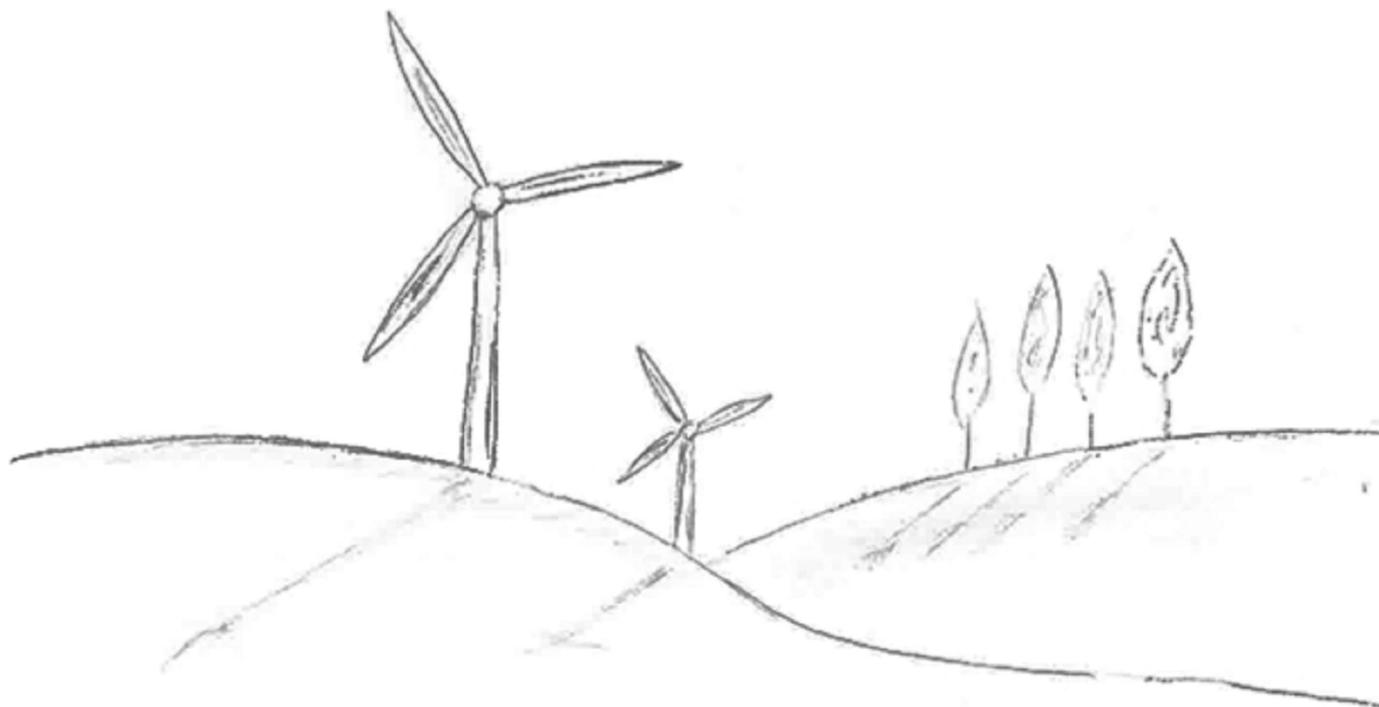


OGGETTO

PARCO EOLICO MANCIANO



PROGETTO

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO IN AREE TOTALMENTE IDONEE (D.Lgs. n°199/2021 e Allegato 1b del PIT Regione Toscana) COMPOSTO DA 7 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 50,4 MW

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

CONSULENZA



**SINTECNICA ENGINEERING S.R.L.**  
Piazza IV Novembre, 4  
Milano - 20124  
P.I. 10246080963

Progettista:

ING. LUCA TRIPPANERA



Gruppo di Lavoro:

ANDREA COLUCCI  
GIULIO GORINI  
MATTEO FARULLI  
SAMUELE GIRAFFA

PROPONENTE



**GRUPPO VISCONTI MANCIANO S.R.L.**  
Via Giuseppe Ripamonti, 44  
Milano - 20141  
P.I. 13357780967

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO

Numero attività

395.GVI.23

Codice Documento

R.CV.395.GVI.23.001.00

Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	22.03.2024	Emissione	M.F.	D.M.	L.T
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Località

COMUNE DI MANCIANO

Provincia di Grosseto

Regione Toscana

PROGETTO PARCO EOLICO MANCIANO  
COMUNE DI MANCIANO  
PROVINCIA DI GROSSETO - REGIONE TOSCANA

RELAZIONE GENERALE



## Sommario

PREMESSA.....	3
1    NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
NORMATIVE ED EUROCODICI .....	7
2    GEOLOGIA .....	8
3    PRINCIPALI SCELTE TECNICHE PROGETTUALI .....	11
4    DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEGLI AEROGENERATORI .....	15
<b>4.1     Scheda tecnica aerogeneratore</b>	<b>15</b>
<b>4.2     Descrizione aerogeneratore</b>	<b>16</b>
5    MODALITA' DI TRASPORTO E POSA DEGLI AEROGENERATORI.....	20
6    ASSEMBLAGGIO DELL'AEROGENERATORE .....	21
7    INTERVENTI SULLA VIABILITA' INTERNA AL SITO .....	23
<b>7.1     Caratteristiche geometriche</b>	<b>23</b>
<b>7.2     Struttura del corpo stradale</b>	<b>23</b>
<b>7.3     Fasi realizzative delle piste di accesso di progetto</b>	<b>24</b>
8    CARATTERISTICHE SITO EOLICO .....	25
9    PIAZZOLE ED OPERE CONNESSE .....	26
10   MOVIMENTI TERRA .....	30
11   MODALITA' DI RIPRISTINO DELLE AREE DI LAVORO .....	31
12   ALLACCIAMENTO DELL'IMPIANTO ALLA RETE ELETTRICA .....	32
13   SISTEMA DI MONITORAGGIO .....	33
14   MODALITA' DI SMANTELLAMENTO.....	33
15   CONCLUSIONI.....	34

## PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto il progetto del “Parco Eolico di Manciano”, in provincia di Grosseto, situato nelle località di Montauto, Campigliola e Mulino Santa Maria, con una potenza totale di 50,4 MW e una produzione annua stimata pari a 141.120 MWh/a.

L’impianto si compone di 7 aerogeneratori Vestas V-172, ognuno con una potenza pari a 7,2 MW e distribuiti in modo lineare da Sud-Est a Nord-Ovest lungo una linea di circa 11 km.

L’impianto si divide in due sezioni: in quella Sud-Est sono ubicati gli aerogeneratori WTG-1, WTG-2, WTG-3, WTG-4 e la sottostazione elettrica, tramite la quale avverrà l’immissione dell’energia prodotta, nella RTN; nella sezione Nord-Ovest sono locati gli aerogeneratori WTG-5, WTG-6, WTG-7.

Le turbine eoliche di modello V-172 hanno una lunghezza della pala di 84 m, un’altezza al mozzo pari a 114 m ed un’altezza al top pari a 200 m.

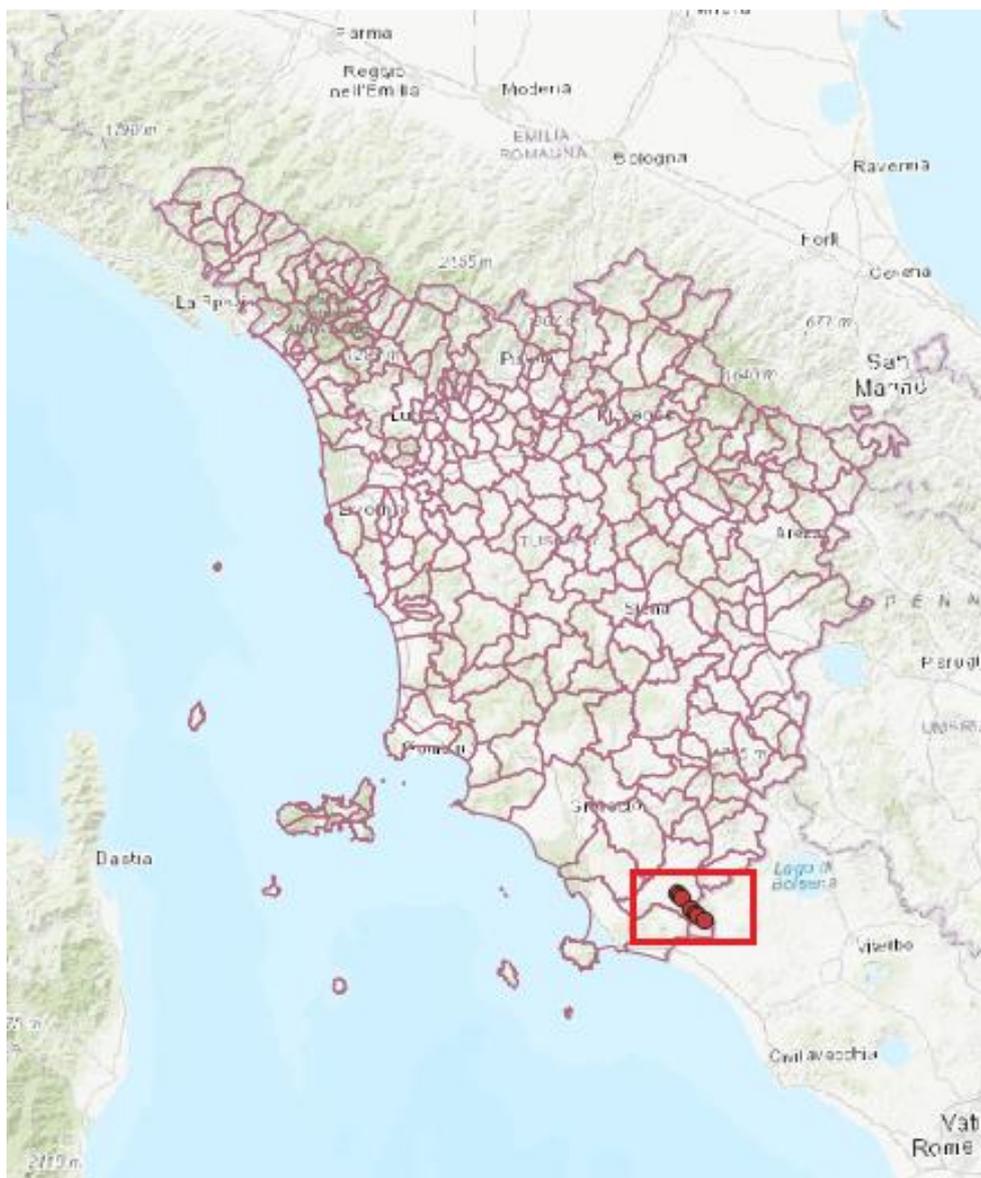


Figure 1 – Inquadramento sito

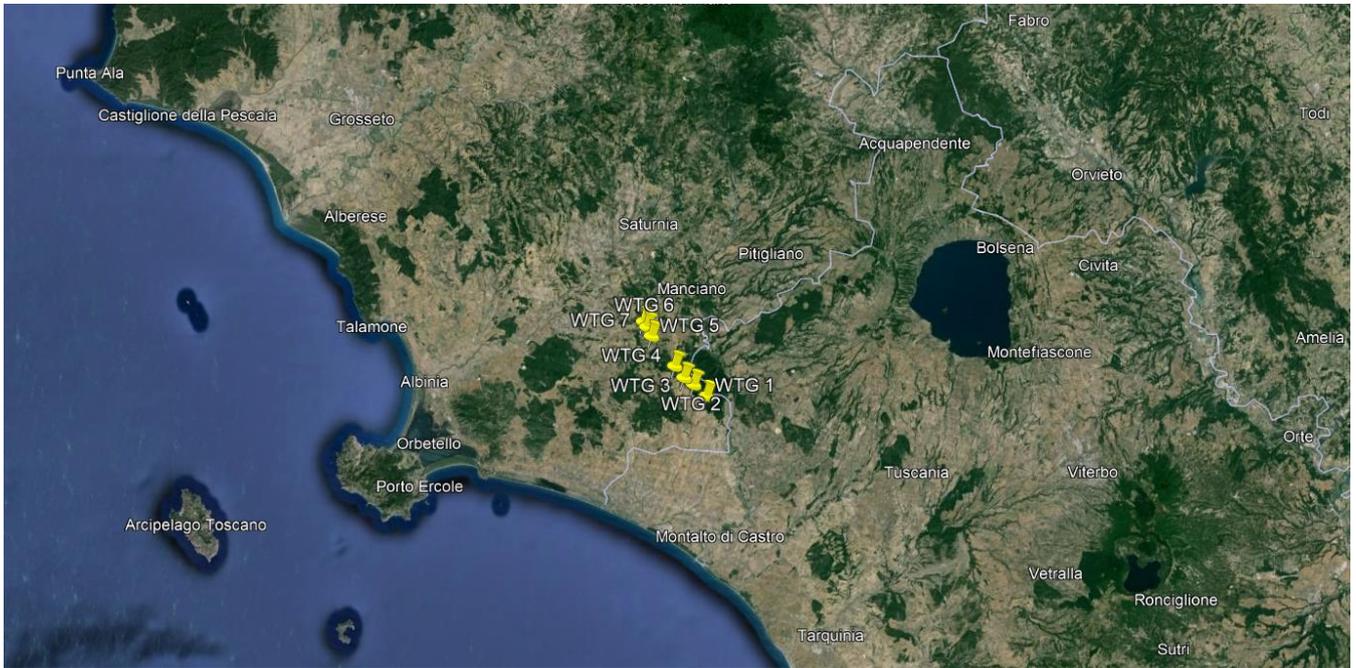


Figure 2 - Inquadramento Parco Eolico

I motivi per cui l'area scelta è stata ritenuta idonea per lo sviluppo del progetto, sono riportati di seguito:

- la risorsa eolica è buona, ossia la velocità media del vento nell'anno è in grado di garantire il buon funzionamento dell'impianto, e l'energia da questo prodotta è in grado di generare ricavi sufficienti a giustificare l'impegno economico per la sua realizzazione;
- la presenza di una linea aerea 380 kV AT vicina al sito, favorendo l'allaccio diretto alla rete nazionale;
- la posizione limitrofa al mare e il territorio prevalentemente pianeggiante consentirebbero di ridurre al minimo gli impatti ambientali legati alle opere civili necessarie per la realizzazione del parco e per il trasporto degli aerogeneratori.

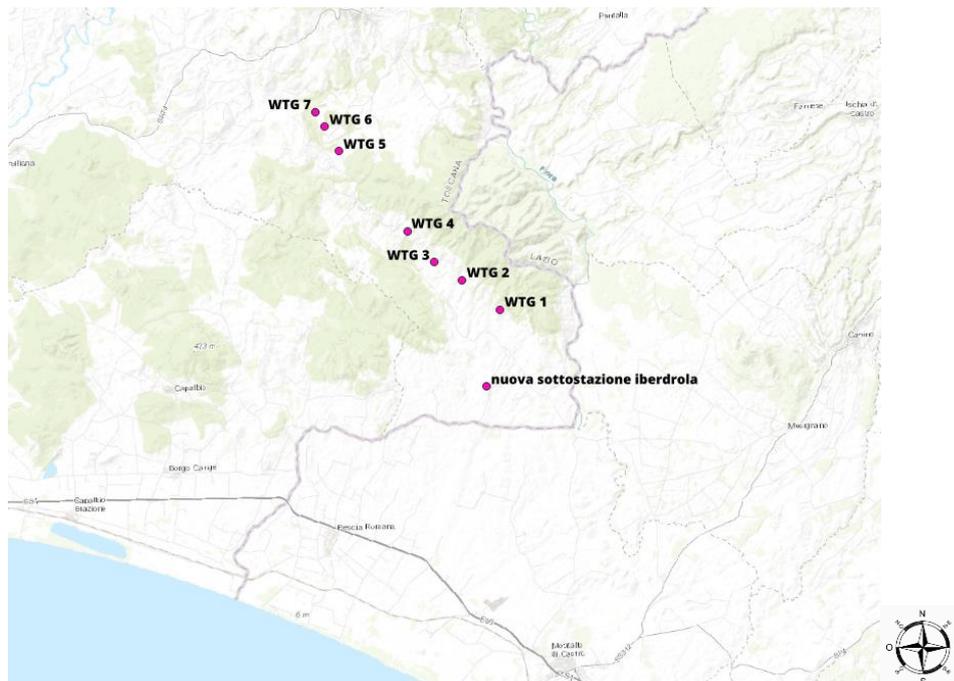


Figure 3 – Caratteristiche del territorio del sito d'impianto

L'energia annuale prodotta dal parco eolico è stimata intorno ai 141 GWh/a ossia 141 milioni di chilowattora annui, senza alcuna emissione di sostanze inquinanti nel suolo o in atmosfera.

Prima dell'installazione degli aerogeneratori saranno previste delle opere civili, tese ad adeguare la viabilità principale e secondaria al passaggio dei mezzi di trasporto delle componenti meccaniche delle macchine, ed alla loro gestione e manutenzione, in base alle specifiche descritte nel paragrafo [PIAZZOLE ED OPERE CONNESSE](#).

Le opere di adeguamento della viabilità principale riguarderanno principalmente:

- la rimozione di sostegni di segnaletica verticale, di illuminazione pubblica o di linee elettriche;
- l'adeguamento della sede stradale;
- il taglio o sfrondo di vegetazione esistente.

In adiacenza degli aerogeneratori saranno realizzate le piazzole di servizio, di dimensioni circa 59,5x30,5 m in fase di esercizio, previa opere di sistemazione del terreno e realizzazione della pavimentazione specifica per le varie zone. Gli aerogeneratori sono localizzati nelle posizioni di cui si elencano le coordinate in WGS-1984:

Tabella 1 - Coordinate aerogeneratori WGS-1984

WTG	Est (m)	Nord (m)	Quota altimetrica s.l.m. (m)
1	113453	422847	193,0
2	113349	422926	191,0
3	113301	422951	196,0
4	113216	423032	224,0
5	113020	423219	229,0
6	112957	423251	212,0
7	112941	423310	196,0

Gli aerogeneratori saranno collegati tramite un cavidotto di circa 16 km alla sottostazione, posta a Sud-Est dell'impianto eolico, dove sarà realizzata una nuova sottostazione utente e collegata alla linea aerea di Montalto – Suvereto da 380 kV.

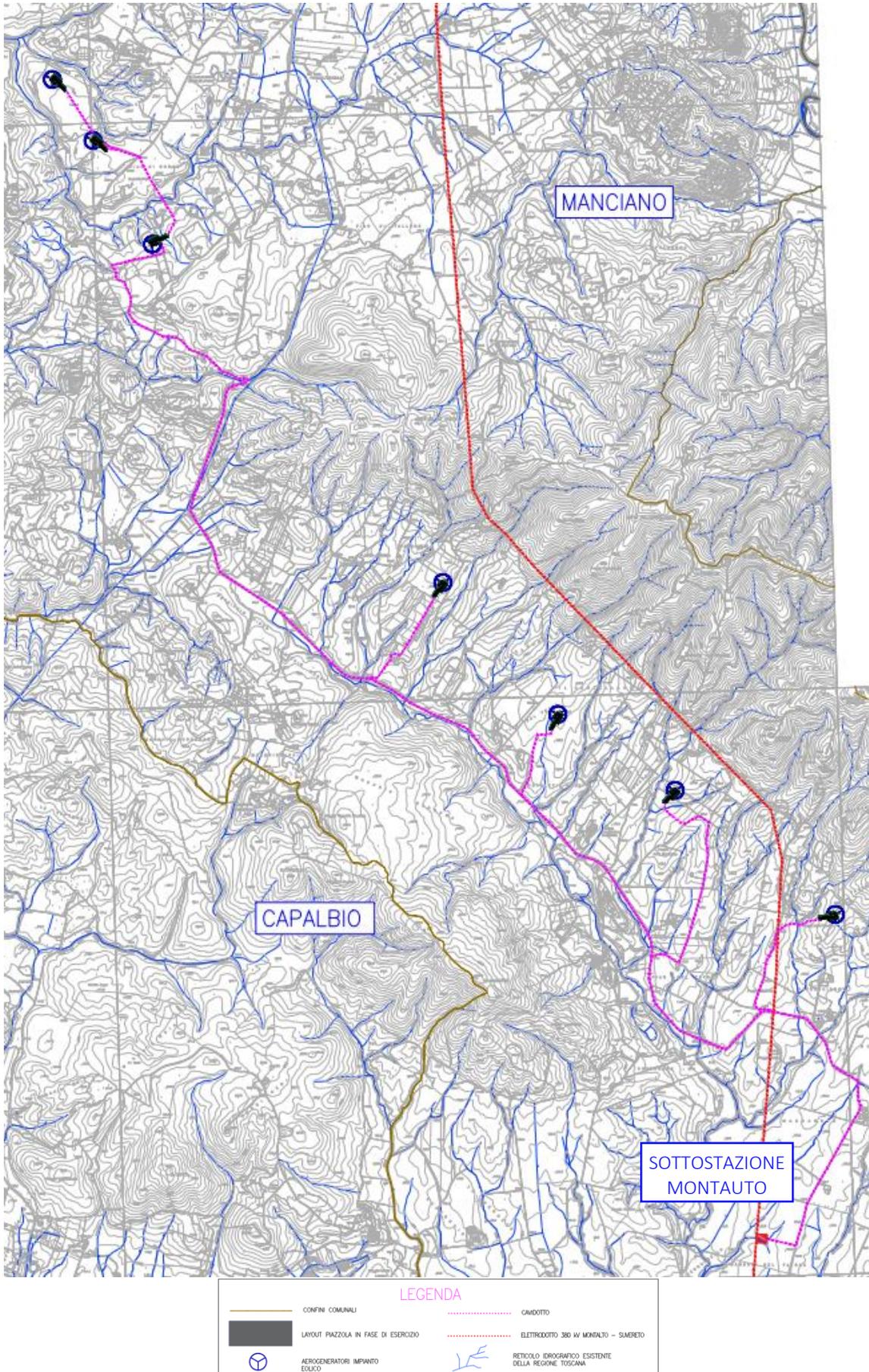


Figure 4 – Inquadramento sottostazione Campigliola e cavidotto

# 1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

## NORMATIVE ED EUROCODICI

- Art. 19 Dlgs. 152/2006 - Norme in materia ambientale
- Art. 48 L.R.10/2010 - Norme in materia di valutazione ambientale strategica (VAS), di valutazione di impatto ambientale (VIA), di autorizzazione integrata ambientale (AIA) e di autorizzazione unica ambientale (AUA)
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 03 Febbraio 2009 n.617/C.S.LL.PP.
- DM del 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"
- CNR-UNI 10006

## 2 GEOLOGIA

Di seguito vengono sinteticamente descritte le caratteristiche geologiche e geomorfologiche delle singole aree di intervento:

### • WTG1

L'aerogeneratore WTG1 è ubicato ad una quota di circa 202 m s.l.m. su un crinale collinare del Poggio delle Vacche con inclinazione E – W, compreso tra il Fosso del Gatto e quello dell'Orzale. Nell'area affiorano litotipi appartenenti alle successioni Evaporitiche e alla Falda Toscana, come riportati in successione:

- RAQ Argille e argille sabbiose grigie [Messiniano Inf.]
- RAQa Argille e arenarie [Messiniano Inf.]
- RAQc Conglomerati e sabbie [Messiniano Inf.]
- SLEc *Argille e Calcari di Canetolo*: Conglomerati e paraconglomerati eterometrici moderatamente elaborati con ciottoli e matrice arrossati [Tortoniano Sup.- Messiniano Inf. (Turoliano)]
- CRP *Arenarie di Poggio al Carpino* Filladi, quarziti e metaconglomerati. [Permiano Inf.-Sup.]

Da un punto di vista geomorfologico l'area in studio è collocata su un deposito alluvionale inattivo di tipo ghiaioso, su un crinale i cui versanti sono interessati da due frane quiescenti i cui orli di scarpata sono cartografati nelle immediate adiacenze. Non si rilevano particolari forme lineari di circolazione idrica superficiale.

### • WTG2

L'aerogeneratore WTG2 è ubicato ad una quota di circa 190 m s.l.m. su un versante collinare con inclinazione SE-NW, in sinistra idrografica del Fosso del Molinaccio. Nell'area affiorano litotipi appartenenti alle successioni Evaporitiche e alla Falda Toscana, come riportati in successione:

- RAQ Argille e argille sabbiose grigie [Messiniano Inf.]
- RAQa Argille e arenarie [Messiniano Inf.]
- SLEc *Argille e Calcari di Canetolo*: Conglomerati e paraconglomerati eterometrici moderatamente elaborati con ciottoli e matrice arrossati [Tortoniano Sup.- Messiniano Inf. (Turoliano)]
- CRP *Arenarie di Poggio al Carpino* Filladi, quarziti e metaconglomerati. [Permiano Inf.-Sup.]

Da un punto di vista geomorfologico l'area in studio è collocata ai margini di un deposito alluvionale inattivo di tipo ghiaioso sovrastato da un ripiano di erosione fluviale. Non risultano evidenze di fenomeni relativi ad instabilità, né tantomeno vi si rilevano particolari forme lineari di circolazione idrica superficiale.

### • WTG3

L'aerogeneratore WTG3 è ubicato ad una quota di circa 195 m s.l.m. su un versante collinare vergente a settentrione, in sinistra idrografica di un affluente minore del Fosso del Tafone. Nell'area affiorano litotipi appartenenti alle successioni Evaporitiche, al Dominio Ligure Esterno e al Dominio Umbro Marchigiano, come riportati in successione:

- RAQc Conglomerati e sabbie [Messiniano Inf.]
- SLEc *Argille e Calcari di Canetolo*: Conglomerati e paraconglomerati eterometrici moderatamente elaborati con ciottoli e matrice arrossati [Tortoniano Sup.- Messiniano Inf. (Turoliano)]
- SIL *Formazione del Sillano*: Argilliti grigio-brune e calcilutiti. [Cretacico sup.-Paleocene]
- PIR *Piroclastiti* di colore variabile [Pleistocene – Olocene]

Da un punto di vista geomorfologico l'area in studio è collocata su un deposito alluvionale inattivo. Non risultano evidenze di fenomeni relativi ad instabilità, né tantomeno vi si rilevano particolari forme lineari di circolazione idrica superficiale.

#### • WTG4

L'aerogeneratore WTG4 è ubicato ad una quota di circa 225 m s.l.m.m su un versante collinare con inclinazione NE - SW, in destra idrografica del Fosso delle Vene. Nell'area affiorano litotipi appartenenti alle successioni Evaporitiche, al Dominio Ligure Esterno e alla Falda Toscana, come riportati in successione:

- RAQa Argille e arenarie [Messiniano Inf.]

- SLEc *Argille e Calcari di Canetolo*: Conglomerati e paraconglomerati eterometrici moderatamente elaborati con ciottoli e matrice arrossati [Tortoniano Sup.- Messiniano Inf. (Turoliano)]

- SIL *Formazione del Sillano*: Argilliti grigio-brune e calcilutiti. [Cretacico sup.-Paleocene]

- CRP *Arenarie di Poggio al Carpino* Filladi, quarziti e metaconglomerati. [Permiano Inf.-Sup.]

Da un punto di vista geomorfologico l'area in studio non si presenta direttamente interessata da fenomeni di instabilità. Il versante orientale risulta interessato da una serie di corpi di frana di scorrimento di tipo quiescente, il cui orlo di scarpata risulta nelle vicinanze all'area di intervento. Non si rilevano particolari forme lineari di circolazione idrica superficiale.

#### • WTG5

L'aerogeneratore WTG5 è ubicato ad una quota di circa 238 m s.l.m.m sulle pendici di un versante vergente a NW compreso tra due fossi minori di sinistra del Torrente Elsa. Nell'area affiorano litotipi appartenenti al Dominio Subligure ed al Dominio Toscano, come riportati di seguito:

- CCA *Calcicare Cavernoso* Calcari dolomitici e dolomie grigie brecciate e con struttura a "cellette" e dolomie cariate (carniole). (Dolomie di Coregna) Trias sup.

- MAC *Macigno* Arenarie quarzoso-feldspatico-micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di siltiti. [Oligocene sup.-Miocene inf.]

Da un punto di vista geomorfologico l'area in studio si presenta su un versante non interessato da fenomeni relativi ad instabilità né tantomeno vi si rilevano particolari forme lineari di circolazione idrica superficiale.

#### • WTG6

L'aerogeneratore WTG6 è ubicato ad una quota di circa 210m s.l.m.m su un crinale collinare pianeggiante, con asse E-W, in destra idrografica del Fiume Elsa. Nell'area affiorano litotipi appartenenti al Dominio Toscano, come riportati di seguito:

- MAC *Macigno* Arenarie quarzoso-feldspatico-micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di siltiti. [Oligocene sup.-Miocene inf.]

Da un punto di vista geomorfologico l'area in studio si presenta su un versante interessato da depositi di precipitazione chimica (travertini) non interessato da fenomeni relativi ad instabilità né tantomeno vi si rilevano particolari forme lineari di circolazione idrica superficiale.

#### • WTG7

L'aerogeneratore WTG7 è ubicato ad una quota di circa 194 m s.l.m.m su un versante collinare con inclinazione SE - NW, in destra idrografica del Fiume Elsa. Nell'area affiorano litotipi appartenenti al Dominio Toscano, come riportati di seguito:

- MAC *Macigno* Arenarie quarzoso-feldspatico-micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di siltiti. [Oligocene sup.-Miocene inf.]

Da un punto di vista geomorfologico l'area in studio si presenta su un versante interessato da depositi di precipitazione chimica (travertini) non interessato da fenomeni relativi ad instabilità né tantomeno vi si rilevano particolari forme lineari di circolazione idrica superficiale.

- **SOTTOSTAZIONE MANCIANO**

La sottostazione è ubicata ad una quota di circa 102 m s.l.m.m, ai margini di un pianoro collinare con direzione E - W, tra il Fosso del Tafone ad Ovest ed il Botro dell'Acquabianca ad Est. Nell'area affiorano litotipi appartenenti al Complesso Neoautoctono, come riportati di seguito:

- FAA *Argille azzurre* Argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere [Zancleano - Piacenziano]
- PIR *Piroclastiti* di colore variabile [Pleistocene – Olocene ]

Da un punto di vista geomorfologico l'area in studio è collocata su un deposito alluvionale inattivo di tipo ghiaioso. Non risultano evidenze di fenomeni relativi ad instabilità, né tantomeno vi si rilevano particolari forme lineari di circolazione idrica superficiale.

Per informazioni più dettagliate si rimanda alla "R.CV.395.GVI.23.012 - Relazione Geotecnica, Geologica con indagini geologiche".

### 3 PRINCIPALI SCELTE TECNICHE PROGETTUALI

L'impianto eolico oggetto della presente relazione ha come scopo quello di utilizzare l'energia cinetica del vento trasformandone il più possibile in energia elettrica da immettere nella rete elettrica nazionale utilizzando delle macchine appositamente progettate ed installate in siti idonei, ad un'altezza appropriata.

Ogni aerogeneratore è caratterizzato dalle seguenti parti:

- rotore, formato da 3 singole pale in vetroresina, dal profilo di derivazione aeronautica, solidali ad un mozzo o albero principale;
- il collegamento fra il rotore ed il moltiplicatore di giri;
- il moltiplicatore di giri;
- il generatore elettrico;
- i sistemi ausiliari;
- la gondola o navicella che alloggia albero, moltiplicatore e generatore e che, ovviamente, ruota sulla torre in modo tale da porre il rotore sempre in direzione del vento;
- la torre tubolare, in carpenteria metallica ad elementi, che sostiene la navicella;
- Il plinto di fondazione.

Per la valutazione preliminare ambientale è stato scelto il modello più impattante con potenza, diametro del rotore e altezza superiori agli altri modelli ad oggi disponibili sul mercato:

Produttore Aerogeneratori	Modello	Potenza	Diametro rotore	Altezza Navicella
Vestas	V150	4,2 MW	150m	105m
Vestas	V163	4,5 MW	163m	113m
<b>Vestas</b>	<b>V172</b>	<b>7,2 MW</b>	<b>172m</b>	<b>114m</b>

La società proponente si riserva comunque il diritto di scegliere al momento della costruzione, in base all'offerta economica, alla disponibilità di mercato, ed all'avanzamento della tecnologia dei prodotti disponibili, altri modelli di aerogeneratori ovviamente inferiore di quanto presentato nella valutazione tecnica ed ambientale, in punto di vista potenza, diametro di rotore, altezza di navetta, rumori e piazzole e fondazioni.

L'energia cinetica del vento, raccolta dalle pale rotoriche, mantiene in rotazione l'albero principale, su cui il rotore è calettato, attraverso il riduttore di giri, l'energia cinetica dell'albero principale è trasferita al generatore e trasformata in energia elettrica.

Gli aerogeneratori hanno caratteristiche tecniche tali da ottimizzare l'utilizzazione del potenziale energetico del vento; questi aerogeneratori sono macchine a controllo di passo, con rotore tripala. La velocità di rotazione del rotore può variare consentendo un'ottimale resa energetica sia ad alta che a bassa velocità di vento, assicurando al contempo la migliore qualità per l'energia erogata.

Grazie al basso numero di giri (rispetto alle generazioni precedenti), le turbine attuali soddisfano l'esigenza di produzione energetica a basso livello di rumore e sono dotate del sistema di controllo di passo, mediante microprocessore, che garantisce la regolazione costante ed ottimale degli angoli delle pale rispetto al vento prevalente.

Gli aerogeneratori generano energia elettrica in bassa tensione e sono collegati, tramite cavi di potenza, a trasformatori BT/MT. Tali trasformatori trovano alloggiamento all'interno delle torri stesse degli aerogeneratori, appoggiati al basamento.

Gli aerogeneratori sono infine connessi fra loro e alla rete di trasmissione nazionale attraverso una linea di media tensione interrata che collegherà tutti i singoli aerogeneratori ad una sottostazione; l'interconnessione tra i diversi aerogeneratori e la cabina elettrica di impianto è assicurata da cavi interrati (vedi elaborati progettuali).



Figure 5 - Navicella tipo

Nello sviluppo di qualsiasi progetto di impianto eolico è fondamentale la scelta della taglia dei singoli aerogeneratori e la scelta della potenza complessiva che si intende installare. La taglia, ossia le dimensioni caratteristiche delle singole macchine (diametro del rotore, altezza di installazione, potenza elettrica), determina le opere civili e in generale l'impatto sul territorio, in particolare sulla viabilità.

La potenza complessiva installata è determinata dalla taglia delle singole macchine moltiplicata per il numero di macchine che si intendono installare; nel nostro caso dopo diverse ipotesi progettuali, l'analisi congiunta effettuata durante le fasi di progettazione preliminare e di studio di impatto ha portato all'individuazione di 7 aerogeneratori da 7,2 MW che determinano una potenza installata pari a 50,4 MW.

È evidente come le grandezze che entrano in gioco nella scelta del tipo e del numero di macchine sono:

- impatto positivo in termini di mancato impiego di risorse non rinnovabili (risparmio di energia fossile in tep/anno) e conseguente abbattimento dell'emissione di sostanze inquinanti in ton/anno (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e Nox) rispetto ad un impianto tradizionale;
- impatto legato alla modifica del paesaggio ed alla sua percezione visiva;
- dimensioni dell'investimento cioè sostenibilità del piano economico finanziario.

Questi tre elementi crescono congiuntamente alla crescita della potenza dell'impianto.

La scelta sia di taglia che di potenza complessiva deve essere guidata dalla ricerca del massimo beneficio con il minor impatto, nel rispetto delle condizioni locali e nella conoscenza delle conseguenze tecniche ed economiche delle singole opzioni.

Per questo progetto ci siamo orientati, in ragione delle logiche esposte, verso una taglia di aerogeneratori media/grande da 7.200 kW, oggi prevalentemente utilizzata in ragione dell'ottimo rapporto fra l'impatto ambientale ed il rapporto costi/benefici.

La scelta di orientarsi sulle macchine da 7.200 KW è dipesa dai seguenti motivi:

- dimensioni tali da consentirne la "trasportabilità" delle componenti strutturali della torre eolica con limitati interventi sulla viabilità della particolare zona;
- possibilità di adottare il trasporto di componenti di aerogeneratore, utilizzando la struttura esistente con poche modifiche di viabilità esistente, evitando impattanti interventi sulla viabilità;
- producibilità ottimale in relazione al tipo di ventosità del sito.

Relativamente al numero di turbine, la scelta del numero di aereogeneratori è stata effettuata per i seguenti motivi:

- si tratta del numero ottimale relativamente alle caratteristiche fisiche e alle dimensioni del sito;
- il posizionamento adottato evita interferenze tra gli stessi aereogeneratori e garantisce rendimenti più omogenei;
- il numero e la collocazione degli aereogeneratori sono in accordo con quanto atteso dall'Amministrazione Comunale.

Tabella 2 – Caratteristiche impianto

Tipo di turbina	No.	Altezza torre [m]	Capacità Installata [MW]	Produzione annua lorda [GWh/anno]	Efficienza [%]	Velocità media del vento nel sito [m/s]
V172-7.2 MW	7	114	50,4	141,12	90,0%	6 / 7

Le analisi sono state effettuate usando il software “Global Wind Atlas – Energy Data.Info”, che acquisisce i dati sul clima eolico su larga scala, forniti da dati di rianalisi atmosferica globale e li rielabora mediante un sistema di modellazione su microscala (DTU Wind-Energy).

Il processo di modellazione, su cui fa riferimento il GWA, è costituito da un calcolo WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) dei climi del vento locale per ogni 250 m a 5 altezze (100 m per il nostro progetto).

In base ai dati raccolti, possiamo definire una velocità media del vento, come visibile in figura 6, pari a 6-7 m/s, mentre la densità di potenza media dell'energia eolica, la quale fornisce un'indicazione più accurata e precisa della risorsa ventosa disponibile, è di circa 443 W/m<sup>2</sup> come visibile in figura 7.

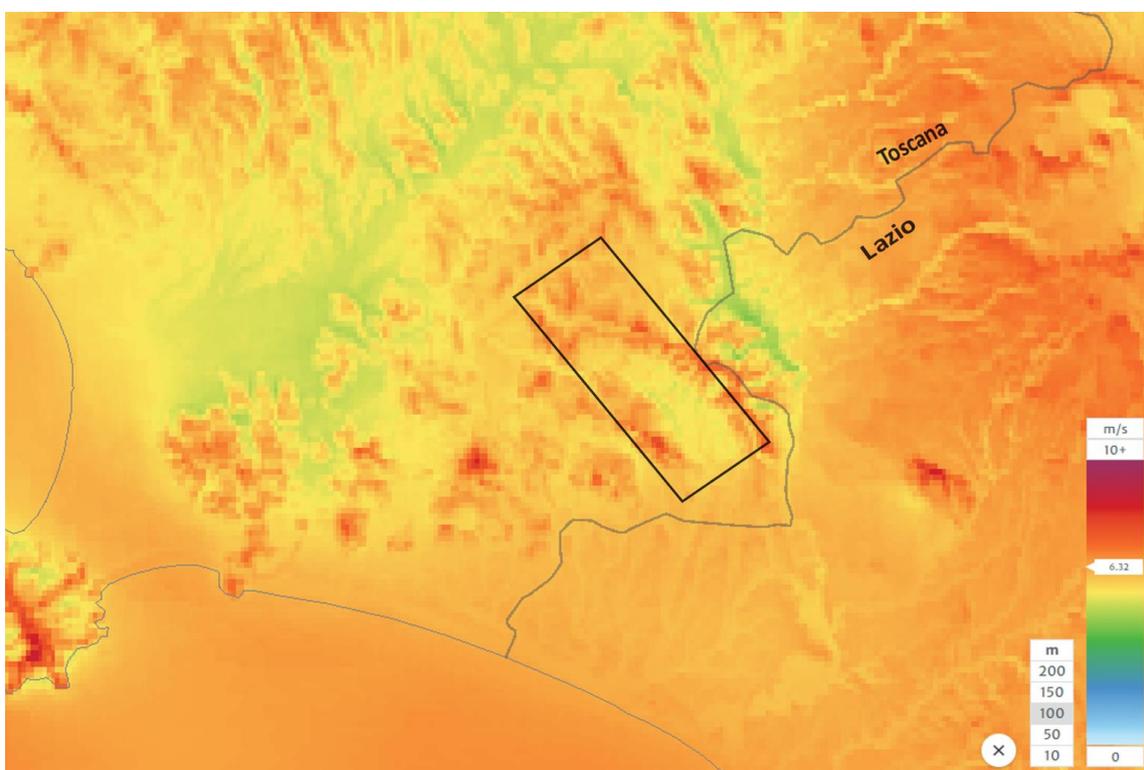


Figure 6 – Mappa della velocità media del vento a 100 m s.l.m.

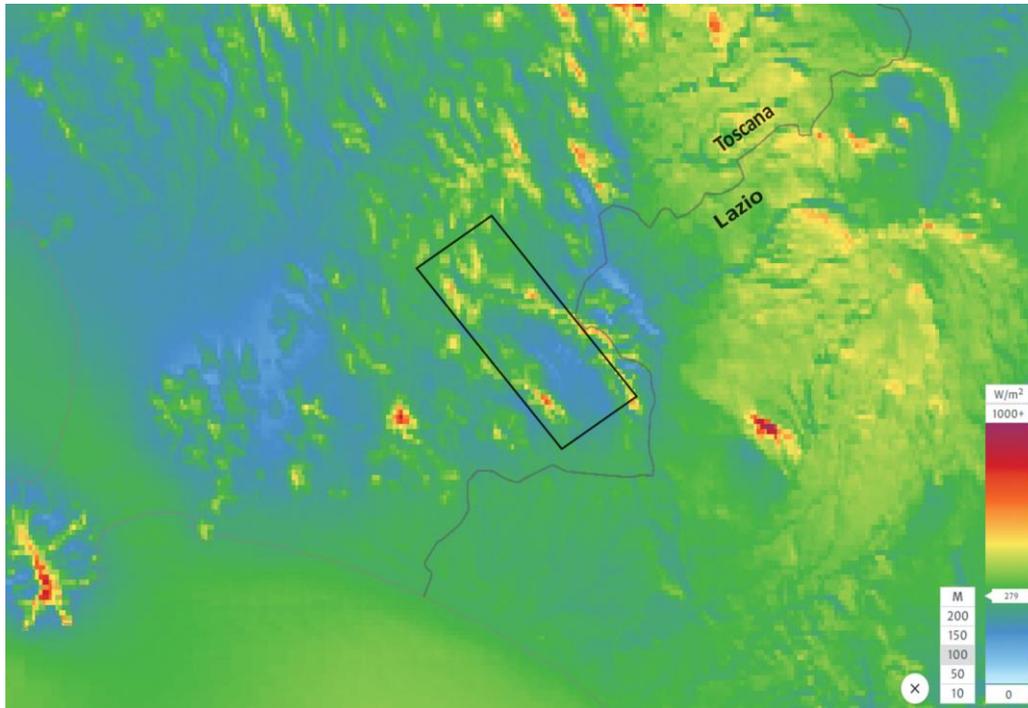


Figure 7 – Mappa della densità media del vento a 100 m s.l.m.

Le caratteristiche anemometriche del sito eolico sono evidenziate nella figura sotto:

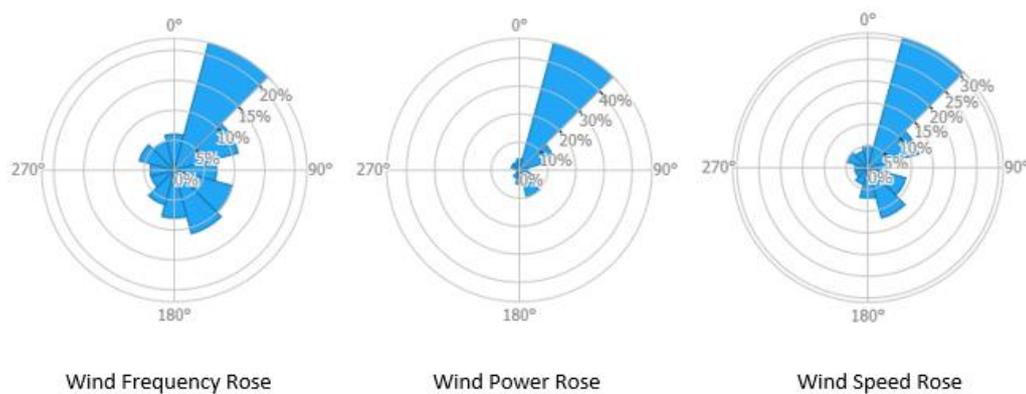


Figure 8 - Caratteristiche anemometriche sito

A conferma di questi dati si considerano i valori di producibilità dell'aerogeneratore: la macchina scelta è accreditata per una producibilità lorda di circa 2900 ore equivalenti annue.

In questa fase preliminare, una ragionevole ipotesi complessiva, delle perdite aggiuntive relative alla turbina, B.O.P. e disponibilità di rete, impianto elettrico, ambiente, è riconducibile a circa il 10% della produzione totale dell'impianto eolico.

Considerando questo range di perdite, si può asserire che il campo eolico progettato è accreditato per una producibilità netta di circa 2500/2600 ore equivalenti annue.

Occorre evidenziare che l'anemometro virtuale non sostituisce una torre di misura anemometrica sul sito e quindi qualsiasi valutazione sulla produzione di energia implica necessariamente un particolare grado di incertezza; per questo i risultati devono intendersi come una sola stima preliminare.

In relazione alle caratteristiche plano-altimetriche, al numero ed alla tipologia di aerogeneratori da installare, si stima una produzione totale lorda di circa 143.640 MWh/anno, con un valore netto pari a circa 128.520 MWh/a e un tempo di funzionamento netto compreso tra le 2500 e 2600 ore annue.

## 4 DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEGLI AEROGENERATORI

### 4.1 Scheda tecnica aerogeneratore

Il modello di aerogeneratore scelto per il parco in oggetto, è il Vestas V172 7.2 MW e presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

#### Technical specifications

##### POWER REGULATION OPERATIONAL DATA Pitch regulated with variable speed

Standard rated power	7,200kW
Cut-in wind speed	3m/s
Cut-out wind speed	25m/s
Wind class	IEC S
Standard operating temperature range	from -20°C* to +45°C

\*High wind Operation available as standard

##### SOUND POWER

Maximum	106.9dB(A)**
---------	--------------

\*\*Sound Optimised Modes available dependent on site and country

##### ROTOR

Rotor diameter	172m
Swept area	23,235m <sup>2</sup>
Aerodynamic brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders

##### ELECTRICAL

Frequency	50/60 Hz
Converter	full scale

##### GEARBOX

Type	two planetary stages
------	----------------------

##### TOWER

Hub heights*	114 m (IEC S), 150 m (IEC S), 164 m (DIBt), 166 m (IEC S), 175 m (DIBt) and 199 m (DIBt)
--------------	--

\*Site specific towers available on request

##### SUSTAINABILITY

Carbon Footprint	6.4g CO <sub>2</sub> e/kWh
Return on energy break-even	6.9 months
Lifetime return on energy	34 times
Recyclability rate	86.6%

Configuration: 166m hub height, Vavg=7.4m/s, k=2.48. Depending on site-specific conditions. Metrics are based on an internal streamlined assessment. An externally reviewed Life Cycle Assessment will be made available on [vestas.com](https://vestas.com) once finalised.

Figure 9 - Scheda tecnica Vestas V172 7,2 MW

## 4.2 Descrizione aerogeneratore

L'aerogeneratore è dotato dei sistemi che consentono di mantenere la potenza nominale anche in caso di alte velocità del vento, indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria; l'aerogeneratore è in grado di operare a velocità variabile (RPM). In caso di bassa velocità del vento, i sistemi OptiTip® e OptiSpeed™ ottimizzano l'erogazione di potenza, selezionando l'RPM ottimale, l'angolo di passo ottimale, e riducendo inoltre al minimo la rumorosità dell'aerogeneratore stesso.

La calotta della navicella è costituita da fibre di vetro, ha un'apertura nel pavimento della navicella che consente di accedere alla navicella dalla torre; la sezione del tetto è dotata di osteriggi, che si possono aprire per accedere al tetto e ai sensori vento. I sensori vento e le eventuali luci di segnalazione ostacolo sono montati sulla sommità della navicella. La parte anteriore della fondazione della navicella costituisce la fondazione del gruppo propulsore, che trasmette forze e coppia dal rotore alla torre attraverso il sistema d'imbardata. La parte anteriore della fondazione della navicella è realizzata in fusione di acciaio. La calotta della navicella è montata sulla fondazione della navicella stessa.

La fondazione della navicella si suddivide in due parti, costituite rispettivamente da fusione di acciaio e da una struttura a travi. La parte in fusione di acciaio funge da fondazione per il moltiplicatore principale e il generatore. La superficie inferiore è fabbricata e collegata al supporto d'imbardata. Gli alberi della gru sono collegati alla struttura superiore. Gli alberi inferiori della struttura a trave sono collegati alla sezione posteriore. La parte posteriore della fondazione funge da fondazione per i pannelli dell'unità di controllo, il sistema di raffreddamento e il trasformatore. I quattro riduttori di imbardata sono collegati con bulloni alla fondazione della navicella. La navicella alloggia, nel suo interno, il paranco a catena SWL da 800 kg. La gru è un dispositivo di sollevamento a catena singola. In caso di interventi di manutenzione su componenti particolarmente pesanti, è possibile predisporre il paranco a catena per il sollevamento di 1.600/10.000 kg SWL. Il paranco così potenziato è in grado di sollevare e abbassare elementi ingombranti quali il moltiplicatore giri e il generatore. Il moltiplicatore principale trasmette la coppia dal rotore al generatore. L'unità del moltiplicatore è costituita da un moltiplicatore epicicloidale a 2 stadi e da un moltiplicatore elicoidale a 1 stadio. La scatola di trasmissione è fissata con bulloni alla fondazione. L'albero lento in ingresso è fissato con bulloni direttamente al mozzo, senza l'impiego di un albero tradizionale. Il sistema di lubrificazione del moltiplicatore di giri è un sistema ad alimentazione forzata che non prevede l'impiego di una coppa dell'olio integrata. Il supporto di imbardata è un sistema di cuscinetto a strisciamento con attrito incorporato, che consente la rotazione della navicella sulla sommità della torre. Il sistema trasmette le forze dall'aerogeneratore (rotore-navicella) alla torre. Quattro riduttori di imbardata elettrici con freni motore fanno ruotare la navicella.

L'aerogeneratore frena mettendo completamente in bandiera le pale del rotore. I singoli cilindri di attuazione del passo garantiscono la tripla sicurezza in frenata. Inoltre, un sistema idraulico fornisce pressione a un freno a disco posto sull'albero veloce del moltiplicatore principale. Il sistema del freno a disco è costituito da 3 pinze di frenata idrauliche.

Il generatore è un generatore sincrono a 36 poli con rotore avvolto. OptiSpeed™ consente di variare la velocità del rotore entro una determinata gamma, diminuendo così le fluttuazioni della tensione di rete e riducendo al minimo i carichi sui componenti principali dell'aerogeneratore. Inoltre, il sistema OptiSpeed™ ottimizza la produzione di energia, in particolare in caso di velocità del vento ridotta. La tecnologia OptiSpeed™ consente di controllare il fattore di potenza reattiva dell'aerogeneratore da 0,96 induttivo a 0,98 capacitivo, misurato sul lato a bassa tensione. Il generatore è dotato di raffreddamento ad acqua. Il trasformatore elevatore è posto in un vano separato nel retro della navicella. Il trasformatore è un trasformatore trifase, a tre rami, a due avvolgimenti, immerso in liquido isolante ecologico e non infiammabile, progettato appositamente per aerogeneratori. Il trasformatore ha una potenza nominale di 8400 kVA.

Gli avvolgimenti sono collegati a triangolo sul lato a media tensione, salvo qualora specificato diversamente. I protettori di sovratensione sono montati sul lato a media tensione (primario) del trasformatore.

La sala trasformatori è dotata di rilevatori di arco.

Quando la temperatura dell'aria interna della navicella supera un determinato livello, le valvole a cerniera si aprono verso l'esterno. Una ventola aspira aria esterna, raffreddando così l'aria della navicella.

Una ventola separata provvede al raffreddamento del trasformatore. Lo scambiatore di calore è montato in un vano separato nella sezione posteriore superiore della navicella. Il mozzo è montato direttamente sul moltiplicatore di giri, in tal modo si elimina l'albero lento utilizzato tradizionalmente per trasmettere l'energia eolica al generatore attraverso il moltiplicatore di giri. La V-172 è dotata di sistema di controllo del passo regolato da un microprocessore, denominato OptiTip®. In base alle condizioni correnti del vento, le pale vengono continuamente posizionate nell'angolo di passo ottimale. Il meccanismo del passo è posto nel mozzo. Le variazioni dell'angolo del passo della pala vengono eseguite da cilindri idraulici, che sono in grado di ruotare la pala di 95°. Ogni pala è dotata di un cilindro idraulico di attuazione del passo. Il sistema idraulico fornisce la pressione idraulica necessaria ai sistemi del passo nel mozzo. In caso di blackout o perdite di alimentazione di rete, un sistema di accumulatori di riserva fornisce la pressione sufficiente all'attuazione del passo delle pale e all'arresto dell'aerogeneratore. Un apposito sistema di raccolta evita la dispersione di eventuali perdite d'olio all'esterno del mozzo.

Le pale sono in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibre di carbonio. Ogni pala consta di due gusci che circondano una trave portante. Le pale sono progettate per offrire caratteristiche ottimali in termini di potenza di uscita, riduzione al minimo della rumorosità e riflessione della luce. Il design della pala V172 consente di ridurre al minimo i carichi meccanici applicati all'aerogeneratore.



Figure 10 – Particolare pala

Ogni pala è dotata di un sistema di protezione antifulmine costituito da appositi recettori dei fulmini all'estremità della pala e da un conduttore in rame al suo interno.

Il sistema OptiSpeed è costituito da un generatore asincrono con rotore avvolto e anelli di contatto. Un convertitore di potenza back to back con interruttori IGBT, contattori e protezione consente il funzionamento dell'aerogeneratore a velocità variabile. Il sistema OptiSpeed e OptiTip assicura un'ottimizzazione della potenza, un funzionamento a bassa rumorosità e la riduzione dei carichi su tutti i componenti essenziali. Il sistema controlla la corrente nel circuito di rotore del generatore.

Questo fornisce un controllo preciso della potenza reattiva e una sequenza di connessione ottimale del generatore alla rete. Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da diverse unità di controllo basate su microprocessori denominate VMP (Vestas Multi Processor).

L'unità di controllo VMP è costituita da più sistemi di controllo secondari singoli. Ciascun sistema provvede a funzioni distinte e comunica mediante una rete ottica (ArcNet). Gli accessori dell'unità di controllo sono posti nella sezione inferiore della torre, nella navicella e nel mozzo.

Il sistema operativo utilizzato risponde ai requisiti di stabilità, flessibilità e sicurezza che si richiedono a un aerogeneratore moderno e "intelligente". Le funzioni di input/output digitale e analogico della turbina sono interfacciate con l'impiego di unità di distribuzione che comunicano con il protocollo CAN-open. L'unità di controllo VMP è dotata di sistema di batteria di riserva.

L'unità di controllo VMP assolve alle seguenti funzioni:

- Monitoraggio e supervisione del funzionamento;
- Sincronizzazione del generatore alla rete durante la sequenza di connessione, al fine di limitare i picchi di corrente;
- Funzionamento dell'aerogeneratore in caso di guasto;
- Imbardata automatica della navicella in funzione della direzione del vento;
- OptiTip® -Controllo del passo della pala;
- OptiSpeed™-Controllo della potenza reattiva e velocità variabile;
- Controllo rumorosità;
- Monitoraggio delle condizioni ambientali (vento, temperatura, ecc.).

Nella navicella sono montati due accelerometri per il monitoraggio delle oscillazioni longitudinali e trasversali. In determinate situazioni è possibile che tali oscillazioni si inneschino quando la frequenza di rotazione del rotore è prossima alla frequenza intrinseca naturale (oscillazione naturale) della torre, ma è possibile che anche elevate velocità del vento unitamente a una forte turbolenza provochino oscillazioni della torre. Quando le oscillazioni superano un determinato limite, il sistema riporta l'aerogeneratore alle condizioni di funzionamento normale. Per evitare l'arresto della turbina, le oscillazioni della torre vengono smorzate modificando la frequenza di rotazione del rotore e ponendo le pale a 90° rispetto al piano di rotazione. Per lo smorzamento delle oscillazioni longitudinali, le pale si pongono simultaneamente nell'angolazione ottimale. Per lo smorzamento delle oscillazioni trasversali, le pale vengono regolate singolarmente. La turbina si arresta unicamente quando lo smorzamento attivo non si inserisce correttamente. Le eventuali oscillazioni del gruppo propulsore si possono monitorare misurando il numero di giri e si possono smorzare mediante il controllo attivo del generatore. Quando le oscillazioni superano un determinato limite, il sistema si attiva per evitare un ulteriore peggioramento delle oscillazioni del gruppo propulsore. I dati per il controllo dell'aerogeneratore e per la produzione di energia vengono ricevuti da una serie di sensori che individuano, condizioni meteorologiche, direzione del vento, velocità del vento e temperatura.

La navicella è dotata di due sensori vento a ultrasuoni di riserva, che aumentano l'affidabilità e la precisione delle misurazioni del vento. I sensori vento misurano la direzione e la velocità del vento. Il sensore è dotato di autotest e, in caso di segnale sensore guasto, l'aerogeneratore viene messo in sicurezza. Per ottimizzare il rendimento in caso di ghiaccio, i sensori sono dotati di una scaldiglia. I sensori sono posti sulla sommità della navicella e sono dotati di protezione antifulmine.

La torre e la navicella sono dotati di sensori di rilevamento di fumo ottici. In caso di rilevamento di fumo, viene inviato un allarme attraverso il sistema di controllo a distanza e viene attivato l'interruttore principale. I rilevatori sono dotati di autotest. In caso di guasto di un rilevatore, viene inviato un allarme attraverso il sistema di controllo a distanza.

I rilevatori antifulmine sono collocati su ogni pala del rotore. Gli accelerometri registrano i movimenti della sezione superiore della torre. Le registrazioni sono dotate di controllo intelligente da parte del VMP e vengono utilizzate per eliminare movimenti e vibrazioni indesiderati. Il GPS viene utilizzato principalmente per sincronizzare l'orologio

dell'aerogeneratore con precisione di 1 secondo. Grazie a questo sistema è possibile confrontare le varie registrazioni con altri aerogeneratori all'interno della stessa area o sito. Ad esempio: fluttuazioni di alimentazione, fluttuazioni di rete o in presenza di fulmini. Il trasformatore e le apparecchiature elettriche a bassa tensione sono dotate di un sistema di protezione dall'arco elettrico. In caso di arco elettrico, il sistema apre automaticamente l'interruttore principale a valle dell'aerogeneratore.

L'aerogeneratore V172 è dotato di protezione antifulmine Vestas, che protegge l'intero aerogeneratore dall'estremità delle pale alla fondazione. Il sistema consente alla corrente del fulmine di bypassare tutti i componenti principali all'interno della pala, della navicella e della torre proteggendoli da eventuali danneggiamenti. Vi è poi un'ulteriore protezione di sicurezza: un efficiente sistema di schermatura che protegge le unità di controllo e i processori all'interno della navicella.

I rilevatori antifulmine sono montati su tutte le tre pale del rotore. I dati rilevati dal rilevatore vengono registrati e consentono all'operatore di individuare la pala colpita, l'ora esatta e la potenza del fulmine. Questi dati sono estremamente utili per valutare a distanza i possibili danni all'aerogeneratore e l'eventuale necessità di un controllo.

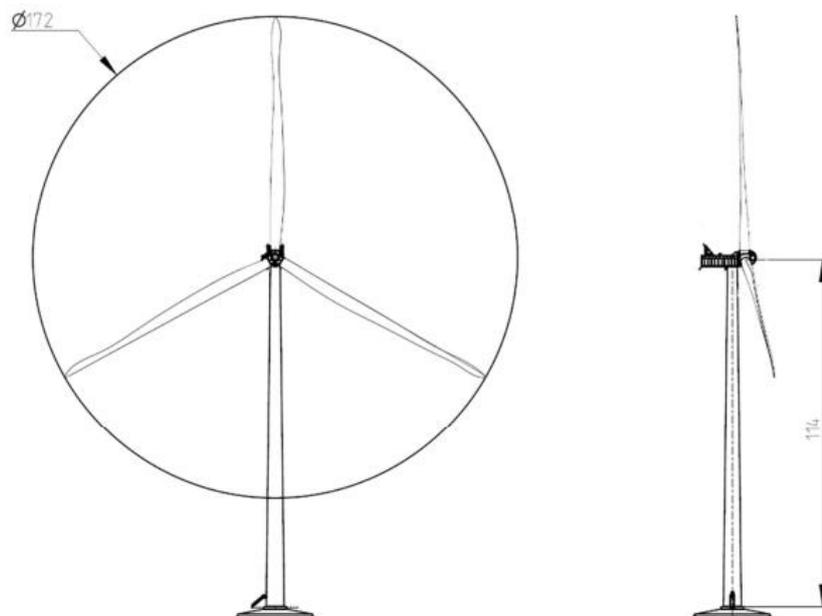


Figure 11 – caratteristiche aerogeneratore

## 5 MODALITA' DI TRASPORTO E POSA DEGLI AEROGENERATORI

Gli aerogeneratori saranno trasportati ciascuno suddiviso in diversi pezzi e assemblati nelle singole piazzole, dopodiché posizionati. Gli autoarticolati che trasporteranno i tronconi raggiungeranno una lunghezza massima pari a circa 44m invece, per il trasporto delle pale, caratterizzate da una lunghezza di 84,3 m, saranno utilizzati semirimorchi a collo d'oca con geometria variabile, semirimorchi con Blade lifter (veicoli che permettono di innalzare le pale fino ad un angolo di circa 60°).

Per informazioni più dettagliate si rimanda alla "R.CV.395.GVI.23.004 - Relazione Logistica e Trasporto WTG".



Figure 12 – Trasporto sezione pala



Figure 13 – Trasporto sezione torre

## 6 ASSEMBLAGGIO DELL'AEROGENERATORE

Il montaggio degli aerogeneratori avverrà secondo schemi prestabiliti e collaudati da numerose esperienze analoghe servendosi di una gru principale e di 2-3 gru secondarie che vengono collocate nelle piazzole riservate all'assemblaggio.

Le fasi principali possono essere riassunte nei seguenti punti:

- Predisposizione del plinto di fondazione;
- Sollevamento, posizionamento e fissaggio al basamento della fondazione della parte inferiore della torre (BOTTOM) che viene serrato con appositi bulloni ad alta resistenza al concio di ammaraggio;
- Assemblaggio, posizionamento e fissaggio a terra delle pale;
- Sollevamento dei componenti costituenti la torre;
- Sollevamento e fissaggio del rotore alla navicella;
- Realizzazione dei collegamenti elettrici e configurazione dei dati per il funzionamento ed il controllo delle apparecchiature.



Figure 14 - Predisposizione del plinto di fondazione



Figure 15 - fissaggio al basamento della fondazione



Figure 16 - Installazione navicella

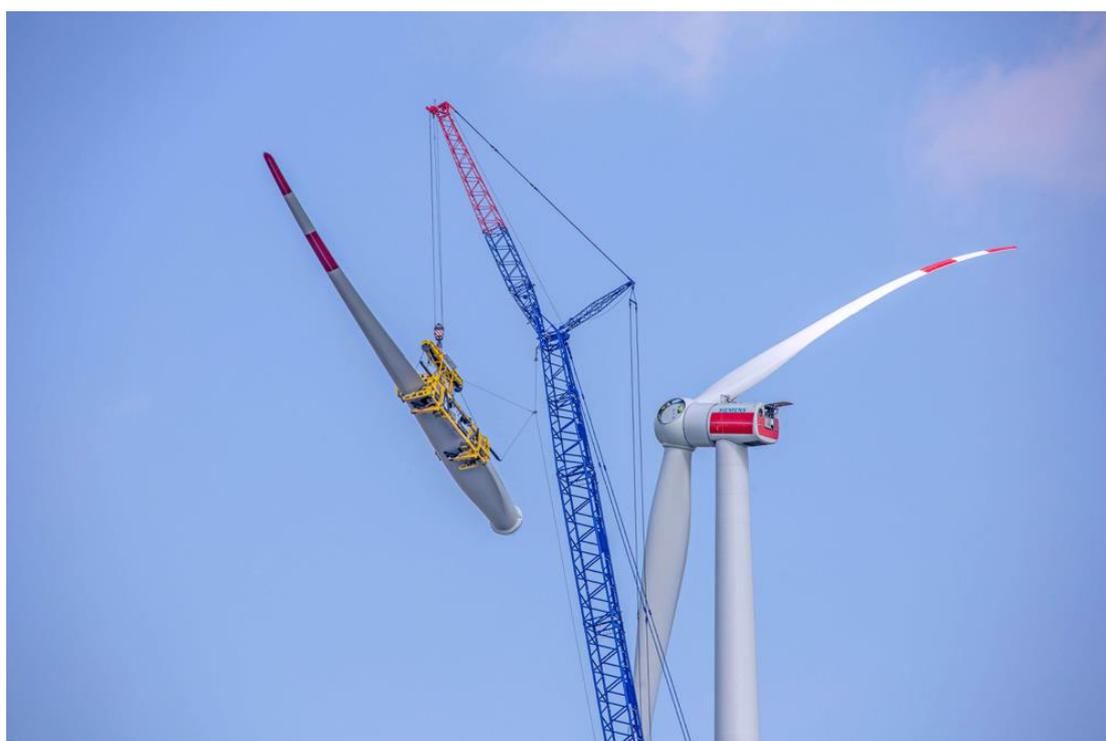


Figure 17 – Montaggio pale attraverso la gru Liebherr LR 1600 2W

Durante la fase di montaggio dei componenti, sarà necessaria la presenza di due gru con i loro appositi spazi di manovra. In particolare una di grandi dimensioni per sollevare e posare in quota i tronchi componenti la torre, la navicella ed il rotore. La seconda gru sarà necessaria sia nella prima fase di scarico, dai vari mezzi di trasporto, dei componenti dell'aerogeneratore; in questo modo gli elementi rimangono stabili e verticali evitando le oscillazioni ed i danneggiamenti nel primo distacco da terra agganciando i pezzi in contrapposizione con la gru principale. Le operazioni saranno programmate in modo da ottimizzare le tempistiche, ovvero cercando di far coincidere la fine del montaggio di un aerogeneratore, con l'inizio del trasporto della macchina successiva.

## 7 INTERVENTI SULLA VIABILITA' INTERNA AL SITO

La strada di progetto rientra tra quelle locali a destinazione particolare, perciò in accordo con il cap 3.5 del DM del 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" trattandosi di strada vicinale privata, le dimensioni della piattaforma e della geometria stradale sono progettate andando in deroga al suddetto DM.

### 7.1 Caratteristiche geometriche

Le strade di accesso al cantiere sono state progettate con i seguenti criteri stradali, con riferimento ai requisiti tecnici di Vestas:

- Larghezza minima: 6m (due corsie di marcia da 2,50 m e banchina laterale di 0,5 m)
- Raggio di curvatura minimo: 55m
- Pendenza longitudinale massima: 18%
- Pendenza trasversale massima: 2%

### 7.2 Struttura del corpo stradale

Le specifiche tecniche di Vestas nel documento "Wind Farm Roads Requirements" consigliano di utilizzare un carico di progetto della pavimentazione stradale pari a 12 ton per asse, anche se questo valore non viene raggiunto dagli autoarticolati che provvedono alla fornitura a piè d'opera delle componenti della torre eolica.

La sezione stradale quindi è stata così dimensionata a partire dal basso (si veda 18):

- **Strato di base in terre stabilizzate** (spessore – variabile) – il materiale deve essere di tipo A1, A2-4, A2-5, A3 come da CNR UNI 10006, compattato fino a raggiungere in ogni punto, una densità almeno pari al 95% di quella ottenuta tramite la prova AASHO modificata;
- **Strato di fondazione** (spessore 30 cm) – il materiale deve essere di idonea granulometria proveniente da frantumazione di rocce o ghiaia in natura; tali materiali dovranno essere compattati ed ingranati in modo da realizzare uno strato di fondazione con spessore dipendente, localmente, della consistenza del terreno presente in sito;
- **Strato di usura** (spessore 10 cm) – i materiali dovranno essere appartenenti al gruppo A1 Tipo I "B" (pezzatura massima 30 mm) in accordo con la norma CNR-UNI 10006.

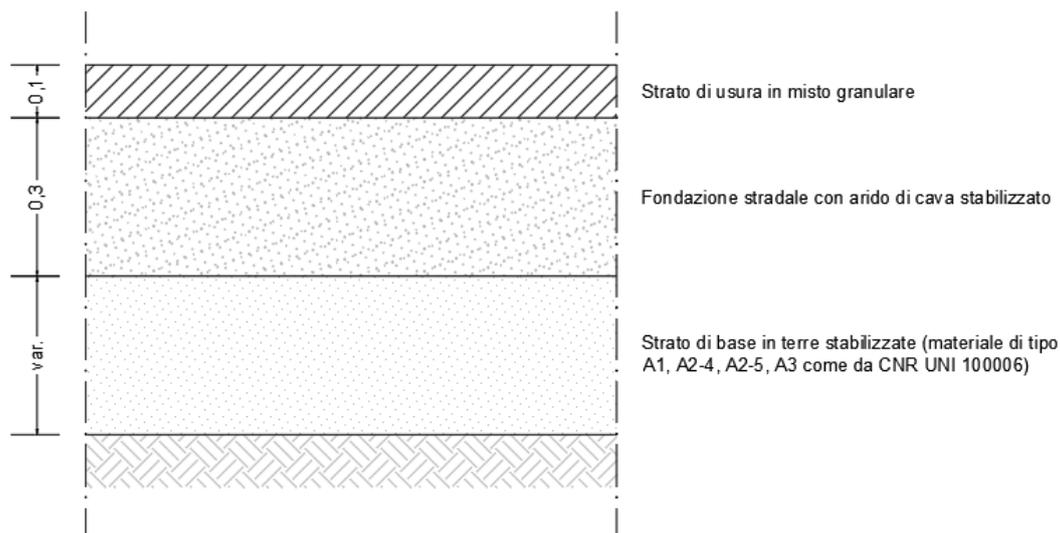


Figure 18 - Stratigrafia stradale

### 7.3 Fasi realizzative delle piste di accesso di progetto

Per realizzare le strade interne di accesso alle piazzole saranno necessarie le seguenti operazioni:

- Rimozione dello strato di terreno vegetale;
- Realizzazione dei tratti di rilevato e di scavo necessari per il rispetto delle pendenze massime longitudinali;
- Realizzazione dei fossi di guardia e predisposizione delle condotte di attraversamento per il drenaggio di superficie della strada e del versante;
- Predisposizione delle trincee e delle tubazioni necessarie al passaggio dei cavi a MT, dei cavi per la protezione di terra e delle fibre ottiche per il controllo degli aerogeneratori;
- Realizzazione dello strato di fondazione;
- Realizzazione dello strato di finitura;
- Realizzazione delle cunette in terra e fossi di scolo per l'allontanamento delle acque di superficie lungo il versante naturale;
- Realizzazione delle opere d'arte dove si rendessero necessarie.

## 8 CARATTERISTICHE SITO EOLICO

L'impianto si compone di 7 aerogeneratori, per un'area estesa nella parte Sud di Manciano, distribuiti in modo lineare da Sud-Est a Nord-Ovest lungo una linea di circa 11 km.

L'impianto si divide in due sezioni: in quella Sud-Est sono ubicati gli aerogeneratori WTG-1, WTG-2, WTG-3, WTG-4 e la sottostazione elettrica, tramite la quale avverrà l'immissione dell'energia prodotta, nella RTN; nella sezione Nord-Ovest sono locati gli aerogeneratori WTG-5, WTG-6, WTG-7.

La disposizione delle macchine consente di sfruttare le caratteristiche anemologiche del sito.

Gli aerogeneratori sono stati posizionati in modo da evitare zone ad elevata densità boschiva, preferendo quindi aree aperte così da ridurre il più possibile il taglio degli alberi. Questo stesso criterio è stato adottato anche per la realizzazione della strada interna al sito; questa infatti è progettata sulla base di percorsi già esistenti o adiacenti.

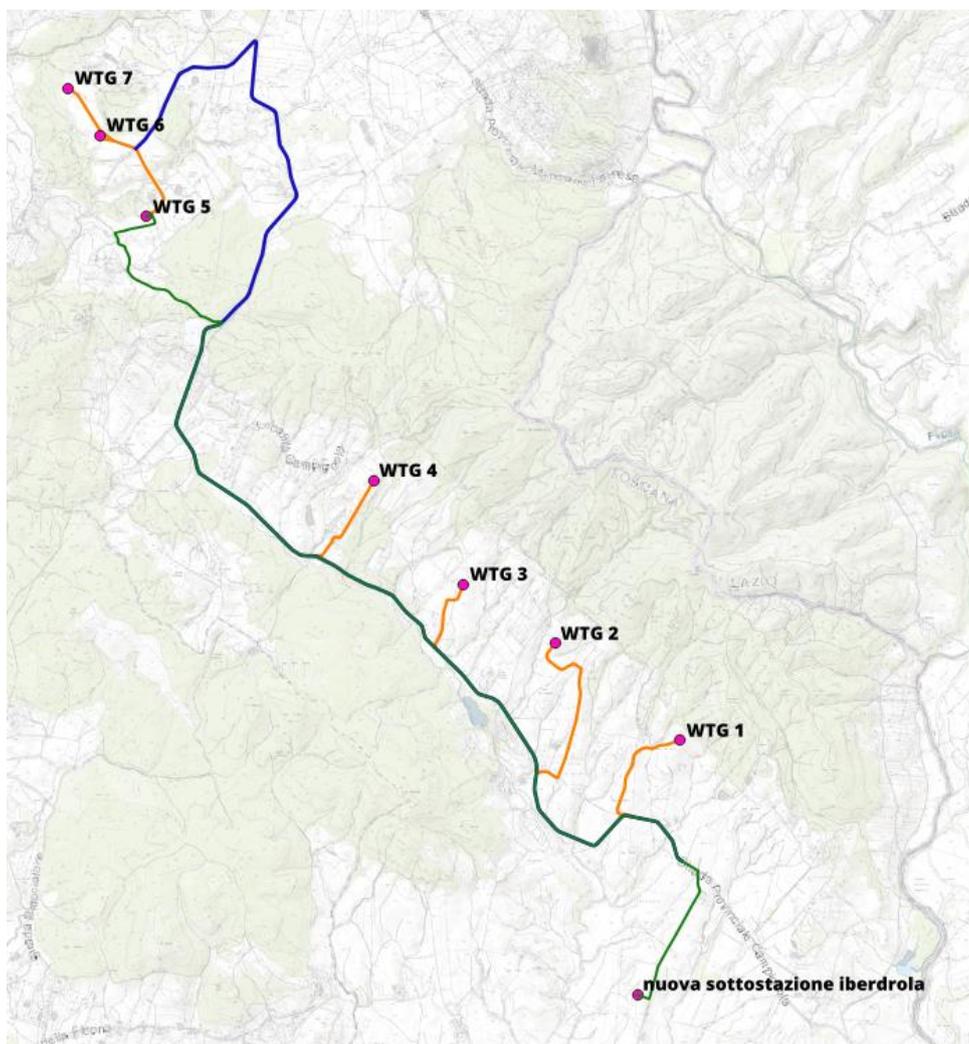


Figure 19 – Inquadramento progetto nella carta Topografica Standard con indicazione della viabilità di trasporto parzialmente esistente (*percorso blu*), della viabilità per le piazzole degli aerogeneratori (*percorso arancione*) e del tracciato del cavidotto (*percorso verde*).

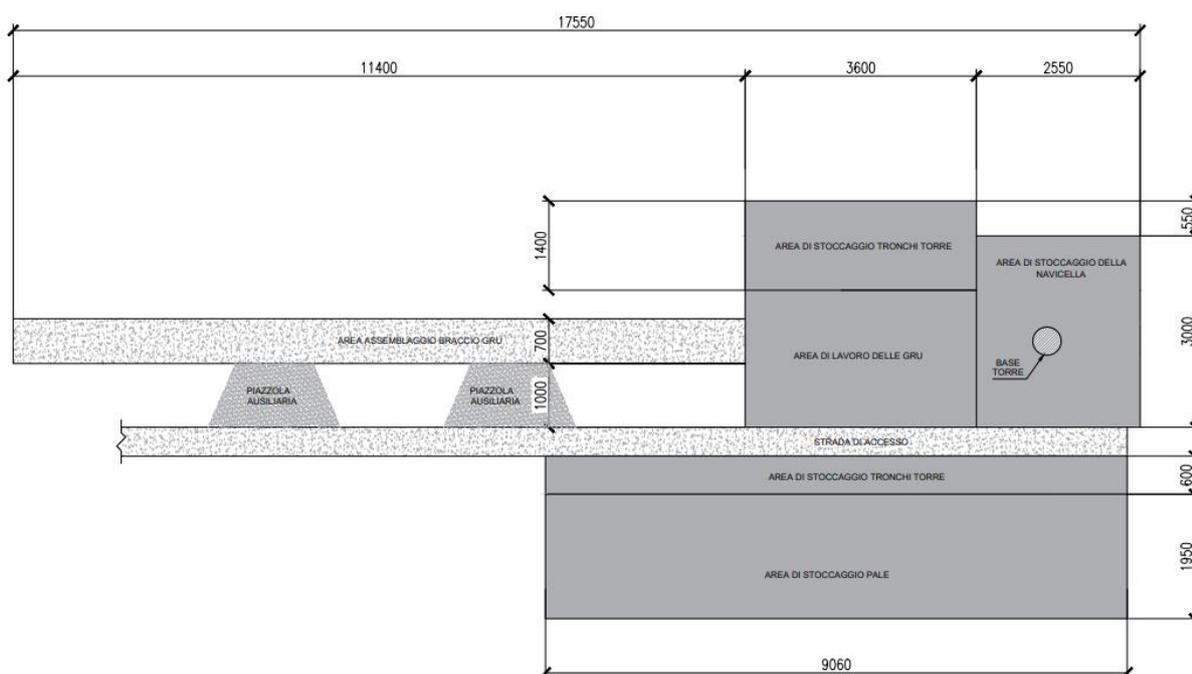
## 9 PIAZZOLE ED OPERE CONNESSE

Le piazzole di dimensioni circa 59,5x45,5 m in fase di esercizio, saranno necessarie le lavorazioni seguenti:

- rimozione del scotico superficiale e delle alberature, ove presenti;
- scavi e riporti con differenziazioni locali a seconda dell'orografia della zona;
- sagomatura dei cigli e delle scarpe;
- creazione del fondo stradale differenziato in base alla tipologia di destinazione d'uso.

Le piazzole presentano un layout diverso per la fase di cantiere in cui sono necessarie aree di stoccaggio dei componenti degli aerogeneratori, e fase di esercizio dove la piazzola è ridotta all'area limitrofa all'aerogeneratore. Ultimato il montaggio dell'aerogeneratore infatti, la piazzola verrà ripristinata mediante la demolizione/rinterro completo, secondo le indicazioni progettuali, ed in parte rinverdita mediante posa di terreno vegetale recuperato dalle operazioni di scotico. Di seguito si riportano le dimensioni delle due configurazioni:

### PIAZZOLA IN FASE DI CANTIERE



### PIAZZOLA IN FASE DI ESERCIZIO

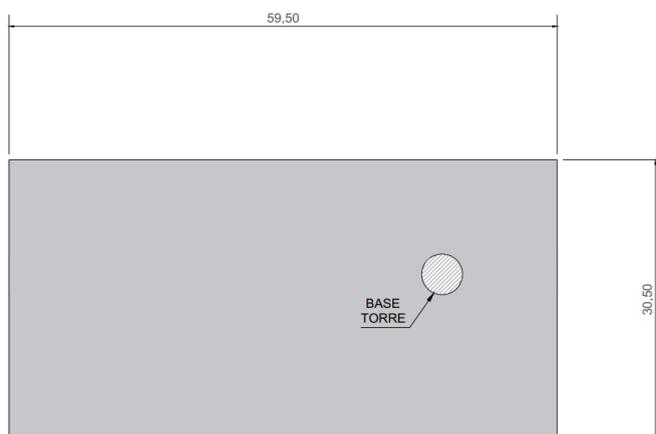


Figure 20 - Crane pad V172 7,2 MW HH114

La piazzola in fase di cantiere è composta dalle seguenti zone:

- area di stoccaggio dei tronchi di torre (*tower sections storage area*);
- area di stoccaggio della navicella (*nacelle storage area*);
- area di lavoro della gru (*crane working area*);
- area di stoccaggio delle pale (*blades storage area*);
- strada di accesso (*access road*);
- zona di montaggio braccio della gru (*lattice boom assembly area*).

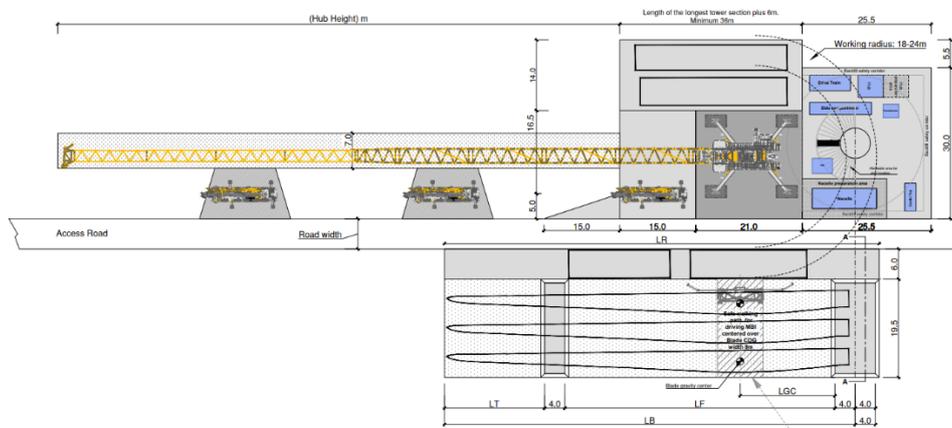


Figure 21 - Crane pad zones

Per quanto riguarda le pavimentazioni la zona di stoccaggio della navicella accanto all'aerogeneratore e la zona di lavoro della gru, sono rivestite misto granulare. Si usa la stessa pavimentazione anche per l'area di stoccaggio della torre e per quella delle pale in modo da garantire condizioni di lavoro sicure nel caso di siti in cui siano presenti pioggia e fango. Questo strato deve avere uno spessore di 15 cm nella zona di stoccaggio della navicella e nella zona di lavoro della gru, e deve essere compattato al 95% AASHTO. Lo strato di finitura poggia sopra una fondazione di 25 cm in arido di cava stabilizzato.

Le fondazioni su cui verranno installati gli aerogeneratori, a seconda della struttura del terreno, potranno essere di tipo profondo o superficiale.

Il plinto di fondazione profonda presenta una forma tronco piramidale a base quadrata con piano di posa a 3,5 m di profondità, in particolare la base maggiore ha lato pari a 20 m, mentre quella minore 7,10 m; l'altezza varia invece da 1 m alle estremità a 3 m centralmente.

Al di sotto del plinto sono presenti 80 micropali di diametro 250 mm, tubolare interno di 168,3 mm e lunghezza 12 m e spessore 6,3 mm.

Per le fondazioni superficiali è previsto un plinto di forma tronco piramidale a base quadrata con piano di posa a 3,5 m di profondità, in particolare la base maggiore ha lato pari a 20 m, mentre quella minore 7,10 m; l'altezza varia invece da 1 m alle estremità a 3 m centralmente.

Per informazioni più dettagliate riguardanti le opere di fondazione e le sezioni di scavo e riporto delle future piazzole degli aerogeneratori, si rimanda alla tavola cartografica "D.CV.395.GVI.23.005 – Tavola sezioni tipo piazzole".

Per la realizzazione delle piazzole saranno necessarie opere di ingegneria naturalistica come gabbionate in pietrame a due ordini su fondazioni superficiali, gabbionate a tre ordini con fondazioni profonde e terre armate. Queste ultime sono previste nei casi in cui la scarpa della piazzola intercetta la sede stradale.

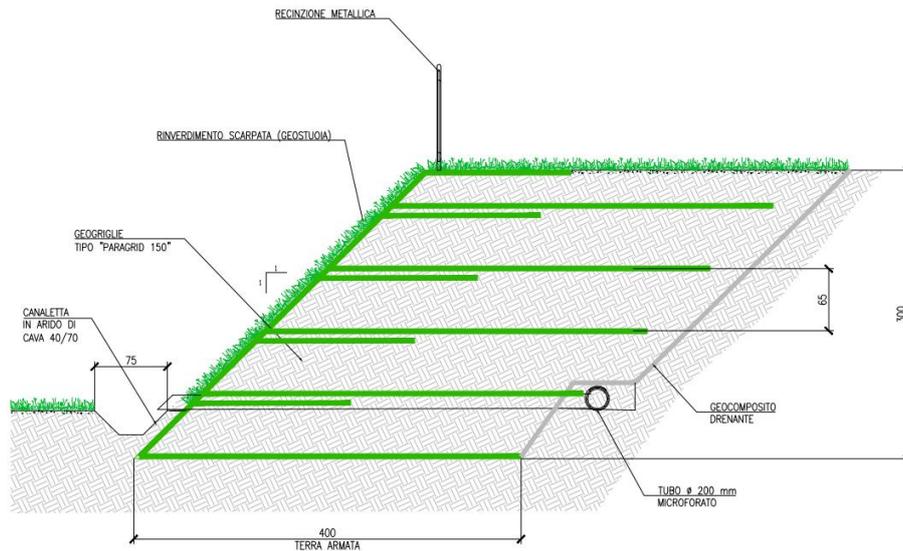


Figure 22 - Tipologico per terre armate con  $H < 3m$

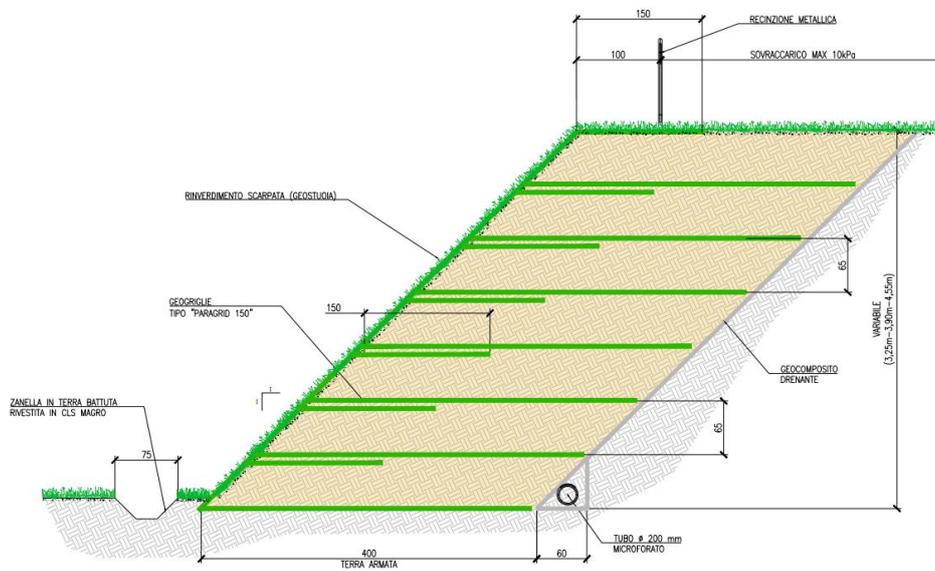


Figure 23 - Tipologico per terre armate con  $H > 3m$

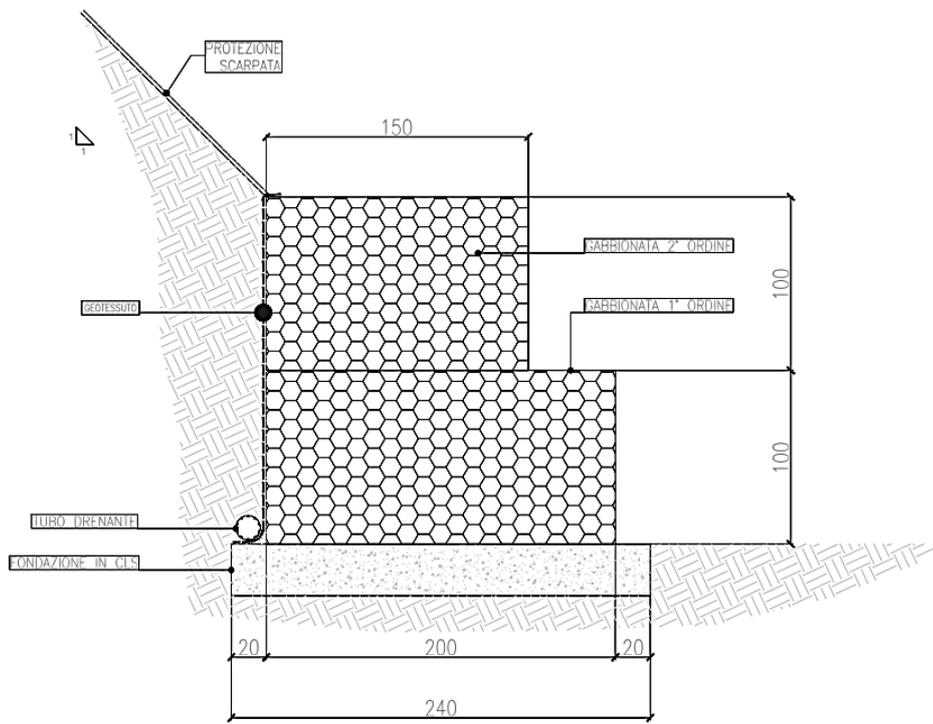


Figure 24 – Gabbionata a due ordini con fondazioni superficiali

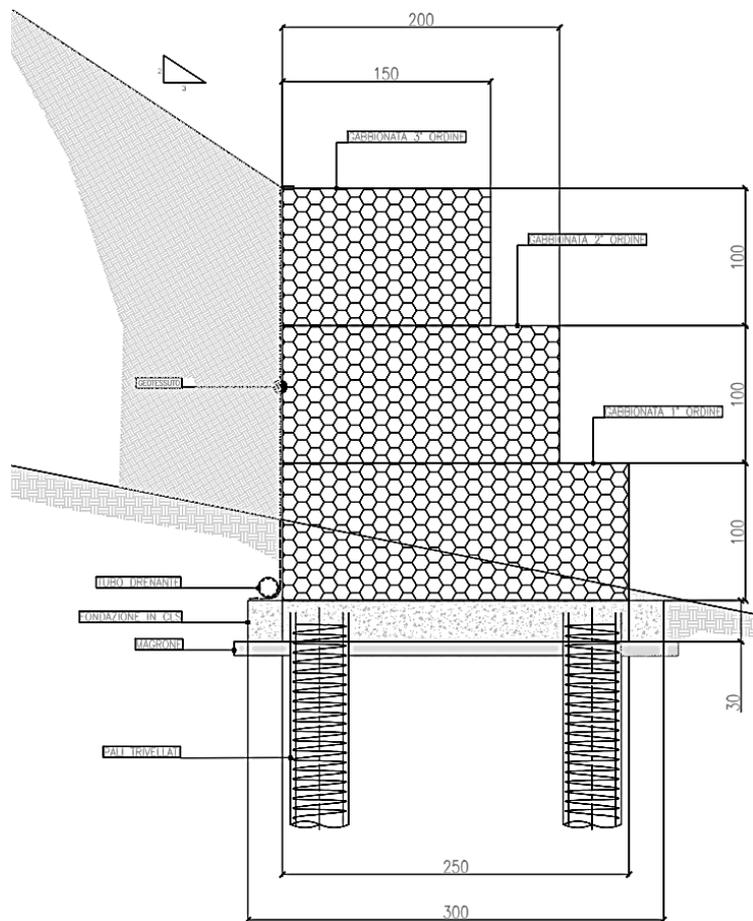


Figure 25 - Gabbionata a tre ordini con fondazioni profonde

## 10 MOVIMENTI TERRA

Di seguito si riassumono i momenti di terra per categoria, descritti più approfonditamente nell'elaborato "R.CV.395.GVI.23.005 - Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo". A seguito dell'esito del bilancio dei movimenti di terra nel quale si può notare che la quantità di scavo è maggiore di quella di riporto, la quantità di terreno che sarà riutilizzata è pari alla somma dei volumi di riporto ovvero 74539,05 mc. La quantità di terreno in esubero pari a 21299,0 sarà considerata rifiuto.

Tabella 3 - Bilancio movimenti di terra

<b>BILANCIO MOVIMENTI DI TERRA</b>	<b>QT [mc]</b>
<b>VIABILITA'</b>	<b>8.754,00</b>
VOLUMI DI SCAVO	42.870,00
VOLUMI DI RIPORTO	-34.296,00
<b>PIAZZOLE</b>	<b>-8.049,00</b>
VOLUMI DI SCAVO	39.605,00
VOLUMI DI RIPORTO	-47.654,00
<b>FONDAZIONI PROFONDE WTG</b>	<b>8.634,36</b>
VOLUME DI STERRO	9.707,25
VOLUME DI RIPORTO (riutilizzo al 50%)	-1.072,89
<b>PIANO PIAZZALE CABINA PRIMARIA UTENTE</b>	<b>527,00</b>
VOLUMI DI SCAVO	1.571,00
VOLUMI DI RIPORTO	-1.044,00
<b>FONDAZIONI APPARECCHIAURE ED EDIFICIO PIAZZALE CABINA PRIMARIA UTENTE</b>	<b>524,92</b>
VOLUME DI STERRO	550,41
VOLUME DI RIPORTO (riutilizzo al 50%)	-25,49
<b>CABLAGGIO LINEA MT</b>	<b>2.121,46</b>
VOLUMI DI SCAVO	13.899,00
VOLUMI DI RIPORTO	-11.777,54
<b>TOTALE</b>	<b>12.510,74</b>

## 11 MODALITA' DI RIPRISTINO DELLE AREE DI LAVORO

Elementi come le piste di accesso, le piazzole per l'assemblaggio e l'installazione dei vari componenti, saranno, in parte, mantenute in quanto funzionali alla manutenzione e/o riparazione delle turbine durante il loro normale esercizio. Pur nel contesto ambientale specifico caratterizzato in un'area prettamente rurale e boscata, il progetto esecutivo prevederà, con modalità di inserimento tali da non alterare le caratteristiche citate, ripristini ambientali con piantumazioni e protezione delle scarpate sia al fine di minimizzare l'impatto, sia per evitare fenomeni di ruscellamento ed erosione superficiale a cui sono soggette per l'azione degli eventi atmosferici. Invece per quanto riguarda le variazioni alla viabilità secondaria, apportate sulla strada comunale, tali opere potranno essere mantenute in ragione degli interventi pianificatori delle amministrazioni competenti.

## 12 ALLACCIAMENTO DELL'IMPIANTO ALLA RETE ELETTRICA

L'energia annuale prodotta dal parco eolico è stimata intorno ai 141,12 GWh ossia 141,12 milioni di chilowattora annui, senza alcuna emissione di sostanze inquinanti nel suolo o in atmosfera. L'energia prodotta viene convogliata alla rete nazionale di alta tensione. Questo avviene collegando gli aerogeneratori fra loro e collegando tutti con una cabina di smistamento 36 kV media tensione posta sul sito. Da qui parte una linea elettrica 36 kV MT interrata che segue, da nord a sud, la strada "Strada vicinale Paglieto e la S.P. 67 di Campigliola" per un percorso di circa 16 km fino ad arrivare alla nuova sotto stazione di Montauto con allacciamento alla linea 380 kV alta tensione Montalto – Suvereto.

La nuova sottostazione utente consisterà in un'area di poco più 53.000 m<sup>2</sup>. Qui saranno posizionati la cabina con due ingressi separati per Terna e per il Parco Eolico Manciano, contenente la sala quadri generale MT/BT, il locale TLC, un bagno ed il locale batteria, ed il trasformatore MT/AT.

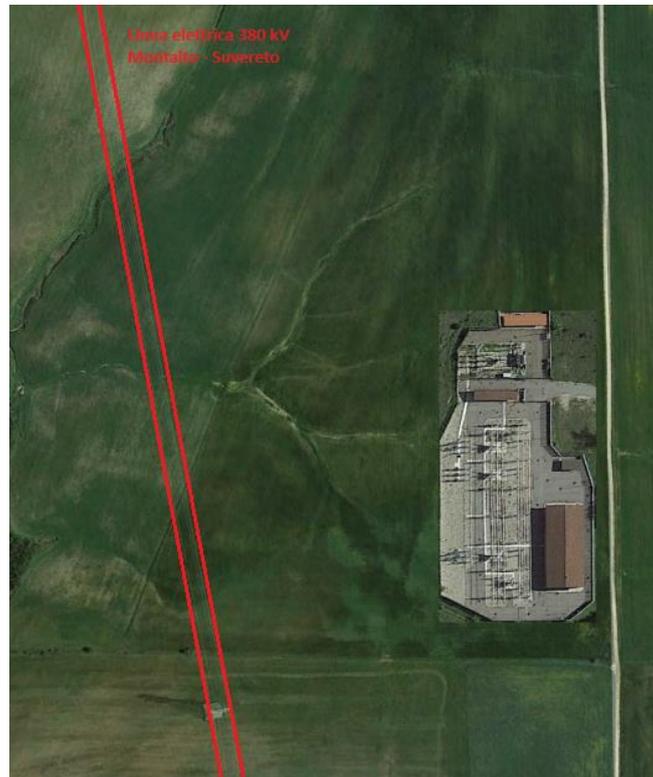


Figure 3 – planimetria sottostazione a scopo illustrativo

Il funzionamento, il controllo e la protezione degli aerogeneratori passano attraverso la realizzazione di tre linee che seguono lo stesso percorso, per lunghi tratti a fianco del tracciato delle piste di accesso.

Le linee appartenenti al cavidotto saranno collocate in uno scavo di larghezza 50 cm e ad una profondità di circa 120 cm verso l'esterno della strada.

Sul fondo dello scavo saranno collocati i cavi di media tensione da 36 kV; al di sopra sarà collocato il filo di rame nudo per la protezione di terra ed ancora più superiormente il cavo delle fibre ottiche.

## 13 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Gli Aerogeneratori vengono collegati, tramite lo schema elettrico sopra riportato, ad una sottostazione realizzata nei pressi della località di Montauto che provvede a ricevere e convogliare tutta la potenza elettrica generata direttamente alla Linea Terna di Alta Tensione aerea. Inoltre grazie alle fibre ottiche è possibile monitorare tutto il Parco Eolico con controllo, oltre che dalla sottostazione, anche da un sistema di monitoraggio centralizzato remoto posto in Danimarca, il quale provvede normalmente alla risoluzione di oltre l'80 % delle problematiche che si presentano nella gestione del sito, riducendo così in maniera sostanziale gli interventi manutentivi e straordinari da realizzarsi in loco.

## 14 MODALITA' DI SMANTELLAMENTO

Al termine della vita utile degli aerogeneratori è necessario procedere al loro smontaggio e dismissione; dopodiché una possibilità potrebbe essere quella di richiedere nuova Autorizzazione e quindi la sostituzione degli aerogeneratori con analoghi nuovi.

Qualora invece, per motivi che ad oggi non ipotizzabili, si dovesse decidere di procedere allo smantellamento dell'Impianto, si procederà a:

- smontare gli aerogeneratori (i cui principali componenti di solito vengono rigenerati e rimessi in produzione) e trasportarli altrove;
- rinverdire le piazzole e modulandone i pendii.

Si stima che l'insieme delle fasi di smantellamento delle strutture fuori terra possa comportare tempi di circa 4-5 giorni per torre.

Sul sito rimarranno perciò, interrati, solamente i plinti, essendo gli stessi del tutto innocui e anzi essendo l'ipotetica rimozione più dannosa che utile; questa modalità è, fra l'altro, quella suggerita nelle "Linee Guida" contenute nel DM del MISE del 10/9/2010, Allegato 4, art. 9).

Smontata la struttura metallica, fissata alla fondazione con bulloneria speciale, si potrà ricoprire la fondazione con terra per uno spessore di almeno 100 cm ripristinando, per quanto possibile, la condizione originaria con la piantumazione di erba e vegetazione come presente ai margini dell'area, in tale modo il plinto di fondazione continua a rimanere interrato, consentendo tutte le normali operazioni agricole e/o forestali a cui era originariamente dedicata l'area in oggetto.

## 15 CONCLUSIONI

Il progetto prevede l'installazione di 7 aerogeneratori distribuiti in corrispondenza delle località di Montauto, Campigliola e Mulino Santa Maria. Per lo sviluppo del progetto, in relazione all'analisi delle interferenze fra le diverse componenti (ambientali, viarie, logistiche, ... ecc.) sono stati scelti aerogeneratori di nuova generazione danese, taglia media-grande. Saranno comunque necessari interventi di adeguamento sulla viabilità esistente esterna al sito oltre ad interventi più consistenti, ma sempre di miglioria, sulla strada di servizio interna al sito. Per la posa degli aerogeneratori verranno realizzate 7 piazzole; queste verranno, laddove le condizioni geologiche e morfologiche lo richiedono, rinforzate al piede ed a monte con interventi effettuati con materiali naturali e verranno in ampia parte rinaturalizzate con terreno vegetale, inerbimenti e piantumazioni dopo l'intervento; in ogni caso queste opere svolgono comunque una funzione positiva di presidio del versante. Le piazzole vedranno la drastica riduzione della superficie necessaria dalla fase di cantiere alla fase di esercizio.

Per l'allacciamento dell'impianto alla linea elettrica si poseranno cavi completamente interrati in una trincea di scavo di dimensioni estremamente contenute; per il collegamento fisico finale si utilizzerà, come concordato, la linea aerea di alta tensione presso Montauto.