendale. Pertanto, in accordo con la norma UNI EN ISO 14050:2002 ed alla norma OHSAS 18001:2007 si considerano:

- Aspetto ambientale: qualsiasi elemento nelle attività, prodotti o servizi forniti da un'Organizzazione che può interagire con l'Ambiente.
- Impatto ambientale: qualsiasi modifica causata all'ambiente, sia in positivo che in negativo, interamente o parzialmente risultante da attività, prodotti o servizi di un'Organizzazione.
- Rischio: combinazione della probabilità dell'accadimento di un incidente o dell'esposizione a un pericolo e della magni tudo dell'infortunio o del la malattia professionale che può risultare dall'evento o dall'esposizione.

1.m.2 Manuale d'uso di tutti i componenti dell'impianto

Di seguito vengono riportati alcuni interventi di manutenzione predittiva che interessano le apparecchiature di SSE:

• Prova di isolamento, secondo le modalità stabilite dalle norme CEI, dei cavidotti a 30 e 20 kV di collegamento tra il quadro MT di SSE e il quadro MT di impianto.

- Misura della resistenza e della tensione delle singole batterie del quadro raddrizzatore.
- Rilievo con oscillografo dei tempi di apertura e chiusura degli interruttori MT.
- Misura della resistenza di contatto degli interruttori MT.
- Controllo perdite di gas SF6 con annusatore negli scomparti MT e sul compass.
- Misura della resistenza d'isolamento degli avvolgimenti del trasformatore MT/BT.
- Prelievo olio per analisi gascromatografica completa e misura della rigidità dielettrica come da normativa CEI per il trasformatore AT/MT.
- Misura di resistenza dei contatti principali dei sezionatori AT di sbarra e di interfaccia.
- Misura delle correnti residue sugli scaricatori AT.
- Misura della resistenza con microhmetro del compass come descritto sul manuale di uso e manutenzione dell'apparecchiatura.
- Rilievo con oscillografo dei tempi di CH-OP-OC-OCO-CO dell'interruttore del compass.

Relativamente agli interventi di manutenzione correttiva si riportano, a titolo di esempio, alcune possibili attività:

- Sostituzione trasformatore MT/BT in resina
- Sostituzione trasformatore MT/BT in olio.
- Sostituzione degli scaricatori di sovratensione AT, passanti AT e isolatori di sostegno
- Sostituzione scomparti MT e BT.
- Sostituzione terminali e giunti su cavi MT e BT.
- Sostituzione interruttori e sezionatori MT e BT.
- Sostituzione trasformatori di misura di tensione AT e MT.
- Sostituzione trasformatori di misura di corrente MT.
- Sostituzione apparecchiature ausiliaria e verifica protezioni dei quadri MT e BT.

1.m.3 Manuale di manutenzione dell'impianto

Relativamente alle manutenzioni elettriche il Committente eseguirà, con proprio personale, le attività di monitoraggio ed esercizio sistema elettrico, la definizione dei piani di manutenzione, la programmazione degli interventi, l'approvvigionamento dei materiali e dei ricambi, la supervisione delle attività e gli interventi su guasto. Le manutenzioni visive vengono svolte sempre da personale interno.

Gli interventi annuali di manutenzione elettrica vengono affidate ad imprese appaltatrici, che svolgono le attività secondo le specifiche della committente.

Ad imprese specializzate e qualificate vengono inoltre affidate attività specialistiche quali:

- analisi olii;
- taratura protezioni;
- verifica gruppi di misura;
- ricerca guasti cavidotti;
- interventi specifici su apparecchiature AT e trasformatori;
- modifiche impiantistiche;
- manutenzioni straordinarie.

Per una corretta ed efficace gestione di tali contratti il Committente eseguirà le attività di monitoraggio turbine, analisi guasti/anomalie, supervisione delle attività svolte dal fornitore.

Il monitoraggio aerogeneratori viene svolto tutti i giorni ad intervalli regolari; nei giorni festivi il personale reperibile, dotato di pc portatili e software di monitoraggio, svolge tale attività almeno due volte al giorno.

La supervisione avviene tramite personale esclusivamente dedicato alla gestione di tali contratti, con il supporto del personale tecnico presento in sito che assicura la presenza in impianto verificando il corretto svolgimento degli interventi, in accordo alle specifiche tecniche e ai requisiti di sicurezza.

1.m.4 Programma di manutenzione

Le manutenzioni ordinarie comprendono attività di ispezione visiva, interventi sulla componentistica meccanica ed elettrica.

La manutenzione straordinaria riguarda invece i componenti principali di turbina (generatori, moltiplicatori, pale.), i sottosistemi meccanici ed oleodinamici, l'elettronica di potenza, eventuali retrofitting.

Si possono inoltre eseguire interventi di manutenzione migliorativa/incrementativa che, anche se non strettamente necessari per il funzionamento della turbina, permettono di ottenere benefici in termini di performance di macchina.

Ovviamente la decisione di effettuare tali interventi deve essere presa a valle di opportune valutazioni costi/benefici.

1.n Valutazioni sulla sicurezza dell'impianto

In merito alla valutazione sulla sicurezza dell'impianto sono stati presi in considerazione gli effetti di:

- sicurezza idraulica;
- shadow-flickering;
- impatto acustico;
- rottura accidentale di organi rotanti;
- protezione impiantistica contro i fulmini;
- campi elettromagnetici;
- geologia, geomorfologia e idrogeologia.

1) *Sicurezza idraulica*

In merito allo studio idrologico ed idraulico eseguito ed allegato al presente progetto definitivo, è stata effettuata un'analisi di dettaglio che, a partire dai dati pluviometrici, ha permesso di caratterizzare dal punto di vista idrologico l'area oggetto di intervento, quindi di stimare le portate di progetto a differenti tempi di ritorno usate nelle modellazioni di progetto per le verifiche idrauliche degli elementi appartenenti al reticolo esistente ed interferenti con le aree di impianto. Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato specialistico ***REL0021A0- Relazione idrologica ed Idraulica*** del presente progetto definitivo.

2) *Effetti di shadow-flickering:*

Per come si evince dall'elaborato ***REL0017A0– Studi degli effetti di shadow-flickering***, l'analisi svolta dimostra che la realizzazione del parco eolico di cui al presente progetto non interferisce in maniera sensibile sui ricettori per quanto riguarda il verificarsi dell'effetto shadow flickering in quanto tale fenomeno è potenzialmente riscontrabile solo in periodi limitati della giornata durante alcuni mesi dell'anno.

Nessuno dei ricettori sensibili (abitazioni) presenta valori di durata del fenomeno superiori a 100 h/anno di ombreggiamento teorico che si riduce ulteriormente in ragione delle altre componenti

quali eliofania, elementi schermanti antropici e la disposizione delle aperture nei corpi di fabbrica investigati. Pertanto la localizzazione degli aerogeneratori risulta compatibile con gli effetti di shadow flickering.

Inoltre non si rileva la presenza di strade con traffico rilevante o altri ricettori sensibili al fenomeno nelle zone di influenza del parco eolico in progetto.

Al fine di limitare ulteriormente il verificarsi di tali fenomeni di shadow flickering sui ricettori presenti sono comunque praticabili opere di mitigazione quali: piantumazione di alberi o piante sempre verdi prospicienti alle aperture finestrate degli edifici qualora rivolte verso gli aerogeneratori.

3) *Impatto acustico:*

Dall'analisi del clima acustico esistente e dall'elaborazione previsionale del clima acustico post operam tramite simulazione si evidenzia una sensibile variazione in aumento dei livelli sonori in prossimità delle sorgenti, questo è più che normale tenendo conto dei bassi livelli di rumore esistente registrati sui luoghi oggetto di questa indagine.

Nello specifico per quanto riguarda gli aerogeneratori, analizzando la mappa con curve di iso-livello, si nota come i livelli di rumore previsti siano calcolati in circa 50-55 dB nelle immediate vicinanze della sorgente (sotto la torre o ad alcune decine di metri), livelli che si abbassano a valori tra 40-45 dB a circa 400 metri per diventare quasi trascurabili superati gli 800 metri. Tenendo presente che i livelli di Leq(A) registrati in ante operam sono con assenza di vento o al più vento lieve è facile prevedere che con l'aumento della velocità del vento (solo in questo caso gli aerogeneratori entrano in funzione e quindi iniziano a emettere rumore) aumenterà anche il livello del rumore di fondo; il rumore prodotto dagli aerogeneratori diventa dunque trascurabile prima dei 800 metri previsti dal software in quanto viene a confondersi col rumore di fondo prodotto dal vento stesso sull'ambiente (ad esempio il passaggio del vento tra gli alberi e il fogliame).

Per quanto riguarda l'impatto sui ricettori presenti nell'area di studio e censiti durante i sopralluoghi e degli spazi potenzialmente utilizzati dalle persone, confrontando i dati ottenuti dalla simulazione con i limiti di immissione vigenti si può osservare come tutti valori di Leq calcolati siano ampiamente al di sotto dei valori limite. Come già detto precedentemente il comune di Valentano, nel cui territorio ricadono i ricettori indagati, ha adottato un piano di classificazione acustica (zonizzazione) non classificando pero la zona oggetto di studio, dunque i valori limite con cui confrontarsi ai sensi dell'art. 6 comma 1 del D.P.C.M. 01.03.1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", sono quelli riportati nella tabella che segue, ossia 60 dB per il periodo notturno e 70 dB per il periodo diurno. [cfr. rif. ***REL0015A0– Relazione impatto acustico***].

4) Rottura accidentale di organi rotanti

Lo studio analitico del fenomeno ha dimostrato che è opportuno evitare la presenza di ricettori sensibili al probabile distacco di organi rotanti nella circonferenza di raggio 175 m dall'asse dell'aerogeneratore.

Da quanto esposto appare evidente che il fenomeno di rottura più complesso da stimare analiticamente resta il distacco di un frammento della pala, pertanto si rimanda all'esperienza dei costruttori più esperti i quali indicano detto fenomeno come molto raro e comunque i ritrovamenti dei frammenti a seguito dell'evento non sono mai avvenuti a distanze superiori a 50 metri dall'asse dell'aerogeneratore danneggiato.

Al fine di ridurre il rischio di distacco di frammenti è opportuna una pianificazione e messa in atto di opportune misure di prevenzione e monitoraggio, al fine di poter intervenire in tempo utile per scongiurare l'eventualità di una rottura.

5) Protezione impiantistica contro i fulmini

L'efficienza della rete di terra dell'impianto eolico, si può ritenere raggiunta quando, alla presenza delle massime correnti di corto circuito legate al sistema elettrico d'alimentazione dell'impianto stesso, non si determinino tensioni di contatto e di passo pericolose per persone all'interno ed alla periferia dell'area interessata. L'efficienza della rete di terra è quindi legata ad una sufficiente capacità di disperdere la corrente di guasto (basso valore di resistenza totale) ma, in misura maggiore, ad un'uniformità del potenziale su tutta l'area dell'impianto utilizzatore (tensioni di passo e di contatto, gradienti periferici e differenze di potenziale fra diverse masse metalliche di valore limitato).

L'impianto di terra sarà pertanto costituito dalle seguenti parti:

- n. 1 adeguato dispersore lineare di collegamento equipotenziale di tutti gli aerogeneratori;
- adeguata rete di terra per la cabina di impianto e la stazione di consegna meglio descritta nella relazione tecnica opere elettriche.

La torre in acciaio tubolare di ogni aerogeneratore assicura il percorso naturale delle correnti da fulmine verso terra. Per la dispersione delle stesse si sfruttano le armature del plinto di fondazione collegate fisicamente alla torre tramite connessioni realizzate lungo il perimetro di base del tubolare.
In prossimità del plinto saranno realizzati idonei dispersori dell'impianto di terra. Tutte le giunzioni e connessioni avverranno in modo da garantire la continuità meccanica ed elettrica.

6) Campi elettromagnetici

In merito agli impatti elettromagnetici, per come meglio argomentato nell'allegata relazione specialistica, si può sintetizzare che i punti sensibili sono a distanze rilevanti rispetto alle apparecchiature elettriche installate e che tali punti sensibili risultano esposti a campi elettromagnetici nettamente inferiori ai valori limiti imposti dalla legge ai sensi del DPCM del 08/07/2003.

7) Geologia, geomorfologia e idrogeologia

Le litologie presenti nell'area di studio sono di seguito elencate:

3) Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture colluviali ed eluviali_Olocene
4) Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra_Pleistocene - Olocene
40) Scorie e lapilli_Pleistocene
42) Lave sottosature e sature_Pleistocene
43) Tufi prevalentemente litoidi_Pleistocene
44) Tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi_Pleistocene
45) Pozzolane_Pleistocene
46) Facies freatomagmatiche_Pleistocene
55) Ignimbriti tefritico-fonolitiche, fonolitico-tefritiche fino a trachitiche; presentano sia facies incoerenti (pozzolane) sia facies compatte (tufo litoide)_Pleistocene

Per la caratterizzazione geomeccanica, idrogeologica e geofisica del terreno nell'area in esame sono state eseguite le seguenti indagini:

- Cinque prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro DPM30;
- Quattro stendimenti sismici a rifrazione tipo MASW.

Sulla base delle indagini effettuate, dalle consultazione di carte tematiche e di referti bibliografici sui litotipi affioranti, è stato possibile produrre il seguente ***Modello Geologico*** del sito in esame:

Area in cui saranno ubicati gli aerogeneratori:

- **Terreno di copertura olocenico** poco consistente, con spessore di circa 10/12 m;
- **Depositi di origine vulcanica** da poco consistenti a mediamente consistenti, con spessori di circa 10 m;
- **Depositi/tufi vulcanici** da mediamente consistenti a consistenti, rinvenibili da circa 20/22 m di profondità dal piano campagna con spessori superiori a 15 m.

Area in cui sarà ubicata la sottostazione elettrica di trasformazione:

- **Terreno di copertura vegetale** poco consistente con spessore di circa 1,2 m;
- **Depositi di origine vulcanica** mediamente consistenti, con spessori di circa 10 m;
- **Depositi/tufi vulcanici** da mediamente consistenti a consistenti, rinvenibili da circa 11/12 m di profondità dal piano campagna con spessori superiori a 20 m.

Area in cui si svilupperà il percorso del cavidotto:

Dai vari aerogeneratori, fino alla sottostazione elettrica di trasformazione, il cavidotto attraversa le seguenti litologie:

- **Unità n° 4:** *Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra;*
- **Unità n° 3:** *Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture colluviali;*
- **Unità n° 40:** *Scorie e lapilli;*
- **Unità n° 42:** *Lave sottosature e sature* (in una parte molto limitata);
- **Unità n° 46:** *Facies freatomagmatiche.*

Essendo il cavidotto interrato a basse profondità rispetto al piano campagna e constatato che gran parte del suo percorso combacia con la viabilità stradale già presente nell'area, ne risulta in parte trascurabile il suo modello geologico di riferimento.

Per come riportato nella relazione geologica allegata al presente progetto definitivo, i parametri geotecnici che meglio caratterizzano i terreni in loco sono riportati nelle seguenti tabelle.

AREA DEGLI AEROGENERATORI (PIANA DELLA CALDERA DI LATERA)

Strato	**ϕ (°) Picco**	**Cu (Kg/cm^2) Picco**	**γ (t/m^3)**
Depositi fini olocenici di origine vulcanica poco consistente	18 – 20	0,05 – 0,10	1,50 - 1,60
Depositi vulcanici matrice sostenuti Da poco consistenti a mediamente consistenti	21 – 23	0,20 – 0,25	1,75 - 1,85
Depositi/Tufi vulcanici Da mediamente consistenti a consistenti	25 – 27	0,30 – 0,40	1,80 - 2,00

AREA DELLA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA TERNA

Strato	ϕ (°) Picco	Cu (Kg/cm²) Picco	γ (t/m³)
Terreno di copertura vegetale poco consistente	20	0,05	1,45
Depositi vulcanici matrice sostenuti mediamente consistenti	23	0,25	1,70 – 1,80
Depositi/Tufi vulcanici Da mediamente consistenti a consistenti	25 – 27	0,30 – 0,40	1,80 - 2,00

Per l'area degli aerogeneratori, i parametri dell'ultimo strato *(Depositi/tufi vulcanici) do*vranno necessariamente essere ricavati in una fase successiva di progettazione mediante esecuzione di carotaggi con prelievo di campioni e analisi di laboratorio; quelli forniti nelle tabelle di cui sopra rappresentano una stima in base a correlazioni empiriche su indagini effettuate su litotipi simili; con le prove penetrometriche non è possibile fornire parametri geotecnici per strati presenti a profondità elevate (>15 m), il numero dei colpi di infissione delle aste graduate, infatti, risulta notevolmente influenzato dall'attrito e dalla coesione che il terreno esercita sul "pacco" di aste già infisso.

Per l'area della sottostazione elettrica, si può fondare utilizzando i parametri del secondo strato, previo uno sbancamento di almeno 1,3 m necessario per escludere la prima fascia di terreno che presenta caratteristiche geotecniche decisamente scadenti.

Geomorfologicamente, a livello generale, l'area oggetto di studio si presenta sub pianeggiante (essendo appunto collocata in un'antica caldera) con pendenze massime che arrivano a 4**°** circa e comunque mai superiori ai 15°, con conseguente classificazione topografica del terreno: **T1**.

Le caratteristiche geomorfologiche di dettaglio dei singoli aerogeneratori sono le seguenti:

Aerogeneratore 1:

L'area dell'aerogeneratore n.1 è posta ad una quota di circa 412 m s.l.m., su un terreno che degrada dolcemente verso ovest. Il terreno su cui sorgerà l'aerogeneratore è caratterizzato da una pendenza media di circa 4° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle vicinanze o di altri elementi degni di nota. L'aerogeneratore si trova a circa 140

m di distanza dalla base di un ripido versante che rappresenta il margine orientale della Caldera di Latera.

Aerogeneratore 2:

L'area dell'aerogeneratore n.2 è posta ad una quota di circa 401 m s.l.m., su un terreno praticamente pianeggiante e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle vicinanze o di altri elementi degni di nota.

Aerogeneratore 3:

L'area dell'aerogeneratore n.3 è posta ad una quota di circa 410 m s.l.m., ai piedi di una piccola cresta, su un terreno che degrada dolcemente verso SUD/EST. Il terreno su cui sorgerà l'aerogeneratore è caratterizzato da una pendenza media di circa 3° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle vicinanze o di altri elementi degni di nota.

Aerogeneratore 4:

L'area dell'aerogeneratore n.4 è posta ad una quota di circa 394 m s.l.m., su un terreno praticamente pianeggiante e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota.

Aerogeneratore 5:

L'area dell'aerogeneratore n.5 è posta ad una quota di circa 391 m s.l.m., su un terreno praticamente pianeggiante e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota.

Aerogeneratore 6:

L'area dell'aerogeneratore n.6 è posta ad una quota di circa 403 m s.l.m., su un terreno che degrada dolcemente verso NORD. Il terreno su cui sorgerà l'aerogeneratore è caratterizzato da una pendenza media di circa 2° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota. L'aerogeneratore si trova a circa 150 m di distanza dal margine meridionale della Caldera di Latera.

Aerogeneratore 7:

L'area dell'aerogeneratore n.7 è posta ad una quota di circa 402 m s.l.m., su un terreno che degrada dolcemente verso NORD. Il terreno su cui sorgerà l'aerogeneratore è caratterizzato da una pendenza media di circa 1° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota. L'aerogeneratore si trova a circa 80 m di distanza dalla base di un ripido versante che rappresenta il margine meridionale della Caldera di Latera.

Sottostazione elettrica di trasformazione:

L'area della sottostazione elettrica di trasformazione è posta ad una quota di circa 486 m s.l.m., su un terreno che degrada dolcemente verso EST. Il terreno è caratterizzato da una pendenza media di circa 2° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota.

Cavidotto:

Il cavidotto si sviluppa per diversi km, dai singoli aerogeneratori fino alla sottostazione elettrica di trasformazione; per gran parte del suo tragitto segue le arterie stradali esistenti; esaminando il percorso del cavidotto, si può notare di come in corrispondenza del margine occidentale del centro abitato di Valentano, siano presenti 2 movimenti franosi (rilevati a seguito della consultazione dell'Inventario dei fenomeni franosi in Italia, ISPRA - Servizio di cartografia online del Progetto **IFFI**) che lambiscono la sede stradale al di sotto della quale sarà interrato il cavidotto.

In generale, da un punto di vista geomorfologico, il sito risente inesorabilmente della grande attività vulcanica che lo ha caratterizzato; gli aerogeneratori sorgono su una grande depressione sub pianeggiante che rappresenta la Caldera di Latera. Il limite della caldera è ben visibile nella porzione Orientale in cui una cresta morfologica si eleva per circa 100 m, con una pendenza compresa fra i 15 e i 20° a formare un arco facilmente visibile anche da foto aeree.Tra gli elementi geomorfologici degni di nota si segnalano alcune scarpate fluviali all'interno della Caldera, formatesi a seguito dell'azione erosiva di alcuni piccoli torrenti che la solcano. La cartografia P.A.I. BACINI REGIONALI DEL LAZIO non annovera i siti che ospiteranno gli aerogeneratori del parco e la sottostazione fra quelli a rischio idrogeologico-geomorfologico.

Il sistema idrografico della Caldera di Latera è costituito essenzialmente da numerose piccole aste idriche che convogliano le acque meteoriche dalle pendici marginali della stessa verso l'interno, fino a convogliare nel ***Torrente Olpeta*** che solca la Caldera con andamento N/S – S/O.

Il **Torrente Olpeta**, nel corso dei millenni ha solcato la piana della caldera; attualmente il suo letto si trova a una profondità di circa 3 m rispetto ai terreni limitrofi; il torrente presenta una portata limitata. L'intera area è caratterizzata dalla presenza di numerosi canali idrici artificiali realizzati ai fini irrigui. Nell'area in esame sono state riscontrate due unità differenti:

LITOTIPI A PERMEABILITÀ BASSA

Questa classe è identificabile con l'unità presente in sito:

- **Unità n° 4:** *Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra. Età Pleistocene*
- **Unità n° 42:** *Lave sottosature e sature. Età Pleistocene*
- **Unità n° 43:** *Tufi prevalentemente litoidi. Età Pleistocene*
- **Unità n° 44:** *Tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi. Età Pleistocene*
- **Unità n° 45:** *Pozzolane. Età Pleistocene*
- **Unità n° 46:** *Facies freatomagmatiche. Età Pleistocene*
- **Unità n° 55:** *Ignimbriti tefritico-fonolitiche, fonolitico-tefritiche fino a trachitiche; presentano sia facies incoerenti (pozzolane) sia facies compatte (tufo litoide). Età Pleistocene*

Queste formazioni, essendo costituite da depositi principalmente argillosi, o comunque da sedimenti finissimi e/o rocce lapidee poco fratturate, risultano caratterizzate da una scarsa permeabilità, con valori del coefficiente di permeabilità = K < 10-8. La caratteristica principale dell'argilla è che la dimensione dei suoi pori è talmente piccola da non consentire il passaggio dell'acqua che viene praticamente trattenuta per ritenzione; ne deriva una circolazione idrica nulla o comunque trascurabile che favorisce il ruscellamento superficiale.

LITOTIPI A PERMEABILITÀ MEDIA

Questa classe è identificabile con l'unità presente in sito:

- **Unità n° 3:** *Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture colluviali. Età Olocene*
- **Unità n° 18:** *Flysch a componente dominante arenaceo o arenaceo-pelitica. Età Miocene superiore*
- **Unità n° 40:** *Scorie e lapilli. Età Pleistocene*

Queste formazioni sono costituite da depositi sabbiosi fini o grossolani ma immersi in una matrice limosa/argillosa o a volte da depositi rocciosi fratturati e si presentano con valori del coefficiente di permeabilità $10^{-5} < k <= 10^{-8}$. Si tratta, appunto, di una classe intermedia tra le unità molto permeabili e quelle poco permeabili. Inoltre dalle indagini effettuate è stata rilevata la presenza della falda freatica superficie; per avere, invece, informazioni sulla circolazione idrica profonda è stato consultato il sito dell'ISPRA in cui sono riportati i dati di vari pozzi eseguiti su territorio nazionale: http://sgi2.isprambiente.it/viewersgi2/?resource=wms%3Ahttp%3A//sgi2.isprambiente.it/arcgis/services/servizi/indagini464/MapServer/WMSServer%3Frequest%3DGetCapabilities%26service%3DWMS&title=ITA_Indagini_sottosuolo464#. Nell'area della *Caldera di Laterna* sono presenti diversi pozzi censiti che forniscono utili informazioni sia sull'eventuale presenza di un substrato lapido o simil-lapideo a profondità superiori a quelle raggiunte dalle indagini penetrometriche che sulla presenza o meno di una circolazione idrica sotterranea rilevante.

Dal punto di vista sismico, il territorio in esame ricade in una zona con accelerazione sismica su substrato di riferimento (bedrock, suolo A) compreso tra tra 0.125 e 0.15 a_g/g, collocando il territorio comunale in "Zona Sismica 3". Dalle risultanze delle prove M.A.S.W effettuate, la categoria del sottosuolo è riconducibile alla Classe C (Vs_{eq} compresi tra 180 e 360 m/s) sia per i siti che ospiteranno gli aerogeneratori che per il sito della sottostazione elettrica. Pertanto, viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del terreno, si ritiene di esprimere un parere favorevole alla fattibilità del progetto in oggetto.

1.o Alternative di progetto

In sede progettuale sono state esaminate diverse ipotesi, sia di tipo tecnico-impiantistico che di localizzazione, nonché la cosidetta alternativa "zero", ossia la non realizzazione degli interventi in progetto.

I criteri generali che hanno guidato le scelte progettuali si sono basati, ovviamente, su fattori quali le caratteristiche climatiche e anememotriche dell'area, l'orografia del sito, l'accessibilità (esistenza o meno di strade, piste), la disponibilità di infrastrutture elettriche vicine, il rispetto di distanze da eventuali vincolipresenti, o da eventuali centri abitati, cercando di ottimizzare, allo stesso tempo, il rendimento delle singole pale eoliche.

Le caratteristiche del progetto vanno valutate dal punto di vista delle alternative, in termini di:

- alternativa zero;
- alternativa localizzativa;
- alternativa tecnologica.

1.o.1 Alternativa zero

L'opzione zero consiste nel rinunciare alla realizzazione del Progetto. Anche in assenza di crescita del fabbisogno energetico, la necessità di energia da fonte rinnovabile è destinata a crescere. Gli effetti sul clima prodotti dalle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra, hanno indotto la comunità internazionale ad assumere azioni tese a orientare la crescita verso fonti energetiche non fossili.

Inoltre, la non rinnovabilità di gas naturale e petrolio inizia, in questi anni, a manifestare i propri effetti attraverso una crescita costante dei prezzi. Le ragioni sono sia congiunturali, a causa di un incremento di domanda originata dallo sviluppo dei paesi asiatici e a causa di tensioni in alcune delle

aree di produzione, ma anche strutturali, dovute ad una riduzione del tasso di crescita delle riserve economicamente sfruttabili.

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

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

La non realizzazione dell'impianto eolico in progetto costituisce rinuncia ad una opportunità di soddisfare una significativa quota di produzione di energia elettrica mediante fonti rinnovabili, in un territorio caratterizzato dalla risorsa "vento" sufficiente a rendere produttivo tale impianto.

Il Progetto rappresenta, inoltre, una fonte di ricadute economiche ed occupazionali, dirette ed indotte, per la comunità interessata e per quelle contermini, a fronte di un impatto ambientale che, per alcune componenti può essere significativo, ma che è complessivamente compatibile e, al termine della vita di impianto, totalmente reversibile, oltre a garantire autonomia energetica in un futuro in cui l'approvvigionamento delle risorse sarà sempre più incerto.

L'opzione zero, che consiste nel rinunciare alla realizzazione del Progetto, non rappresenta pertanto una alternativa vantaggiosa. Il Progetto rappresenta l'occasione di promuovere uno sviluppo sociale ed economico del territorio coerente con una strategia di sviluppo sostenibile e compatibile con l'ambiente.

I benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto, valutati sulla base della stima di produzione annua di energia elettrica, pari a circa 120,643 GWh/anno sono riportati nella seguente tabella.

Inquinante	**Fattore emissivo [g/kWh]**	**Energia prodotta [MWh/a]**	**Vita dell'impianto [anni]**	**Emissioni risparmiate [t]**
CO_2	492	120.643	30	1.780.690,68
NO_x	0,227			821,58
SO_2	0,0636			230,19

Appare evidente che la realizzazione dell'impianto di progetto avrà benefici ambientali non indifferenti. Inoltre bisogna considerare anche il fattore economico non solo locale ma anche a larga scala. Infatti, oltre l'80% del fabbisogno energetico della nazione non è prodotto in Italia ma acquistato da altri paesi. L'Italia, inoltre, importa gas e petrolio da Paesi a forte instabilità geopolitica che impongono le loro condizioni ed i loro prezzi. L'energia importata, oltretutto, viene tratta quasi esclusivamente da combustibili fossili, destinati ad esaurirsi e che in ogni caso prima di finire diverranno costosissimi. Questa forte dipendenza dell'Italia nei confronti degli altri paesi impone l'obbligo morale ed economico nel cercare di diventare energeticamente autosufficienti producendo energia all'interno dei confini nazionali che non comporti rischi per la popolazione e che sia pulita.

1.o.2 Alternativa localizzativa

La scelta del sito per la realizzazione di un campo eolico è di fondamentale importanza ai fini di un investimento sostenibile, in quanto deve conciliare la sostenibilità dell'opera sotto il profilo tecnico, economico ed ambientale.

In termini di macroarea Ia soluzione prescelta presenta notevoli vantaggi. II luogo prescelto rappresenta un'area dove è possibile sfruttare economicamente l'energia del vento in un'area agricola, a bassa acclività, non a ridosso di centri abitati, con evidenti ridotti impatti per la limitata visibilità dell'area in cui il progetto è stato collocato. La zona non è interessata da vincoli ambientali ostativi ed è caratterizzata da una antropizzazione diffusa di carattere prevalentemente agricolo, fattore che rende più compatibile l'opera con gli ecosistemi a causa del basso grado di naturalità dovuto alla secolare presenza dell'uomo.

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

Il sito di progetto dell'impianto eolico risulta compatibile con i criteri generali per l'individuazione di aree non idonee stabiliti dal DM 10/09/2010 in quanto completamente esterno a:

- Siti UNESCO;
- Aree e beni di notevole interesse culturale di cui al D.Lgs. 42/04 e s.m.i., nonché immobili e aree dichiarate di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 dello steso D.Lgs. 42/04 e s.m.i.;
- Zone all'interno di coni visuali la cui immagine è storicizzata e identifica i luoghi anche in termini di notorietà internazionale di attrattività turistica;

- Zone situate in prossimità di parchi archeologici e nelle aree contermini ad emergenze di particolare interesse culturale, storico e/o religioso;
- Aree naturali protette nazionali e regionali;
- Zone umide Ramsar;
- Siti di importanza comunitaria (SIC) e zone di protezione speciale (ZPS);
- Importants bird area (IBA);
- Aree determinanti ai fini della conservazione della biodiversità;
- Aree agricole interessate da produzioni agroalimentari di qualità (produzioni bilogiche, D.o.P., I.G.P. S.T.G. D.O.C, D.O.C.G, produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio, incluse le aree caratterizzate da un'elevata capacità d'uso dei suoli;
- Aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico PAI;
- Aree tutelate per legge (art. 142 del Dlgs 42/2004): territori costieri fino a 300 m, laghi e territori contermini fino a 300 m, fiumi torrenti e corsi d'acqua fino a 150 m, boschi , ecc.

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

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

- l'assenza di vegetazione di pregio o comunque di carattere rilevante (alberi ad alto fusto, vegetazione protetta, habitat e specie di interesse comunitario).
- il sito deve richiede il minimo intervento di scavi e riporti e non modifica il paesaggio, l'assetto geomorfologico e idrogeologico.

Per quanto riguarda un'alternativa ragionevole rispetto all'ubicazione, difficilmente si può trovare nel territorio in esame un'area come quella proposta e per diverse ragioni. La costruzione di un parco eolico in una ben derminata area richiede alcune caratteristiche precise e che siano soddisfatte contemporaneamente. Il territorio in esame è stato oggetto di numerose indagini preliminari di fattibilità, attraverso i criteri sopra elencati, che hanno infine portato alla scelta del sito in oggetto escludendo via via gli altri. Il sito prescelto è in qualche maniera "predisposto": per esempio con la presenza di una viabilità capillare già esistente che permette il raggiungimento delle future singole turbine, da parte dei mezzi di trasporto eccezionali.

Il progetto, infatti, avrebbe potuto essere proposto presso un altro sito, completamente diverso da quello fin qui analizzato. Ciò avrebbe potuto comportare, a parità di condizioni al contorno:

- la realizzazione di nuova viabilità;
- la previsione di un nuovo punto di consegna per l'immissione dell'energia prodotta nella RTN.

1.o.3 Alternativa tecnologica

Per quanto riguarda lo studio di alternative progettuali relative alla tecnologia utilizzata, l'unica opzione di produzione elettrica da fonti rinnovabili potrebbe essere quella di realizzare un impianto fotovoltaico di pari producibilità elettrica. Questa alternativa non è stata presa in considerazione in quanto, al contrario dell'eolico, occuperebbe una superficie agricola molto importante andando a denaturalizzare il contesto stesso dei luoghi non permettendo più alcuna attività agricola.

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

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

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

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

Per quanto riguarda la potenzialità dell'impianto e le altre caratteristiche tecniche degli aerogeneratori, si evidenzia che la ricerca tecnologica in campo eolico si sta indirizzando verso la realizzazione di macchine con taglie sempre più grandi, l'ottimizzazione del profilo alare e l'aerodinamicità della pala, con lo scopo di incrementare il rapporto tra la potenza effettiva di uscita e la potenza massima estraibile dal vento. La tipologia di aerogeneratore prevista dal progetto ricade nella più avanzata gamma di macchine disponibili sul mercato che garantiscono la massima produzione annuale nella loro classe di appartenenza. Durante lo sviluppo del progetto del Parco Eolico Astra si è avuta l'occasione per valutare tutti i nuovi modelli di aerogeneratori idonei al sito, nel frattempo entrati in commercio o in procinto di uscita sul mercato in tempo utile per la fase di eventuale costruzione dell'impianto. L'evoluzione tecnologica nel settore è infatti molto rapida, con la finalità di rendere il settore competitivo rispetto ad altre fonti di energia alternativa e convenzionale e con l'obbiettivo della grid parity. La scelta delle turbine è stata dettata principalmente dalla regola che poche turbine di grossa potenza abbattono in maniera importante l'impatto visivo riducendo l'effetto selva. La scelta di turbine da 6 MW di nuova generazione rappresenta il top dal punto di vista tecnologico e permette di abbattere in maniera importante anche gli impatti acustici e di abbassare a parità di macchine installate il costo per KW prodotto. La realizzazione di un'alternativa relativa a dimensioni e portata, quindi con turbine di taglia più piccola ma con pari producibilità complessiva comporterebbe un più grande impatto ambientale e paesaggistico in quanto, il gran numero di aerogeneratori occuperebbe una superficie maggiore di quella già prevista ed una enorme quantità di movimentazione terra per la realizzazione di piazzole e fondazioni, senza considerare il fatto che servirebbero molti più accessi e quindi molta più viabilità di nuova realizzazione e relativi cavidotti.

La scelta del layout e del relativo numero di turbine scaturiscono dalla volontà di ottimizzare le potenzialità anemometriche del sito e di assecondarne dal punto di vista paesaggistico e orografico le problematiche che lo stesso pone. Le turbine da 6,6 MW sono caratterizzate da una bassa frequenza che di fatto riduce gli impatti sull'avifauna.

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

A valle delle considerazioni tecniche, sono state quindi aggiunte anche considerazioni economico-finanziarie comparando il costo omnicomprensivo stimato del progetto e gli utili futuri legati alla vendita di energia elettrica prodotta dal parco.

Conclusioni

La presente relazione ha descritto gli aspetti normativi, tecnici ed impiantistici legati alla realizzazione del parco eolico in progetto. Sono stati approfonditi gli argomenti riguardanti l'ubicazione del parco, gli aspetti progettuali e le opere da realizzare. Inoltre sono stati discussi gli argomenti relativi alla sicurezza, la cantierizzazione ed il ripristino delle aree. Infine sono stati riepilogati gli aspetti economici del progetto.

In definitiva le opere di cui al presente progetto risultano compatibili con le prescrizioni e le indicazioni normative vigenti a livello comunitario, nazionale, regionale e locale.