Regione Puglia
Provincia di Foggia
Comuni di Serracapriola e Chieuti

Oggetto:

Progetto per la realizzazione di un parco eolico della potenza di 72 MW

e relative opere di connessione

Proponente:

EOS SERRA 1 S.r.l.

CVA

Parco Eolico "Eos Serra 1"

Comuni: Serracapriola e Chieuti (FG)

Fogli di mappa WTG: 42 - 45 - 22 - 14 - 15 Serracapriola
14 - 15 Chieuti

Nome elaborato:

PEI641ES1_PD_01_RelazioneTecnica

Scala:

Rev.	Data	Descrizione
1	*07/02/2024*	*Progetto Definitivo*
2		
3		
4		
5		

Numero elaborato:

PD_01

Formato pagina:

A4

Codice Progetto:

PEI641ES1

Orientamento:

Firmato digitalmente da:

Studio Tecnico:

LENSISTUDIO

DL COSTRUZIONI E SERVIZI SRL
Via Tratturo Castiglione, 26 - 71121 Foggia
P.IVA: 04381520719

Tecnico Incaricato:

Ing. Angela O. Cuonzo
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Foggia n. 2653

ANTONIO TARQUINIO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI FOGGIA
DOTT. ING. ANGELA OTTAVIA CUONZO N° 2653

SOMMARIO

1 PREMESSA 2
2. NORME DI RIFERIMENTO 3
2.1 Normativa nazionale 3
2.2 Normativa elettrica 4
2.3 Criteri generali di progettazione 5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO 6
3.1 Caratteristiche geografiche del sito 6
3.2 Caratteristiche anemologiche del sito 8
3.3 Stima della producibilità attesa 9
3.4 Obiettivi previsti 10
4. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO 10
4.1 Aerogeneratore 10
4.2 Opere civili 14
4.2.1 Fondazioni 14
4.2.2 Strade e piazzole 15
4.2.3 Riepilogo scavi e rinterri 16
4.3 Opere Elettriche 17
4.3.1 Scelta del punto di connessione 17
4.3.2 Descrizione e dimensionamento cavi 18
4.3.3 Modalità di posa 20
4.3.6 Stazione Utente 22
5. CANTIERIZZAZIONE 25
5.1 Fasi di lavoro 25
5.2 Mezzi d'opera 25
5.3 Cronoprogramma 26
5.4 Fase di gestione ed esercizio 26
5.5 Gestione dei rifiuti 27
5.6 Fase di dismissione 27
5.7 Ripristino finale dello stato dei luoghi 28

1 PREMESSA

La presente Relazione si riferisce al Progetto Definitivo di un impianto per produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato “Eos Serra 1”, costituito da n. 12 aerogeneratori di potenza nominale di 6 MW, per una potenza complessiva dell’impianto di 72 MW e delle relative opere di connessione con la RTN.

Il progetto verrà realizzato nei territori comunali di Serracapriola e Chieuti (FG), località “Montesecco, Cupetto Carbone, Ferrantoni, Maresca” per conto della società EOS SERRA 1 S.r.l., con sede legale in Foggia, alla via Torelli, n. 22 c/o Dellisanti & Partners S.r.l. – P. Iva 04465740712, rappresentata dall’amministratore unico Tarquinio Antonio.

L’impianto sarà collegato in antenna a 36kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150kV denominata “Rotello”.

2. NORME DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa nazionale

Di seguito le principali normative riferite al settore degli impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile, e che riguardano tra gli altri gli aspetti autorizzativi e legati all'incentivazione.

- Deliberazione CIP 34/1990 – Modificazioni al provvedimento CIP 15/1989 concernente l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, da cogenerazione e da altre fonti assimilate, i prezzi di cessione all'ENEL ed i contributi di incentivazione alla nuova produzione;
- Legge 9/1991 – Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali;
- Legge 10/1991 – Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- Deliberazione CIP 6/1992 – Prezzi dell'energia elettrica relativi a cessione, vettoriamento e produzione per conto dell'ENEL, parametri relativi allo scambio e condizioni tecniche generali per l'assimilabilità a fonte rinnovabile;
- Decreto 4/8/1994 – Modificazioni ed integrazioni al provvedimento CIP n° 6/1992 in materia di prezzi di cessione dell'energia elettrica;
- DPR 12/4/1996 – Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge n. 146/1994, concernente: disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale;
- DLgs 112/1998 – Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti Locali, in attuazione del Capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59;
- DLgs 79/1999 – Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica (c.d. Decreto Bersani);
- Decreto 11/11/1999 – Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n° 79 (c.d. decreto Certificati Verdi);
- Direttiva Europea 2001/77/CE sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili;
- DLgs 387/2003 – Recepisce la direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. Prevede fra l'altro misure di razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative per impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile;
- DLgs 152/2006 – Norme in materia ambientale;
- DLgs 115/2008 – Attuazione della Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della Direttiva 93/76/CE;
- Direttiva Europea 2009/28/CE – Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili, approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico in data 11 giugno 2010;

- Decreto MISE 10/9/2010 – Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- DLgs 28/2011 – Definisce strumenti, meccanismi, incentivi e quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di energia da fonti rinnovabili, in attuazione della direttiva 2009/28/CE e nel rispetto dei criteri stabiliti dalla legge 4 giugno 2010 n. 96;
- Decreto MISE e MINAMB 10/11/2017 –Strategia Energetica Nazionale 2017;
- Decreto 31/5/2021 - Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure;
- DLgs 199/2021 - Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- Decreto 27/1/2022 - Misure urgenti in materia di sostegno alle imprese e agli operatori economici, di lavoro, salute e servizi territoriali, connesse all'emergenza da COVID-19, nonché' per il contenimento degli effetti degli aumenti dei prezzi nel settore elettrico;
- Decreto 1/3/2022 – Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali – Stralcio – Disposizioni in materia di sorveglianza radiometrica.
- Decreto 9/8/2022 - Misure urgenti in materia di energia, emergenza idrica, politiche sociali e industriali

2.2 Normativa elettrica

Le principali norme a cui fa riferimento la progettazione e realizzazione delle opere elettriche descritte nella presente relazione, sono:

- CEI 20-66: Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV (Um = 42 kV) fino a 150 kV (Um =170 kV);
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- CEI 11-32; V1: Impianti di produzione eolica;
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;

- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a.;
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Codice di Rete di Terna ed i suoi Allegati, in particolar modo: Allegato A2, A17, A64, A69.

2.3 Criteri generali di progettazione

In riferimento alla progettazione degli aerogeneratori, la normativa di riferimento è la IEC 61400-1 “Design requirements” che fornisce prescrizioni (non obbligatorie) per la progettazione degli aerogeneratori col fine di assicurarne l'integrità tecnica e, quindi, un adeguato livello di protezione di persone, animali e cose contro tutti i pericoli di danneggiamento che possono accorrere nel corso del ciclo di vita degli stessi.

In merito alla progettazione e verifiche strutturali delle opere relative al progetto in oggetto, queste sono effettuate ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 20 febbraio 2018 n. 8 - Suppl. Ord.) “Norme tecniche per le Costruzioni” (di seguito NTC2018) e della Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 11 febbraio 2019 n.5–Suppl.Ord.) “Istruzioni per l'applicazione dell’ Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”.

La progettazione degli impianti elettrici per la connessione del parco eolico alla RTN, fa riferimento al Codice di Rete di Terna e alle norme emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano CEI.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1 Caratteristiche geografiche del sito

Il parco eolico proposto verrà realizzato nei territori dei comuni di Serracapriola e Chieuti (FG), ad Ovest rispetto ai due centri abitati e ad almeno 1,5km di distanza dagli nuclei urbani.

L'area di progetto si estende per circa 30kmq su un territorio collinare, con quote che variano dai 40m ai 160m slm. La destinazione comunale è agricola con prevalenza di seminativi, solcata da varie aste torrentizie e servita prevalentemente da strade comunali ed interpoderali.

Di seguito si riportano le posizioni degli aerogeneratori nel sistema di riferimento UTM WGS 84:

PROGETTO: EOS SERRA 1					
WTG	Comune	Foglio	Particella	Coordinate WTG (UTM84-33N)	
				Est	Nord
A1	Serracapriola	42	38	508747.31	4624958.02
A2	Serracapriola	42	22	509800.27	4625441.44
A3	Serracapriola	45	94	511625.60	4626464.51
A4	Serracapriola	22	316	511140.27	4627687.44
A5	Serracapriola	22	68	511612.70	4628322.34
A6	Serracapriola	22	207	510022.23	4628383.84
A7	Serracapriola	14	85	510771.33	4629448.05
A8	Serracapriola	14	88	509821.65	4630188.38
A9	Serracapriola	15	113	510295.83	4631196.61
A10	Chieuti	15	127	511437.41	4632347.10
A11	Chieuti	14	88	509706.42	4632515.99
A12	Chieuti	15	163	510568.00	4632896.00

Il posizionamento degli aerogeneratori è stato effettuato tenendo conto delle condizioni di ventosità dell'area, della natura geologica del terreno, nonché del suo andamento plano-altimetrico.

Il parametro fondamentale, relativamente all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, è costituito dal regime anemometrico dell'area in cui esso si andrà ad inserire.

I criteri base per l'individuazione dell'idoneità di un sito eolico sono:

1) Ventosità del sito sia in termini di numero di ore/anno equivalenti che di energia cinetica specifica trasferibile agli aerogeneratori;
2) Corretta ubicazione degli aerogeneratori rispetto all'orografia del sito ed altri eventuali ostacoli;
3) Scelta degli aerogeneratori più performanti ed affidabili per le caratteristiche del moto del vento nella zona prescelta.

Il punto di connessione viene stabilito dall'Ente Gestore della Rete Elettrica Nazionale, ossia Terna.

In base alla STMG ricevuta, l'impianto di produzione sarà collegato in antenna a 36kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150kV denominata "Rotello".

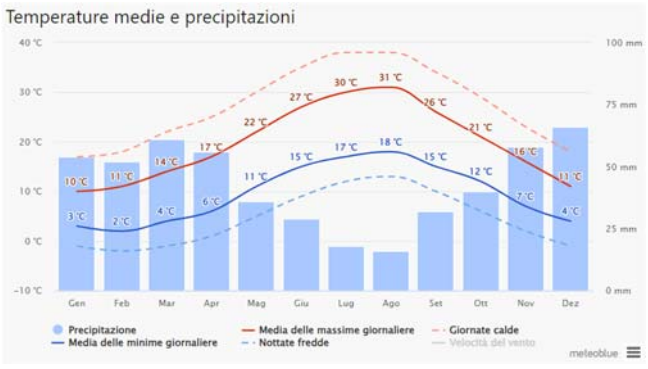
In base alla norma CEI 0-16:2019, sono definiti Sistemi di Alta Tensione quelli con una tensione nominale tra le fasi maggiore di 35 kV e per tale motivo i cavidotti a 36 kV ed i quadri ad essi collegati, saranno definiti come sistemi di Alta Tensione.

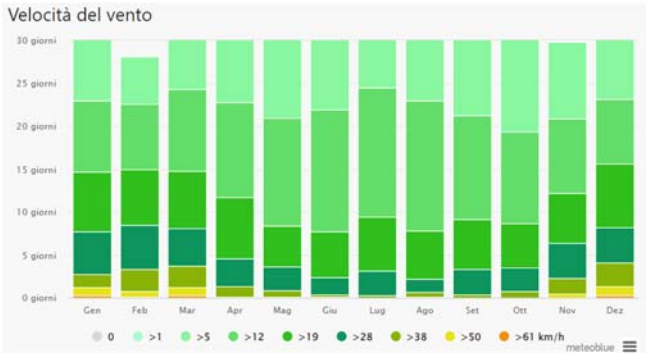
3.2 Caratteristiche anemologiche del sito

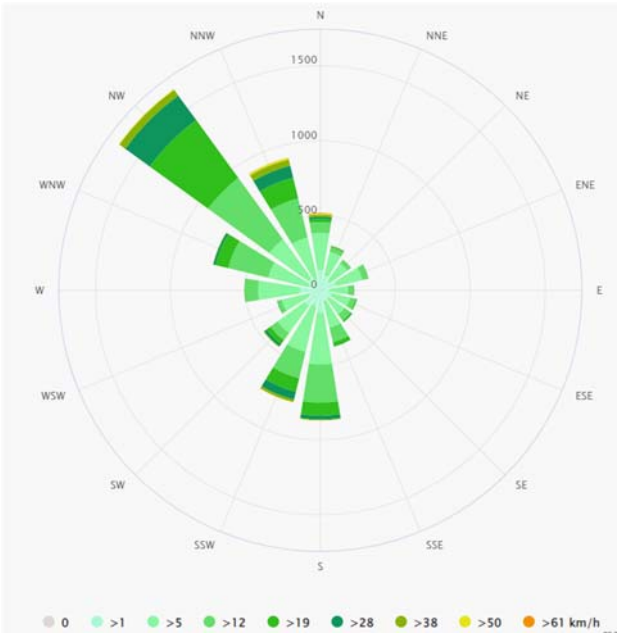
I comuni di Serracapriola e Chieuti sono situati a 270m e 220m slm, al confine tra la Puglia e il Molise.

Posti a pochi chilometri dal mare, il clima è di tipo mediterraneo con lunghe estati calde e soleggiate e inverni scarsamente piovosi.

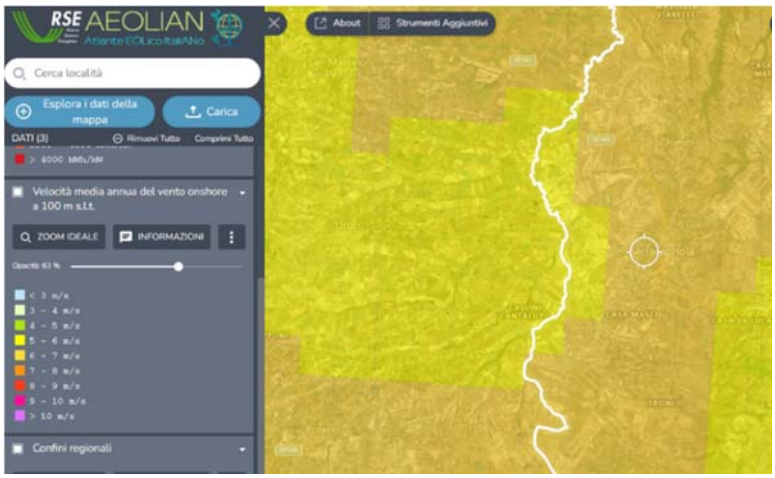
Di seguito vengono riportati i grafici relativi a clima e anemologia estratti dall'archivio climatico del sito Meteoblue.







Dalla consultazione dell'Atlante Eolico Italiano, nel sito oggetto d'intervento la velocità del vento stimata a 100m dal suolo, ossia ad una quota prossima a quella dell'hub dell'aerogeneratore, varia dai 6 ai 7 m/s.



3.3 Stima della producibilità attesa

Dalla consultazione sempre dell'Atlante Eolico, rispetto alla producibilità specifica a 100m slt si ha un valore maggiore di 4.000 MWh/MW.

Il risultato fin troppo incoraggiante rappresenta solo una base di partenza per uno studio più accurato desunto dalla verifica dei dati anemometrici rilevati nei pressi del sito e accuratamente rielaborati ed analizzati.

La valutazione di produzione attesa è stata realizzata con il codice di calcolo WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program), messo a punto dal Risoe National Laboratory di Danimarca e basato su un modello matematico del flusso del vento.

Il programma utilizza i dati anemologici per calcolare il vento geostrofico (vento indisturbato in quota) per una superficie di diversi km di raggio. Sovrapponendo tale vento al modello tridimensionale del terreno, il programma valuta l'andamento della velocità del vento e più in generale i parametri statistici della distribuzione della velocità in punti arbitrari di tale superficie, tenendo conto della sua natura orografica, della rugosità del terreno e dell'eventuale presenza di ostacoli al flusso del vento.

La trattazione accurata verrà illustrata nella relativa Relazione di Producibilità attesa, mentre di seguito si riportano sinteticamente i risultati ottenuti:

Calculated Annual Energy for each of 12 new WTGs with total 72,0 MW rated power

	WTG type						Power curve		Annual Energy		Park	
Terrain	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Creator	Name	Result	Result-10,0%	Efficiency	Mean wind speed
				[kW]	[m]	[m]			[MWh]	[MWh]	[%]	[m/s]
1 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	18.698,0	16.828	99,4	6,46
2 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	18.391,9	16.553	97,9	6,46
3 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	17.252,7	15.527	91,9	6,46
4 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	17.769,5	15.993	94,7	6,46
5 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	17.693,1	15.924	94,1	6,46
6 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	18.120,7	16.309	96,2	6,46
7 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	17.832,0	16.049	95,0	6,46
8 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	18.295,2	16.466	97,4	6,46
9 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	18.035,4	16.232	96,1	6,46
10 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	18.327,5	16.495	97,3	6,46
11 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	18.719,2	16.847	99,1	6,46
12 A	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	119,0	EMD	Level 0	18.346,6	16.512	97,3	6,46

Calculated Annual Energy for Wind Farm

				Specific results¤)				
WTG combination	Result PARK	Result-10,0%	GROSS (no loss) Free WTGs	Park efficiency	Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	Mean wind speed @hub height
	[MWh/y]	[MWh]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]
Wind farm	217.481,7	195.733,6	225.650,6	96,4	31,0	16.311,1	2.719	6,5

¤) *Based on Result-10,0%*

3.4 Obiettivi previsti

Dal momento in cui l'impianto eolico entrerà in esercizio, si potranno considerare raggiunti i seguenti obiettivi:

- immissione nella RTN di energia prodotta da sola fonte rinnovabile eolica;
- impatto ambientale relativo alle emissioni atmosferiche locali nullo, per la totale assenza di emissioni inquinanti, contribuendo così alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti in accordo con quanto ratificato a livello nazionale all'interno dell'Accordo di Parigi sul clima;
- miglioramento della qualità economico-ambientale del contesto territoriale su cui ricade il progetto.

4. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

4.1 Aerogeneratore

Per il progetto eolico proposto si farà ricorso alla turbina Vestas V162 EnVentus da 6 MW.

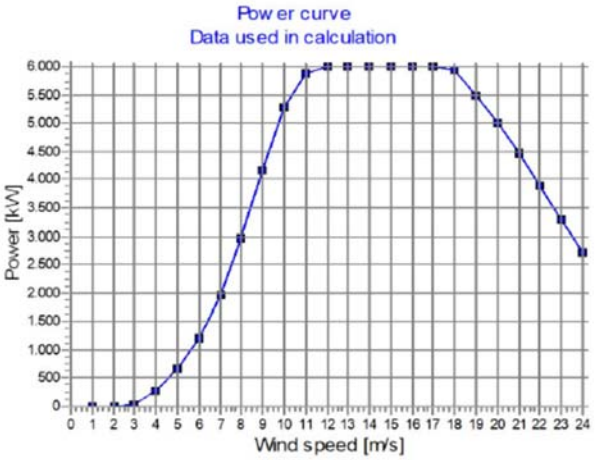
La configurazione di un aerogeneratore ad asse orizzontale è costituita da una torre di sostegno tubolare, che porta alla sua sommità la navicella; quest'ultima contiene l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari.

All'interno della torre/navicella sono inoltre presenti il trasformatore, il quadro AT ed il sistema di controllo della macchina.

L'energia meccanica del rotore mosso dal vento è trasformata in energia elettrica dal generatore, quest'ultima viene trasportata in cavo sino al trasformatore, che innalza il livello di tensione del generatore ad un livello di alta tensione pari a 36 kV.

Il sistema di controllo dell'aerogeneratore consente alla macchina di effettuare in automatico la partenza e l'arresto in diverse condizioni di vento.

L'aerogeneratore eroga energia alla rete elettrica quando è presente in sito una velocità minima del vento (3 m/s) mentre viene arrestato per motivi di sicurezza per venti estremi superiori a 25,0 m/s. Il sistema di controllo ottimizza costantemente la produzione attraverso i comandi di rotazione delle pale attorno al loro asse (controllo del passo) sia comandando la rotazione della navicella.



Di seguito le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore scelto:

- Rotore del diametro di 162, comprendente:
  - Mozzo centrale
  - n.3 pale in fibra di vetro epossidica rinforzata e plastica fibro-rinforzata al carbonio della lunghezza di 79,35 m ciascuna
  - Superficie "spazzata" dalle pale dell'aerogeneratore pari a 20.612 m^2
- Navicella, composta da:
  - Trasmissione meccanica (albero lento, moltiplicatore di giri, albero veloce)
  - Generatore e relativi sistemi di accoppiamento alla struttura
  - Inverter
  - Trasformatore
  - Sistema di frenatura
  - Sistemi di controllo e gestione dell'aerogeneratore
- Torre metallica tubolare tronco conica d'acciaio zincato e verniciato alta 119 m
- Ghiera di fondazione in acciaio per ancoraggio al manufatto in cemento armato tramite gabbia tirafondi.

Le caratteristiche tecniche principali dell'aerogeneratore sono:

Regolazione di potenza

- passo a velocità variabile, Optispeed

Dati di funzionamento

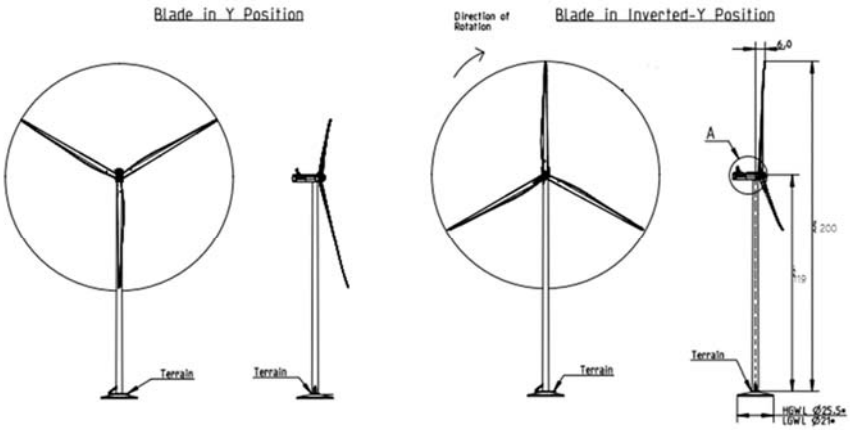
- Potenza nominale: 6000 kW
- Velocità minima del vento: 3 m/s
- Velocità massima del vento: 25 m/s
- Classe di vento: IEC S
- Altitudine massima: 2000 m
- Gamma di temperature di funzionamento standard: da -20°C a 45°C opzione basse temperature da -30°C a 45°C.

Emissioni acustiche (modalità operativa normale) all'altezza della navicella.

- 7 m/s: 99,9 dB(A)
- 8 m/s: 102,7 dB(A)
- 9 m/s: 104,6 dB(A)

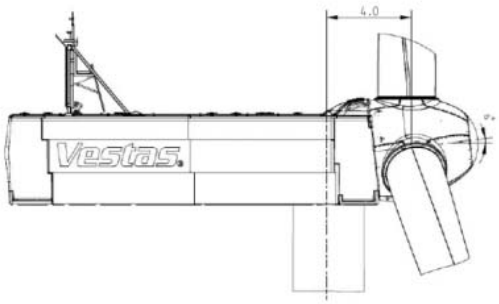
Emissioni acustiche (modalità operativa "Sound Optimized Mode") all'altezza della navicella.

- 7 m/s: 100,0 dB(A)
- 8 m/s: 102,6 dB(A)
- 9 m/s: 103,7 dB(A)



La navicella sostiene il mozzo del rotore e contiene al proprio interno l'albero di trasmissione, il generatore elettrico e i sistemi di controllo. La navicella ha anche il compito di proteggere l'apparato elettrico e meccanico dai fenomeni atmosferici e di ridurre la rumorosità in fase di esercizio.

La navicella è adagiata su un cuscinetto ed è progettata per ruotare orizzontalmente di 360°, consentendo al rotore di allinearsi con la direzione del vento.



Il generatore serve a convertire la potenza meccanica del rotore in potenza elettrica ed è del tipo trifase a magneti permanenti, con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale 6000 kVA
- Numero poli 36
- Tensione nominale 800 V trifase (alla velocità nominale)
- Velocità di rotazione funzionamento 0-460 rpm

Il valore della tensione in uscita può variare in ragione della velocità di rotazione e pertanto viene inserito un inverter la cui funzione è quella di stabilizzarne il valore prima dell'elevazione BT/AT.

All'uscita del generatore è presente un sistema di n. 4 inverter AC/AC in parallelo, gestiti da un unico sistema di regolazione e controllo, per ridurre la tensione dell'energia elettrica prodotta dal generatore prima dell'ingresso al trasformatore e stabilizzarne la tensione.

Il trasformatore BT/AT ha la funzione di innalzare la tensione da 0,72 kV, in uscita dall'inverter, fino alla tensione di 36 kV (AT), alla quale l'energia elettrica prodotta viene trasmessa dagli aerogeneratori fino al punto di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il sistema di frenatura delle pale è azionato dal sistema di controllo, e consiste nel posizionare le superfici aerodinamiche delle pale stesse in modo parallelo alla direzione del vento. Il sistema agisce in modo indipendente su ciascuna delle tre pale e può essere azionato in situazioni di emergenza anche in mancanza di tensione.

4.2 Opere civili

4.2.1 Fondazioni

Le fondazioni previste sono del tipo indiretto con plinto su pali. Il plinto sarà completamente interrato, a parte la porzione superiore (colletto) che resterà in vista avente un diametro di circa 5,00 metri e sulla quale si andrà ad innestare l'aerogeneratore.

Le caratteristiche geometriche di massima della fondazione in cemento armato sono le seguenti:

Plinto:

- Diametro 24,00m
- Altezza massima centrale 3,00m
- Altezza minima laterale 1,80m

Pali:

- n. 16 pali gettati in opera
- Lunghezza pali 22,00m
- Diametro pali 1,00m

Le dimensioni indicate potranno subire modifiche nel corso dello sviluppo del progetto esecutivo in funzione delle informazioni ed analisi di dettaglio.

Per le opere oggetto della presente relazione si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

Calcestruzzo per opere di fondazione

Classe di esposizione	XC4
Classe di resistenza	C35/45
Resist, caratteristica a compressione cilindrica	fck = 35 N/mm^2
Resist, caratteristica a compressione cubica	Rck = 45 N/mm^2
Modulo elastico	Ec = 34077 N/mm^2
Resist, di calcolo a compressione	fcd = 19,83 N/mm^2
Resist, caratteristica a trazione	fctk = 2,25 N/mm^2
Resist, di calcolo a trazione	fctd = 1,50 N/mm^2
Resist, caratteristica a trazione per flessione	fcfk = 2,89 N/mm^2
Resist, di calcolo a trazione per flessione	fcfd = 1,93 N/mm^2
Rapporto acqua/cemento max	0,50
Contenuto cemento min	340 kg/m^3
Diametro inerte max	32 mm
Classe di consistenza	S4

Acciaio per armature c.a.

Acciaio per armatura tipo	B450C
Tensione caratteristica di snervamento	fyk = 450 N/mm^2
Tensione caratteristica di rottura	ftk = 540 N/mm^2
Modulo elastico	Es = 210000 N/mm^2

4.2.2 Strade e piazzole

L'impianto verrà collocato in aperta campagna, dove le strade provinciali sono scarse e quelle comunali spesso dissestate.

Sarà quindi necessario realizzare alcune strade a servizio del parco eolico, soprattutto per consentire il trasporto delle componenti fino al punto d'installazione di ogni aerogeneratore.

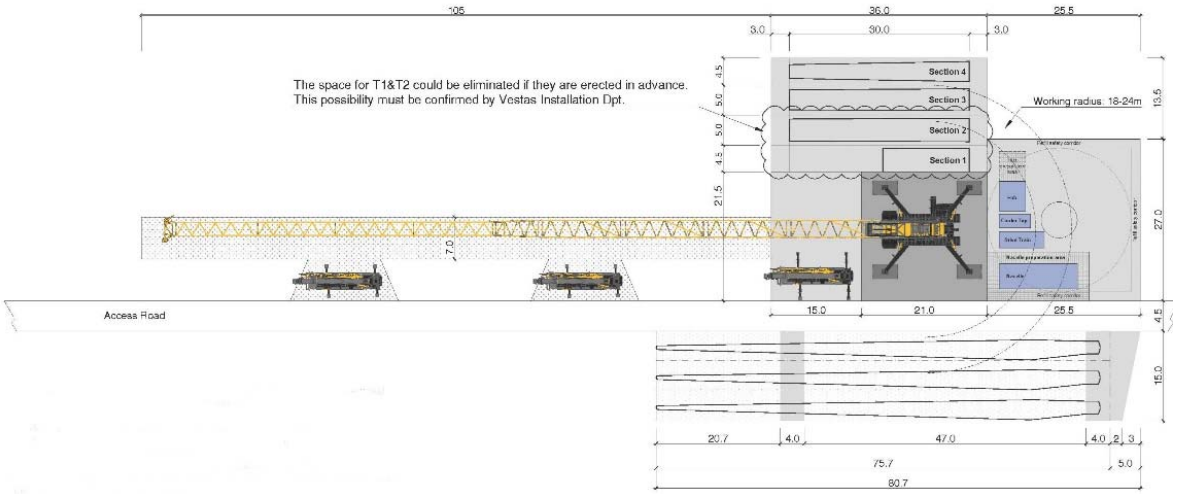
I tracciati stradali a integrazione della viabilità esistente saranno realizzati in macadam, ossia facendo ricorso esclusivamente a materiale lapideo, senza l'utilizzo di cemento o asfalto.

Si procederà ad uno scotico superficiale del terreno e alla posa del geotessile che consente di realizzare superfici carrabili utilizzando uno strato di materiale stabilizzato che rimane praticamente inalterato anche su terreni fangosi impedendo la formazione delle cosiddette "ormaie".

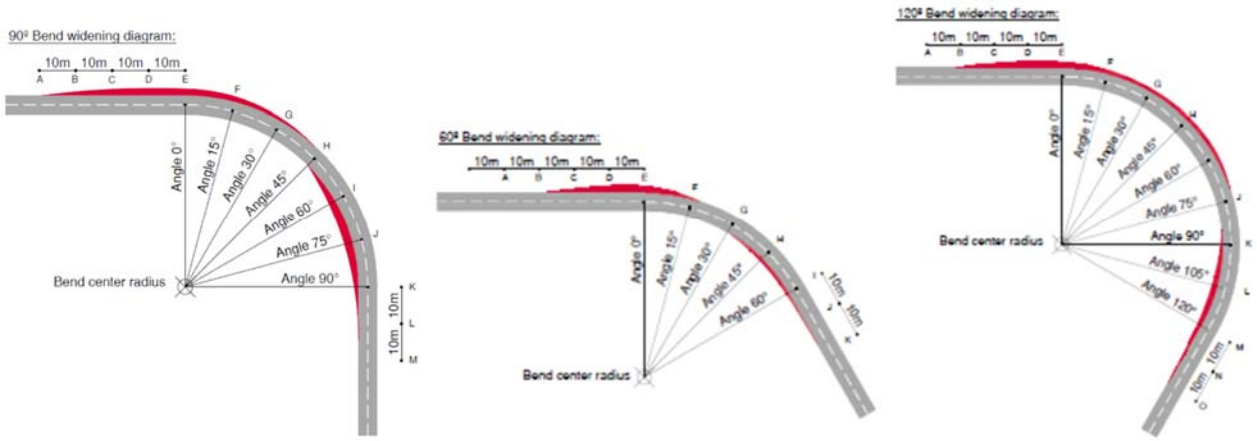
Gli inerti utilizzati avranno varie pezzature, partendo da quelle più grosse in basso per terminare con uno strato di finitura in misto stabilizzato opportunamente vibrato e costipato.

In aderenza al plinto di fondazione verrà realizzata una piazzola permanente avente le stesse caratteristiche di stabilità della strada, sulla quale verrà posizionata la gru durante le fasi di erezione.

Nei pressi di questa verranno realizzate anche delle piazzole provvisorie, necessarie allo stoccaggio delle componenti dell'aerogeneratore (tronchi di torre, gondola e pale) o al posizionamento della gru di supporto alla gru principale che verranno smantellate a fine cantiere.



Ove occorra verrà adeguata la viabilità locale che conduce ai siti di installazione degli aerogeneratori, in funzione dei trasporti eccezionali e dei raggi di curvatura necessari alle manovre di accesso in cantiere.



4.2.3 Riepilogo scavi e rinterri

Le opere civili comporteranno movimenti terra principalmente per l'esecuzione delle fondazioni degli aerogeneratori e di strade e piazzole per l'installazione e l'esercizio degli stessi.

Alcune lavorazioni avranno carattere di intervento temporaneo mentre altri saranno definitivi.

Allo stesso modo alcuni movimenti terra saranno di sbancamento mentre altri di rinterro.

Dalle valutazioni desunte dalla progettazione di massima delle fondazioni è stato possibile valutare per l'esecuzione delle stesse un volume di scavo pari a circa 19.000 m^3 ed un volume di rinterro di circa 6.500 m^3.

Per l'insieme delle strade e piazzole, il totale degli scavi è di circa 18.000 m^3 e dei volumi in rilevato di circa 40.000 m^3.

Per quanto riguarda i cavi interrati, la loro tipologia consente di poggiarli direttamente sul fondo dello scavo senza bisogno di corrugato.

Il terreno rimosso verrà riutilizzato come riempimento, quindi non ci sarà produzione di terre da scavo.

In ogni caso i volumi indicati potranno subire modifiche nel corso dello sviluppo del Progetto Esecutivo, in funzione delle informazioni ed analisi di dettaglio disponibili.

4.3 Opere Elettriche

4.3.1 Scelta del punto di connessione

Come definito dalla STMG ricevuta da Terna, l'impianto sarà collegato in antenna a 36kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150kV denominata "Rotello".

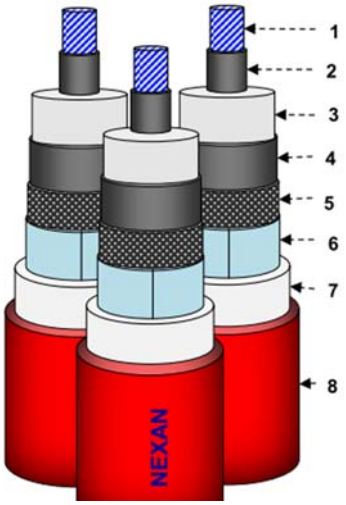
In base alla norma CEI 0-16:2019, sono definiti sistemi di Alta Tensione quelli con una tensione nominale tra le fasi maggiore di 35 kV. Per tale motivo, tutti i cavidotti a 36 kV del progetto in oggetto ed i quadri ad essi collegati, saranno, da norma, definiti come sistemi di Alta Tensione.

Essendo l'impianto di 36 MW, lo stallo della sottostazione Terna ad esso dedicato al fine del collegamento, sarà unico.

Il percorso del cavidotto avrà una lunghezza complessiva di circa 35km e pertanto sarà necessario posizionare lungo il percorso 3 cabine di sezionamento o smistamento per il sezionamento delle linee dorsali.

4.3.2 Descrizione e dimensionamento cavi

Per la soluzione di connessione a 36 kV, il cavo scelto per il collegamento degli aerogeneratori in entra-esci ed il collegamento del parco eolico agli stalli della SE Terna sarà del tipo ARE4H5EEX 20,8/36 kV, con conduttore in allumino e cordato ad elica, in grado di lavorare a tensioni nominali di 36 kV. Esso è costituito da:



1. Anima: conduttore a corda rotonda compatta in alluminio;
2. Semiconduttivo interno: elastomerico estruso;
3. Isolante: polietilene reticolato (XLPE);
4. Semiconduttivo esterno: elastomerico estruso;
5. Strato semiconduttivo acquabloccante;
6. Schermatura: nastri di alluminio;
7. 1° Guaina: PE estruso;
8. 2° Guaina: PE di colore rosso.

Il cavo è adatto per la posa direttamente interrata.

Il primo dimensionamento dei cavi è stato effettuato sulla base del limite termico di portata degli stessi, in base alle condizioni ambientali e di posa, confrontando tali valori con la corrente nominale passante in ogni tratta di cavidotto.

Quando le tratte di cavi diventano importanti (nell'ordine di chilometri per cavi a tali valori di tensione), si vanno a dimensionare le varie tratte non solo considerando la portata al limite termico dei cavi, ma anche che la caduta di tensione nei tratti di cavo ed a fondo cavidotto sia inferiore ad un certo valore percentuale.

Le sezioni utilizzate varieranno da 3x1x95 mm^2 in uscita dalla prima macchina a 3x1x600 mm^2 per il collegamento dell'impianto alla sottostazione utente.

Il cavidotto verrà interrato ad una profondità minima di 1,2 m, posato a trifoglio e segnalato con nastro monitore a bande bianche e rosse.

Relativamente al cavidotto AT a 36 kV per il collegamento in antenna dell'impianto di produzione con lo stallo 36 kV della Stazione Terna, esso sarà costituito dalla sezione 3x1x630 mm^2 per circa 300 m, interrato a 1,5 m.

Di seguito la scheda tecnica proveniente dal produttore con le caratteristiche del cavo previsto.

Nexans

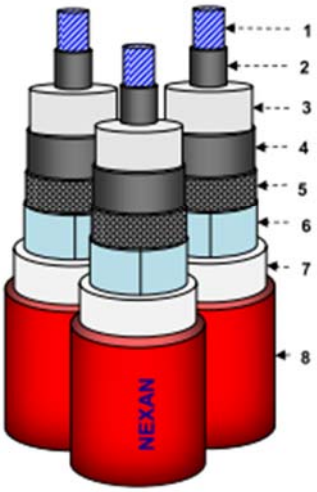
ARE4H5EEX
20,8/36 kV
3x1x... SK2

HIGH VOLTAGE CABLE

THREE SINGLE CORE CABLES IN TRIPLEX FORMATION WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALUMINIUM TAPE SCREEN AND DOUBLE PE SHEATH, SHOCK RESISTANT.

APPLICATIONS AND CHARACTERISTICS

In HV energy distribution networks for voltage systems **up to 42kV.**
Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.
SHOCK PROOF SK2 has a very good shock resistance characteristics.
The two special outer sheaths provide an excellent protection against impact and mechanical abuse during the lifetime of the cable.
Shock Proof SK2 cable performances has been evaluated against mechanical protection by the abrasion test and the impact test included in CEI 20-68 standard.
This type of cable can be directly buried without additional protections because it is comparable to an armoured cable.



FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Rated voltage U_0/U:	**20,8/36** kV
Maximum voltage U_m:	**42** kV
Test voltage:	**2,5** U_0
Max operating temperature of conductor:	**90** °C
Max short-circuit temperature:	**250** °C (for max 5 s)
Max short-circuit temperature (screen):	**150** °C

CONSTRUCTION

1. **Conductor**
   stranded, compacted, round, ***aluminium*** *- class* ***2*** *acc. to IEC 60228*
2. **Conductor screen**
   extruded semiconducting compound
3. **Insulation**
   extruded cross-linked polyethylene (***XLPE****) compound*
4. **Insulation screen**
   extruded semiconducting compound - ***fully bonded***
5. **Longitudinal watertightness**
   semiconducting ***water blocking tape***
6. **Metallic screen and radial water barrier**
   aluminium tape *longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)*
7. **First sheath - 1**
   extruded ***PE*** *compound*
8. **Second sheath - 2**
   extruded ***PE*** *compound - colour:* ***red***
   with improved ***impact resistance***

Max pulling force during laying
50 N/mm² (applied on the conductors)
Min bending radius during laying
21 D_{phase} (dynamic condition)
Minimum temperature during laying
- 25 °C (cable temperature)

STANDARDS
IEC 60840 where applicable *(testing)*
Nexans Design
HD 620 where applicable *(materials)*
CEI 20-68 where applicable *(impact test)*

MARKING by **ink** of the following legend:
On PHASE 1 : "NEXANS B <Year> ARE4H5EEX 20,8/36kV 3x1x <S> SK2 FASE 1 <meter marking>"
On PHASE 2 : "FASE 2"
On PHASE 3 : "FASE 3"
<YEAR> = Year of manufacturing
<S> = Section of the conductor

Mechanical resistance to impacts: **very good (CEI 20-68)**
Longitudinal waterproof
Radial waterproof
Max operating temp. of conductor: **90 °C**
Max short-circuit temperature : **250 °C**
Minimum installation temperature: **-25 °C**

4.3.3 Modalità di posa

In generale, i tracciati sono stati scelti in modo tale da minimizzare l'impatto delle opere di scavo sulle colture esistenti. Per quanto possibile, si è scelto di far coincidere i percorsi dei cavidotti con quelle dei tratti di viabilità di nuova realizzazione, a servizio dei singoli aerogeneratori, o comunque dei tratti degli stradelli esistenti dei quali si è previsto l'adeguamento. In questo modo, si è cercato di limitare la lunghezza degli scavi esterni alle opere stradali, e di privilegiare, per il cavidotto, i percorsi lungo i confini delle particelle catastali piuttosto che quelli che intersecano le singole particelle. In questo modo si sono ridotti gli impatti, e i rischi futuri di interferenza, sulle attività agricole.

La lunghezza complessiva del cavidotto è di 35 km, comprensivi dei tratti costituiti da più linee in parallelo.

Il cavidotto verrà posato direttamente interrato, senza l'utilizzo di corrugati di protezione, seguendo le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, e le seguenti caratteristiche geometriche:

- Profondità di scavo 1,20 m
- Larghezza di scavo 0,45 m / 0,75 m
- Profondità di posa 1,20 m

Per la realizzazione del rinterro, verrà utilizzato lo stesso materiale di risulta dello scavo, avendo cura di verificare, pur essendo cavi idonei alla posa direttamente interrata, l'assenza di trovanti o altri elementi che potrebbero danneggiare l'integrità del cavo stesso, nel caso venissero a contatto con esso.

I cavi verranno posati direttamente sul letto dello scavo, e ricoperti da un ulteriore strato di almeno 40 cm, anch'esso in materiale di risulta. Allo stello livello del cavo AT verrà posato un corrugato in PEHD, che ospiterà la fibra ottica, la quale consentirà l'intercomunicazione fra gli aerogeneratori e il sistema di controllo. Verrà quindi completato il rinterro dello scavo, sempre con materiale di risulta, prevedendo la posa di un nastro segnalatore con su scritto "Cavi Elettrici" a circa 70 cm dal piano campagna.

Nel caso in cui il tracciato degli elettrodotti intersechi tratti di viabilità in cui è presente una pavimentazione, questa verrà ripristinata alle condizioni originarie, secondo le indicazioni degli enti competenti.

4.3.4 Posa con metodo TOC

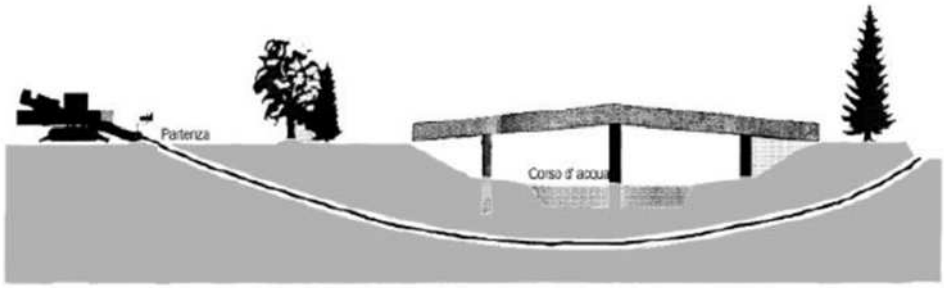
Il metodo della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) ha lo scopo di consentire l'attraversamento di tratti di infrastrutture lineari, quali cavidotti, gasdotti, fossi, canali e interferenze in generale permettendo di accelerare le tempistiche di esecuzione, senza necessità di rimuovere e poi ricostituire l'infrastruttura che causa interferenza.

La tecnica di posa mediante TOC, che prevede:

- Esecuzione di un foro pilota, mediante utensile fresante, posto alla sommità di una serie di aste metalliche modulari, e la cui posizione è verificata e regolata per mezzo di un sistema di localizzazione.
- Allargamento del foro pilota mediante la collocazione di un'alesatrice in testa alla serie di aste metalliche, e andamento a ritroso lungo il tracciato del foro pilota, a partire dall'estremità finale e procedendo a ritroso fino all'estremità iniziale.
- Tiro del cavidotto di cui è prevista la posa da un'estremità all'altra del foro, mediante collegamento dell'estremità del cavidotto stesso alle aste metalliche.

La geometria del foro di attraversamento verrà determinata in modo tale da mantenere sempre una profondità minima di 2.0 m al di sotto del punto a minima quota dell'infrastruttura lineare attraversata.

Nel caso di attraversamenti di fossi, le estremità terminali di ciascun tratto di linea posata con metodo TOC saranno determinate in modo tale da mantenersi esterne all'area soggetta ad allagamento con tempo di ritorno 200 anni, in funzione delle caratteristiche del reticolo idrografico locale.



4.3.5 Cabine di smistamento

Lungo il tracciato del cavidotto è previsto il posizionamento di n. 3 cabine di smistamento.

Queste costituiscono un nodo di diramazione dell'energia e consentono di derivare da una o più linee in arrivo un maggior numero di linee in partenza, senza effettuare alcuna trasformazione.

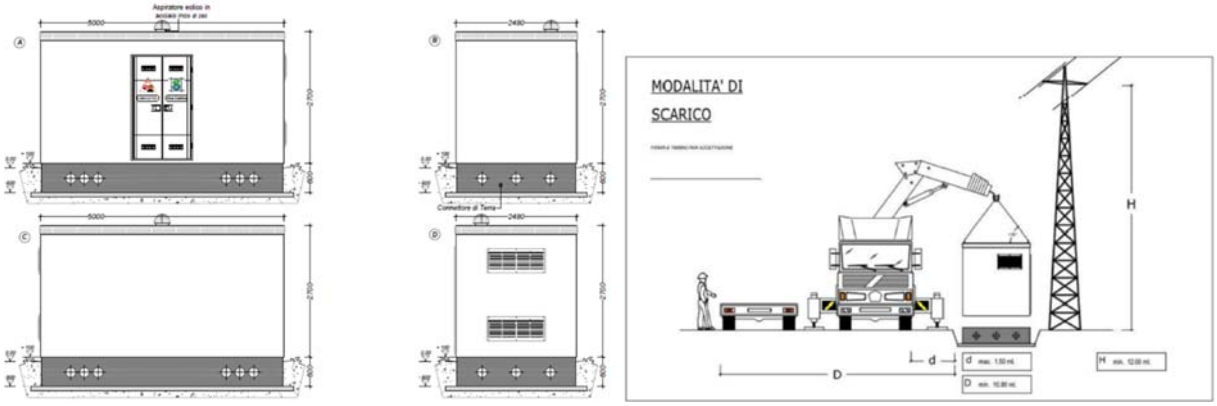
Ciascuna cabina sarà costituita da un corpo di fabbrica monopiano prefabbricato in c.a.p. e fondazioni in vasca prefabbricata con flange passa tubo per il passaggio di cavi e sottoservizi.

Ogni edificio ha dimensioni di base 500cm x 252cm x 271cm (h), mentre la vasca di fondazione ha altezza di 59cm ed è realizzata secondo le prescrizioni Enel.

La fondazione viene poggiata su una piattaforma di calcestruzzo con rete elettrosaldata.

Il manufatto è inoltre provvisto di porta, griglie, camino di ventilazione e impianto elettrico.

I golfari di sollevamento, posti sulla copertura ai 4 angoli della struttura, permettono il sollevamento e la movimentazione del monoblocco, in conformità allo schema di sollevamento riportato in targa all'interno della struttura.



4.3.6 Stazione Utente

In adiacenza della Stazione Elettrica Terna denominata "Rotello" verrà realizzato l'ampliamento previsto e nelle immediate vicinanze sorgerà la Stazione Utente. Essa sarà realizzata in opera ed avrà una lunghezza pari a 23 m ed una larghezza pari a 6 m. Sarà suddivisa in tre locali principali:

- Locale di Controllo: dove saranno presenti quadri di controllo degli aerogeneratori, Scada Utente ed aerogeneratori, quadri ausiliari BT, centrali impianti speciali (videosorveglianza, antintrusione...);
- Locale GE: dove sarà ubicato il gruppo elettrogeno da 20 kVA – 400 V per sopperire alle eventuali mancanze di alimentazione;
- Locale AT: dove saranno installati i quadri di Alta Tensione (36 kV). Sono stati previsti quadri Schneider della serie F400 – 1250 A, i quali vengono prodotti anche con tensioni massime fino a 40,5 kV. Vi saranno due sistemi di quadri AT composti entrambi da due celle per l'arrivo da due sottocampi eolici, una cella misure con TV ed una cella partenza per il collegamento alla Sottostazione Terna. Vi sarà installato anche il trasformatore ausiliario 36/0,4 kV-50kVA-Dyn11 per l'alimentazione di tutti i sistemi ausiliari della Stazione Utente.

Di seguito la localizzazione dell'esistente Stazione Terna "Rotello" e l'ipotesi di Stazione Utente 30/36kV, le cui coordinate provvisorie nel sistema di riferimento WGS84 UTM33 sono:

506100 m E; 4623000 m N.

La costruzione della Stazione Utente potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile, oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo).

La copertura sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato preverniciato.

Prima della realizzazione della Stazione Utente, al di sotto di esso sarà realizzata in opera una vasca di fondazione di altezza pari ad 1 m, per il passaggio dei cavi AT, ausiliari BT e di segnale.

Intorno all'area della Stazione Utente sarà realizzata una recinzione metallica, della tipologia "orsogrill" con un cancello motorizzato di larghezza pari a 4 m per permettere l'ingresso di veicoli atti alla manutenzione.

L'interno dell'area recintata della Stazione Utente sarà caratterizzato da uno strato omogeneo di stabilizzato e ghiaia opportunatamente compattati.

Davanti al cancello di ingresso ed in direzione parallela della Stazione Utente, è previsto anche la posa di uno strato di asfalto per permettere un più agevole ingresso dei mezzi di manutenzione.

Di seguito un'ipotesi della planimetria della Stazione Utente e dell'area interna alla recinzione intorno ad essa.

Per la raccolta dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori, sono stati previsti quadri Schneider della serie F400 – 1250 A, o equivalenti, i quali vengono realizzati con tensioni massime fino a 40,5 kV. Vi sarà un sistema di quadri AT composto da una cella per l'arrivo dall'unico sottocampo eolico, una cella misure con TV, una cella partenza per il collegamento alla Sottostazione Terna e la partenza per l'alimentazione del trasformatore ausiliario 36/0,4 kV-50 kVA-Dyn11 per l'alimentazione di tutti i sistemi ausiliari della Stazione Utente, anch'esso installato all'interno del Locale AT della Stazione Utente.

Ogni cella sarà dotata di relè di protezione, TA, TO e TV, per la rilevazione e protezione dell'impianto, con le funzionalità previste dal Codice di Rete di Terna.

Nella cella di partenza per il campo eolico e nella cella di partenza per Terna, verranno installati e collegati anche i contatori di produzione, immissione e prelievo per la contabilizzazione dell'energia elettrica prodotta, immessa e prelevata in e dalla rete elettrica nazionale.

Il parco eolico sarà monitorato con due sistemi distinti.

Il primo sistema di monitoraggio sarà un sistema Scada Utente, realizzato dal produttore per il controllo e comando dei sistemi installati all'interno della Stazione Utente:

- Comando interruttori quadri AT;
- Visualizzazione stato interruttori AT e BT;
- Allarmistica proveniente dalle protezioni AT e dai sistemi BT;
- Visualizzazione misure elettriche AT e BT per la rilevazione dell'energia prodotta.

Il secondo sistema di monitoraggio sarà costituito da uno Scada progettato e realizzato dal fornitore degli aerogeneratori, Vestas, in grado di:

- Monitorare la produzione dei singoli aerogeneratori;
- Monitorare lo stato di eventuali anomalie negli aerogeneratori;
- Allarmistica proveniente dagli aerogeneratori;
- Comando dell'energia prodotta dagli aerogeneratori.

I due sistemi saranno interfacciati per l'interscambio di informazioni e comandi e saranno interfacciati coi sistemi di protezione e monitoraggio di Terna Spa (RTU ed UPDM).

5. CANTIERIZZAZIONE

5.1 Fasi di lavoro

La prima fase, prima di iniziare i lavori, consiste nel tracciamento topografico di strade, fondazioni e piazzole.

Una volta individuati e delimitati i vari siti, si procederà con l'indagine elettromagnetica per verificare l'eventuale presenza di ordigni bellici.

Seguirà la pulizia del terreno e lo scotico dello stesso limitatamente alle aree segnate, al fine della successiva realizzazione della viabilità interna e delle piazzole di servizio.

Si procede quindi con lo scavo delle fondazioni, la trivellazione e getto dei pali e la successiva realizzazione dei plinti di fondazione e relativi rinterri al termine del disarmo.

In contemporanea si effettueranno i cavidotti, posando sia i cavi elettrici che i corrugati per la fibra ottica, verranno infilati i cavi e chiusi i giunti lungo il tracciato.

Il superamento delle interferenze, quali corsi d'acqua, strade o ponticelli, avverrà col metodo della trivellazione orizzontale controllata (TOC) mediante l'impiego di macchina spingitubo.

Esaurite le principali opere civili si procederà con il trasporto degli aerogeneratori ed il loro successivo montaggio e la realizzazione della Stazione utente per l'alloggiamento dei quadri AT di convogliamento verso la stazione di elevazione Terna, del sistema di bassa tensione e del sistema di controllo del parco eolico.

Si procederà infine all'installazione dei sistemi di sorveglianza e monitoraggio del parco eolico.

Al completamento dei montaggi elettromeccanici del parco eolico verranno eliminate tutte le strade e piazzole temporanee e con il ripristino dei luoghi.

Infine, l'ultima fase del cantiere prevede la messa in esercizio del parco eolico con la verifica del corretto funzionamento di tutti i sistemi, dell'interfaccia con la rete di trasmissione nazionale RTN di Terna e dell'affidabilità del nuovo sistema di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con un collaudo dedicato ed una prova di durata (Test Run).

Al termine della fase di cantiere saranno raccolti tutti gli imballaggi dei materiali utilizzati, applicando criteri di separazione tipologica delle merci, con riferimento al D. Lgs 152/2006, in modo da garantire il corretto recupero o smaltimento in idonei impianti.

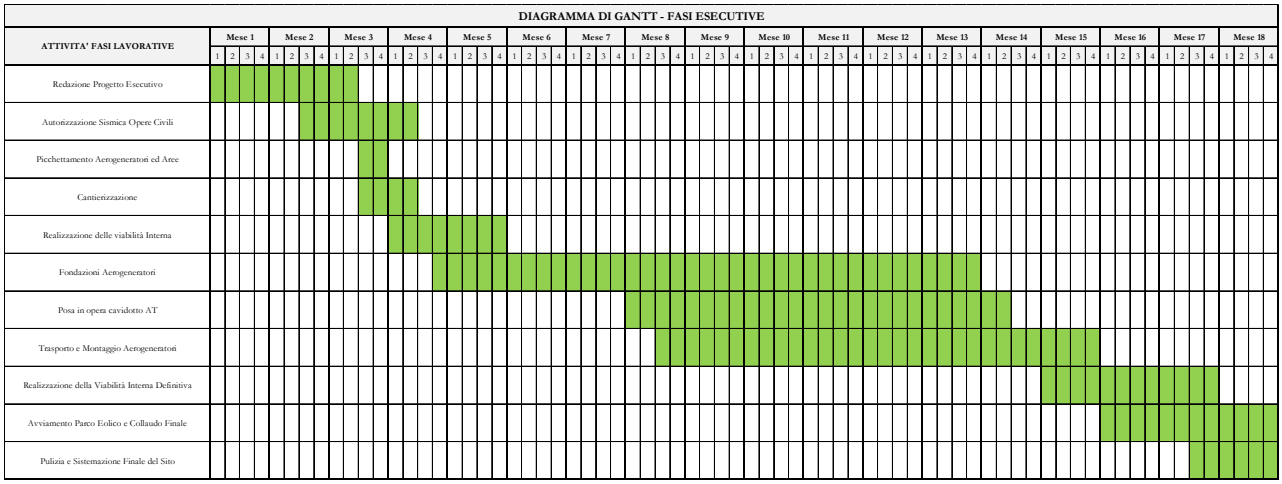
5.2 Mezzi d'opera

Durante lo svolgimento delle lavorazioni ed attività nelle diverse fasi di vita del parco eolico, descritte nei capitoli precedenti, verranno impiegati diversi mezzi d'opera differenti, ciò anche in funzione dei sottosistemi presenti nelle aree di cui il parco stesso è composto. I principali mezzi d'opera che saranno impiegati, a titolo indicativo e non esaustivo, vengono di seguito listati:

1) Escavatori, per l'esecuzione di scavi a sezione obbligata;
2) Pale meccaniche, per movimenti terra ed operazioni di carico/scarico di materiali dismessi;
3) Rullo vibrante per la costipazione delle strade di cantiere;
4) Autocarri a più assi, per la consegna di materiali in sito o l'allontanamento dei materiali di risulta;
5) Trivella per l'esecuzione dei pali;
6) Betoniere e autopompe per la consegna in sito dei conglomerati cementizi;
7) Automezzi dotati di gru per la consegna/prelievo di materiali e componentistica;
8) Gru gommate e/o cingolate per i sollevamenti in quota.

5.3 Cronoprogramma

Di seguito si riporta il cronoprogramma con le tempistiche di massima previste in funzione delle diverse fasi di lavorazione.



5.4 Fase di gestione ed esercizio

Un parco eolico non richiede il presidio da parte di personale preposto durante il normale funzionamento, e pertanto verrà esercito, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

Nel periodo di esercizio dell'impianto, pari almeno a 30 anni, sono previsti unicamente interventi programmati per controlli e manutenzione, riconducibili alla verifica periodica del corretto funzionamento, con visite preventive e/o interventi di sostituzione delle eventuali parti danneggiate e con verifica dei dati registrati.

Le visite di manutenzione preventiva sono finalizzate a verificare le impostazioni e prestazioni standard dei dispositivi e si provvederà, nel caso di eventuali guasti, a riparare gli stessi nel corso della visita od in un momento successivo quando è necessario reperire le componenti da sostituire.

Durante la fase di esercizio dell'impianto la produzione di rifiuti sarà limitata ai rifiuti derivanti dalle attività di manutenzione. e verrà gestita come in fase di cantiere.

5.5 Gestione dei rifiuti

Il processo di generazione di energia elettrica mediante impianti eolici non comporta la produzione di rifiuti. In fase di cantiere, trattandosi di materiali pre-assemblati, si avrà una quantità minima di scarti (metalli di scarto, piccole quantità di inerti, materiale di imballaggio quali carta e cartone, plastica) che saranno conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente.

In fase di esercizio non ci sarà produzione di rifiuti, salvo quelli di entità trascurabile legati alle attività di manutenzione e che verranno gestiti con le usuali metodologie di raccolta differenziata.

Una volta concluso il ciclo di vita dell'impianto, nel caso non si provveda ad un repowering, gli aerogeneratori saranno smaltiti secondo le procedure stabilite dalle normative vigenti al momento.

In fase di dismissione si prevede di produrre una quota limitata di rifiuti, legata allo smantellamento degli aerogeneratori e dei manufatti (recinzione, strutture di sostegno), che in gran parte potranno essere riciclati e per la quota rimanente saranno conferiti in idonei impianti.

5.6 Fase di dismissione

Alla fine del ciclo produttivo dell'impianto, il parco eolico potrà essere dismesso secondo il progetto approvato o, in alternativa, potrebbe prevedersi l'adeguamento produttivo dello stesso.

Nel primo caso occorrerà programmare lo smantellamento dell'intero impianto e la riqualificazione del sito di progetto, che può essere ricondotto alle condizioni ante operam.

In generale si stima che gli interventi di dismissione dell'impianto e di ripristino dello stato dei luoghi duri circa dai 7 ai 9 mesi.

Le principali attività previste per la dismissione del parco eolico sono:

- Smontaggio degli aerogeneratori e delle apparecchiature tecnologiche elettromeccaniche in tutte le loro componenti conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore;
- Demolizione delle fondazioni degli aerogeneratori per almeno 1-1,5m di profondità;
- Smantellamento delle piazzole degli aerogeneratori e della viabilità di servizio;
- Sfilaggio dei cavidotti e della rete in fibra ottica conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore;
- Dismissione della Stazione utente;

- Riciclo e smaltimento dei materiali;
- Ripristino dello stato dei luoghi mediante la rimozione delle opere, il rimodellamento del terreno allo stato originario ed il ripristino della vegetazione, ove necessario, avendo cura di:
    a) ripristinare la coltre vegetale assicurando il ricarico con lo stesso manto di terreno vegetale evidenziato dai rilievi eseguiti in sede di redazione della relazione geologica;
    b) rimuovere i tratti stradali della viabilità di servizio rimuovendo la fondazione stradale e tutte le relative opere d'arte avendo cura di mantenere la viabilità rurale eventualmente presente prima dell'insediamento del parco eolico;
    c) utilizzare per i ripristini della vegetazione essenze erbacee autoctone di ecotipi locali di provenienza regionale;
    d) utilizzare tecniche di ingegneria naturalistica per eventuali ripristini geomorfologici;
    e) comunicare agli Uffici regionali competenti la conclusione delle operazioni di dismissione dell'impianto.

Relativamente alle esigenze di bonifica dell'area, si sottolinea che l'impianto, in tutte le sue strutture che lo compongono, non prevede l'uso di prodotti inquinanti o di scorie, che possano danneggiare suolo e sottosuolo.

L'organizzazione funzionale dell'impianto, quindi, fa sì che l'impianto in oggetto non presenti necessità di bonifica o di altri particolari trattamenti di risanamento.

Inoltre, tutti i materiali ottenuti sono riutilizzabili e riciclabili in larga misura.

Durante la fase di dismissione, così come durante la fase di costruzione, si dovrà porre particolare attenzione alla produzione di polveri derivanti dalla movimentazione delle terre, dalla circolazione dei mezzi e dalla manipolazione di materiali polverulenti o friabili.

Durante le varie fasi lavorative a tal fine, si dovranno prendere in considerazione tutte le misure di prevenzione, sia nei confronti degli operatori sia dell'ambiente circostante; tali misure consisteranno principalmente nell'utilizzo di utensili a bassa velocità, nella bagnatura dei materiali, e nell'adozione di dispositivi di protezione individuale.

5.7 Ripristino finale dello stato dei luoghi

Concluse le operazioni relative alla dismissione dei componenti dell'impianto eolico si dovrà procedere alla restituzione dei suoli alle condizioni ante-operam. Le operazioni per il completo ripristino morfologico e vegetazionale dell'area saranno di fondamentale importanza perché ciò farà in modo che l'area sulla quale sorgeva l'impianto possa essere restituita agli originari usi agricoli.

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 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 dell'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 dalle quali verranno rimosse le cabine e la viabilità verranno ricoperte di terreno vegetale ripristinando la morfologia originaria del terreno.

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, laddove occorra, 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 (neo-ecosistemi) 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;

- 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.