



Regione Sicilia



Città Metropolitana di Palermo



Comune di Monreale

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA  
ELETTRICA A FONTE RINNOVABILE EOLICA, OPERE  
CONNESSE ED INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI  
Località Termini di Monreale (PA)**

**PROGETTO  
DEFINITIVO**

Numero elaborato:

**QRP**

Titolo elaborato:

**Quadro di riferimento  
progettuale**

Proponente:

Teta Rinnovabili S.r.l.  
Via Umberto Giordano 152  
90144 Palermo (PA)  
P.IVA. 07142330822

Progettisti:

Eugenio Bordonali  
Francesco Maria Rossi



Rev.	Data	File	Descrizione revisione	eseg.	contr.	Approv..
0	22/08/2023	MON3 QRP quadro di riferimento progettuale.docx	Emissione	GDF	FR	FR

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. CARATTERICHE GENERALI DEL SITO.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Inquadramento geografico.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Uso attuale del suolo.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Caratteristiche anemologiche del sito.....</b>	<b>5</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....</b>	<b>19</b>
<b>5. ALTERNATIVE PROGETTUALI.....</b>	<b>30</b>

# QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

## 1. Premessa

La presente costituisce il Quadro di riferimento progettuale relativo allo Studio di Impatto Ambientale concernente la realizzazione dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica sito nel Comune di Monreale in Provincia di Palermo denominato "Termini".

I 13 aerogeneratori in progetto avranno potenza 4.5 MW ciascuno - per una potenza totale installata di 58,5 MW, altezza al mozzo 118m e diametro rotore 163m. Essi ricadranno nel territorio del Comune di Monreale (PA), nelle c.de Termini, Costa di Bababucia, Costa Lisera, Ravanusa, Madonna del Rosario, Conche dell'oro, Ponte Calatrasi e Boccadorio.

Il parco eolico sarà costituito dagli aerogeneratori, dalle nuove piste di accesso alle piazzole degli stessi e dalle opere per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) dell'energia elettrica. L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori verrà immessa nella rete nazionale tramite un cavidotto interrato, ricadente nel Comune di Monreale (PA). Le opere per la connessione alla rete sono anch'esse localizzate nel Comune di Monreale (PA) e, in misura marginale, nel Comune di Piana degli Albanesi.

L'iniziativa si inquadra nel piano di sviluppo di impianti per la produzione d'energia da fonte rinnovabile che la società "Teta Rinnovabili S.r.l." intende realizzare nella Regione Sicilia per contribuire al soddisfacimento delle esigenze d'energia pulita e sviluppo sostenibile.

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato redatto ai sensi della vigente normativa di riferimento ed in particolar modo al Testo Unico dell'Ambiente – Dlgs 153/06 "Norme in materia ambientale" come novellato dal Dlgs. 16/05/2017 n° 104.

## 2 CARATTERISTICHE GENERALI DEL SITO

### 2.1 Inquadramento geografico

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte eolica, composto da 13 aerogeneratori tripala con potenza nominale da 4.5 MW ciascuno, dislocati nel territorio del comune di Monreale (PA).



Fig. 1 Inquadramento dell'Italia in ambito europeo, della Regione Sicilia in ambito nazionale, e della Provincia di Palermo in ambito regionale

Il sito del costruendo impianto è ubicato in un territorio caratterizzato da una morfologia prevalentemente pianeggiante con qualche rilievo collinare.

Dal punto di vista meteorologico, il sito ricade in un'area a clima tipicamente meso-mediterraneo con inverni miti e piovosi ed estati calde ed asciutte.

Le temperature minime invernali raramente scendono al di sotto di 10°C mentre le temperature estive massime oscillano tra i 28 °C e i 35 °C.

Per un più dettagliato inquadramento geografico dell'area in questione si rimanda alla corografia d'impianto riportata in allegato al progetto.

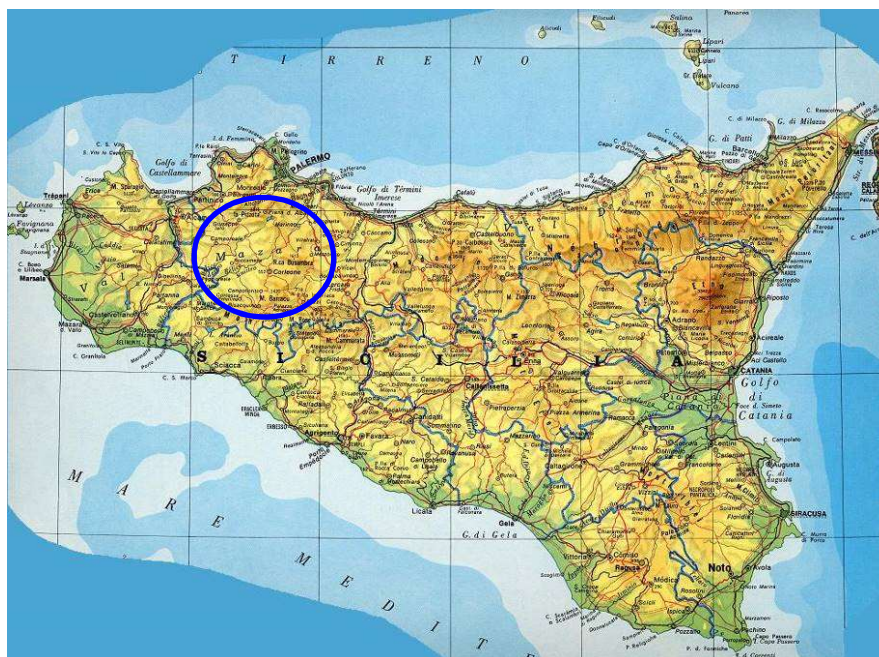


Fig. 3 Inquadramento geografico del sito di interesse

## **2.2 Uso attuale del suolo**

Il sito di progetto non ricade né in aree protette SIC-ZPS-ZSC o siti Rete Natura né in aree vaste facenti parte del Piano Paesistico Regionale, e si caratterizza per un paesaggio collinare scarsamente

antropizzato. I terreni interessati dalle installazioni sono per lo più incolti o condotti attualmente a seminativo, e nella zona non si rilevano caratteristiche naturalistiche di particolare rilievo. Nelle immediate vicinanze del sito non ci sono centri abitati, essendo i centri abitati più vicini quelli di Camporeale e Roccamena a circa 2 Km. Il cavidotto viaggia quasi interamente su strade esistenti.

### **2.3 Caratteristiche anemologiche del sito**

La campagna anemologica è stata effettuata in sito utilizzando una torre anemometrica da 50m con sensori ridondanti a differenti quote ed installata all'interno del sito di impianto per 1 anno. I dati registrati dal logger sono stati estratti e processati manualmente in modo da identificare i dati affetti da possibili malfunzionamenti o anomalie. Sono stati consultati i report di manutenzione in modo da individuare eventuali malfunzionamenti. I dati anomali sono stati esclusi e non considerati nell'analisi. Per stimare la risorsa media di lungo periodo i dati sono stati correlati con quelli misurati tramite serie temporali a lungo termine reperibili da vari fornitori specializzati (es. ERA5, Merra2 etc). Per fare ciò e per colmare i periodi temporali di dati mancanti è stato utilizzato il metodo di estensione/sintetizzazione. Per estrapolare il vento medio alla quota dell'hub viene applicata la legge di potenza del profilo del vento:

$$V_{hub} = V_m * (H_{hub} / H_m)^\alpha$$

dove  $V_m$  è la velocità del vento medio alla quota dell'anemometro,  $V_{hub}$  è la velocità del vento medio alla quota hub,  $H_m$  è la quota dell'anemometro,  $H_{hub}$  è la quota hub e  $\alpha$  è il coefficiente di wind shear. Il wind shear viene calcolato a partire dalle misure di vento effettuate sulle diverse quote della torre anemometrica.

La variazione della velocità del vento su tutto il parco eolico viene predetta utilizzando il modello Wasp sviluppato dall'istituto di ricerca danese Risoe.

Il dettaglio dell'analisi ed i risultati sono contenuti nell'elaborato a corredo dello studio.

### 3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Di seguito si analizzano i principali componenti dell'impianto eolico.

#### *AEROGENERATORI*

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

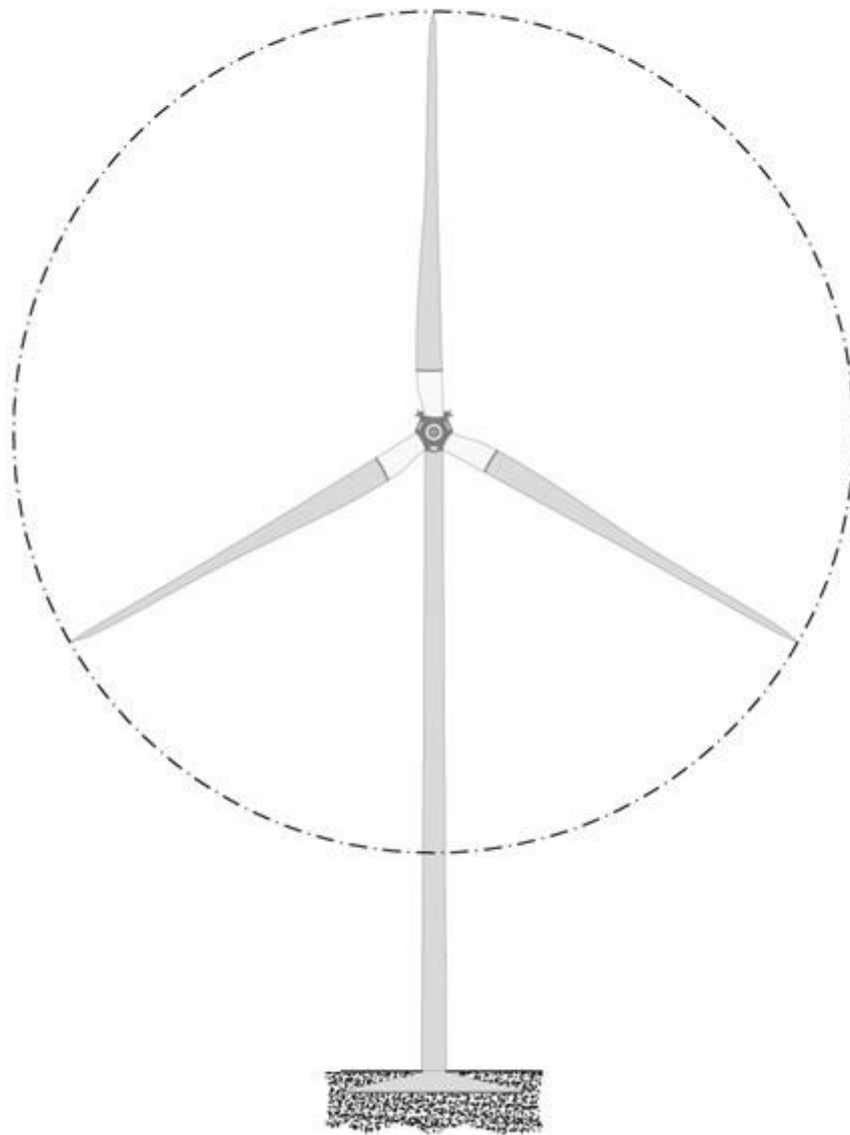
In generale, è possibile avere turbine "a portanza" o "a resistenza" in relazione alla forza generata dal vento e dunque sfruttata come "forza motrice".

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

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

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

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



Vista Aerogeneratore

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

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



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

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

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

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

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

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

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

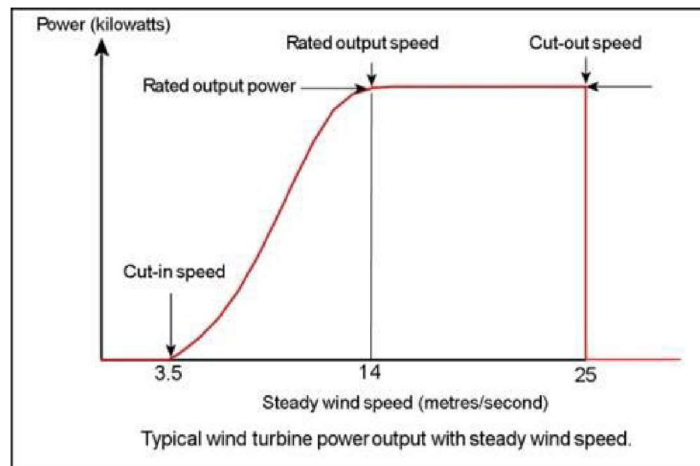


Figura 15 – Curva di potenza di una turbina eolica

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

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

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

Tabella 5-1 – Norma IEC 61400-1

Dove:

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

A indica la categoria con caratteristiche di turbolenza superiori;

**B** indica la categoria con caratteristiche di turbolenza medie;

**C** indica la categoria con caratteristiche di turbolenza inferiori;

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

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

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

Di seguito vengono riportate le caratteristiche degli aerogeneratori di progetto:

CARATTERISTICHE AEROGENERATORE DI PROGETTO	
Potenza nominale	4,5 MW
Diametro rotorico	163 m
Altezza torre	118 m
Tipo di torre	Tubolare
Numero di pale	3
Velocità di rotazione nominale	Compresa tra 6,5 e 11,6 rpm
Velocità di attivazione-bloccaggio	3 – 25 m/s
Sistema di controllo	Pitch
Tipo di generatore elettrico	A magneti permanenti
Tensione nominale	660 V
Frequenza	50/60 Hz
Livello di potenza sonora	≤ 104.9 dB(A)

Tabella 5-2 – Caratteristiche aerogeneratore di progetto

#### FONDAZIONI AEROGENERATORI

Le fondazioni previste per gli aerogeneratori di progetto saranno del tipo isolato, di tipo diretto oppure indiretto su pali di sottofondazione in base a quelle che saranno le risultanze della progettazione esecutiva. Esse prevedono un plinto di fondazione di forma circolare che poggia su una serie di pali trivellati di sottofondazione, della lunghezza variabile così da permettere di raggiungere strati di terreno roccioso.

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

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

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

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

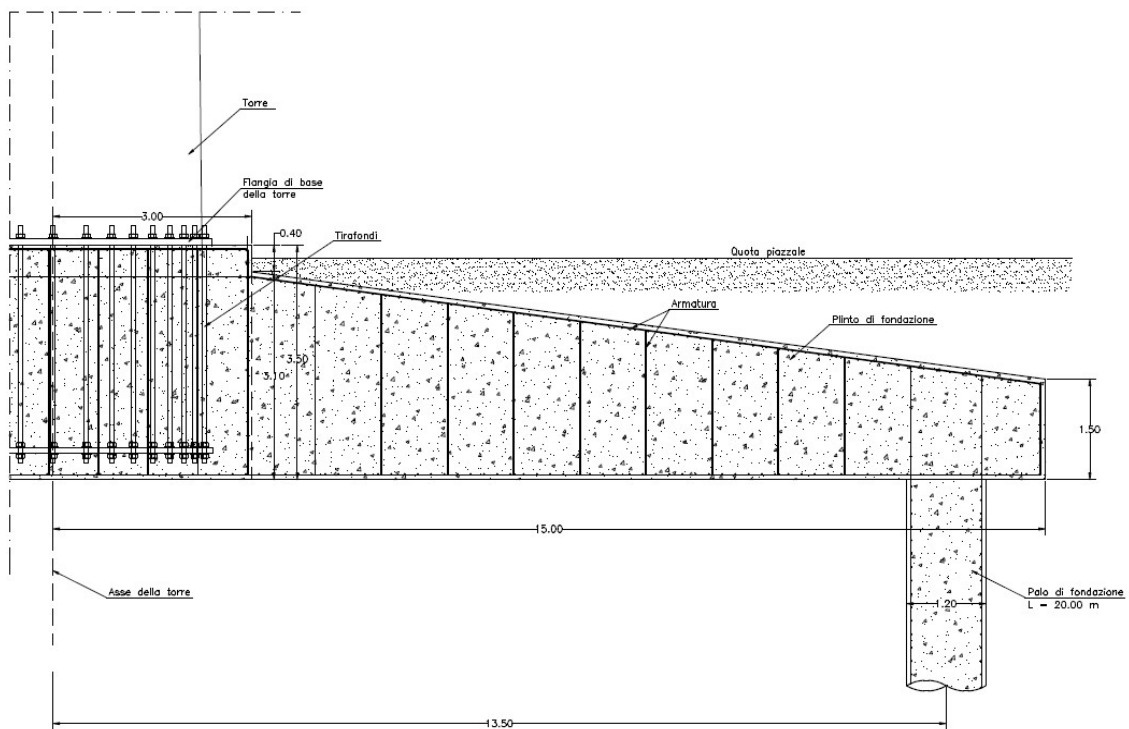
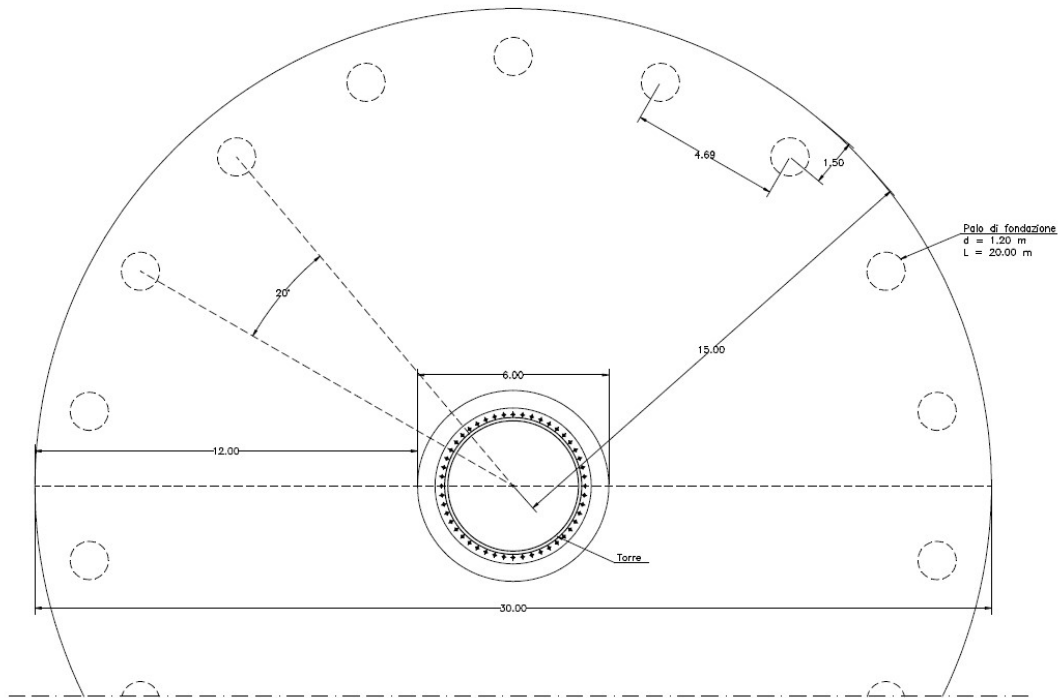
A causa dei carichi rilevanti che andranno ad agire sulle fondazioni (carichi statici e dinamici, momenti alla base etc.), per garantire buoni valori di portanza del terreno, è prevista la realizzazione di fondazioni su pali. La tipologia, il numero ed il posizionamento dei pali dovrà essere stabilito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

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

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

Dopo aver eseguito le opere di fondazione, le aree interessate dai lavori saranno risistemate realizzando il livellamento del terreno intorno alle fondazioni con materiali idonei compattati (tessuto non tessuto e misto granulometrico di idoneo spessore) e realizzando nell'attorno dell'aerogeneratore una piazzola per l'accesso e la manutenzione periodica delle macchine. La piazzola sarà collegata con le strade locali mediante una bretellina di accesso alla stessa. Le aree esterne alla strada e alla piazzola di accesso e di manutenzione ordinaria saranno, allo stesso modo, livellate e ripristinate allo stato precedente le opere di fondazione

utilizzando il terreno di scotico precedentemente asportato. Si riporta di seguito uno stralcio della tavola allegata al progetto riguardante la carpenteria e le armature delle strutture di fondazione.



PIAZZOLE DI MONTAGGIO DEGLI AEROGENERATORI

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

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

Il tipico di piazzola di montaggio previsto è mostrato nelle tavole grafiche di dettaglio allegate al progetto.

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

La superficie di montaggio consta quindi delle seguenti aree:

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

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

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

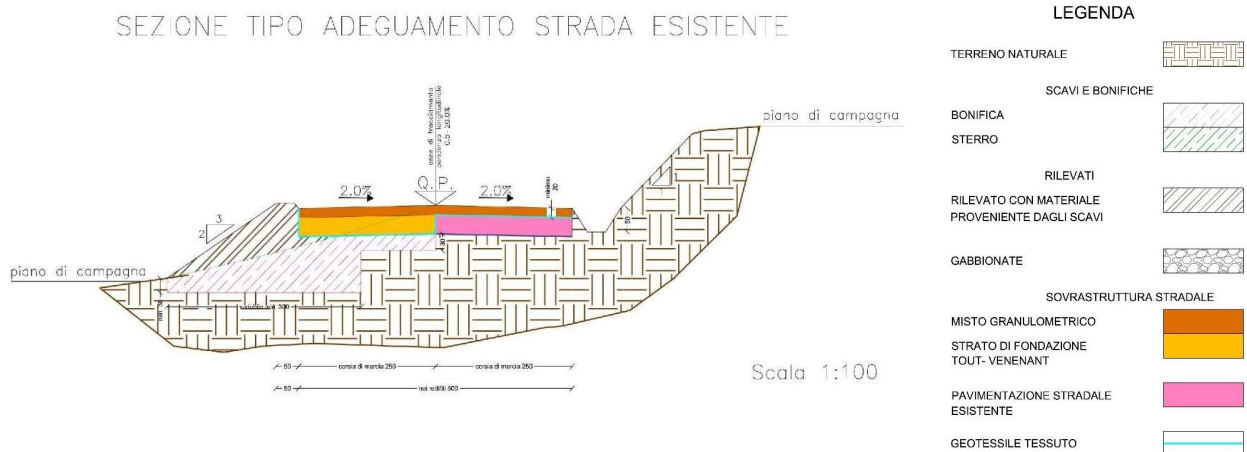
Allo stesso modo l'area di stoccaggio temporanea e le aree necessarie al montaggio verranno riportate nelle condizioni ante-operam.

## VIABILITA'

All'interno del progetto si possono distinguere:

- strade esistenti da adeguare;
- strade di accesso agli aerogeneratori;
- strade di accesso all'impianto di connessione di rete;
- strade di accesso all'impianto di connessione di utenza;

La viabilità principale di accesso al sito è composta in parte da strade esistenti, che verranno in alcuni punti adeguate, ed in parte da nuove strade, che permettono di accedere alla posizione di installazione degli aerogeneratori.



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

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

Le strade esistenti sono state valutate al fine di stabilire l'idoneità al transito dei mezzi d'opera ed ai mezzi di trasporto delle apparecchiature; dove necessario, si procederà al rifacimento della pavimentazione con l'utilizzo di misto compatto nei tratti in cui essa non risulta idonea al transito dei mezzi di cantiere. Per i tratti che allo stato di fatto risultano asfaltati si procederà al ripristino della pavimentazione con l'asportazione dello strato ammalorato ed il rifacimento della pavimentazione con strato di binder ed usura. Sono inoltre previsti alcuni allargamenti provvisori in corrispondenza degli incroci e delle curve strette.

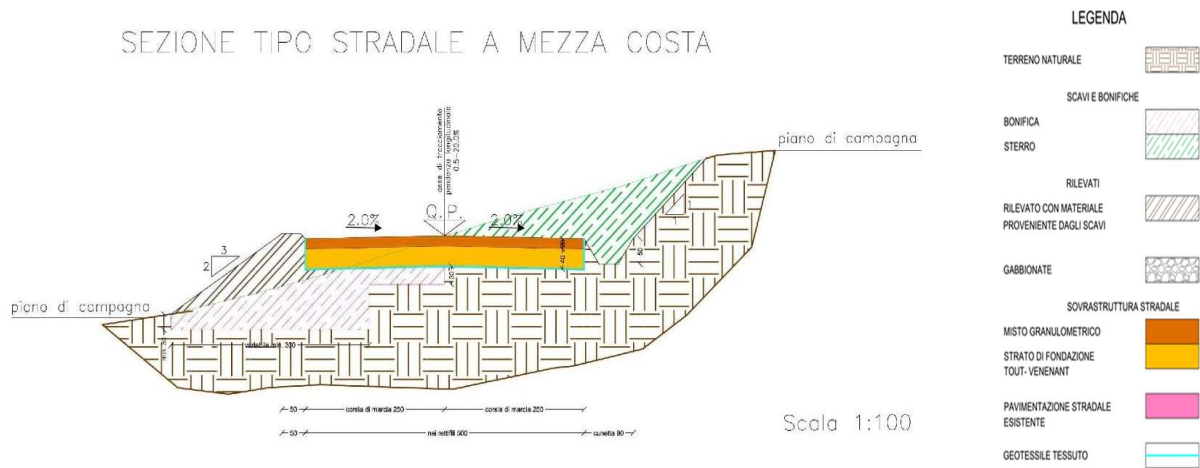
La viabilità da realizzare ex-novo consiste in una limitata serie di brevi tratti di strade in misura strettamente necessaria al fine di raggiungere agevolmente tutti i siti ove installare gli aerogeneratori. Queste avranno una larghezza massima di 5 m e saranno realizzate seguendo l'andamento topo-orografico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

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

Si eseguirà in successione:

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

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



## CAVIDOTTO

L'interconnessione tra le torri eoliche e tra queste e la stazione di impianto sarà effettuata mediante cavidotti in media tensione a 30 kV. Si considera un cavo con un conduttore per fase, in maniera tale da realizzare una terna trifase di conduttori, posati in piano all'interno di tubi protettivi e totalmente interrati.

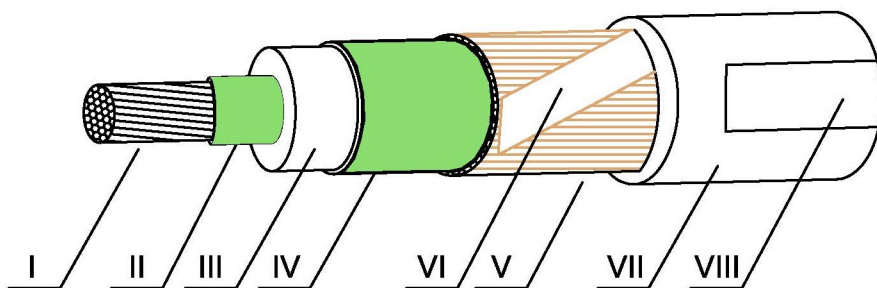
Nello specifico, per l'interconnessione tra gli aerogeneratori saranno impiegati cavi tripolari con armatura in acciaio, mentre per il tratto di connessione finale alla cabina saranno impiegati cavi unipolari non armati.

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

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



Si riporta di seguito uno schema della struttura del cavo MT in progetto.



- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| I - Conduttore             | V - Schermo               |
| II - Strato semiconduttore | VI - Nastro equalizzatore |
| III - Isolante             | VII - Guaina di PVC       |
| IV - Strato semiconduttore | VIII - Stampigliatura     |

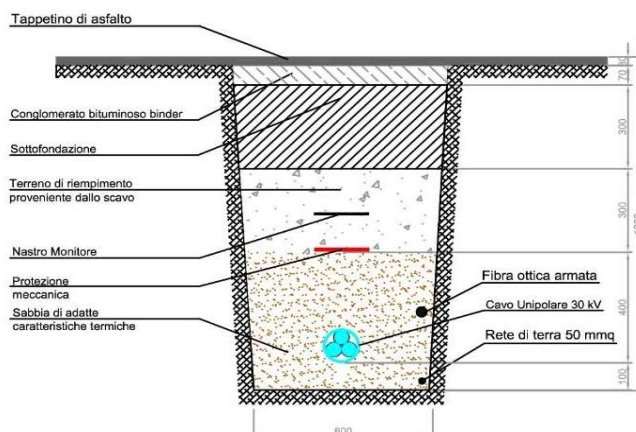
L'installazione dei cavi soddisferà tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche dei singoli enti proprietari delle infrastrutture attraversate ed in particolare dalle norme CEI 11-17 e 11-1.

All'interno dello scavo del cavidotto troverà posto anche la corda di rame nuda dell'impianto equipotenziale. La sezione tipo del cavidotto prevede accorgimenti tipici in questo ambito di lavori (allettamento dei cavi su sabbia, coppone di protezione e nastro di segnalazione al di sopra dei cavi, a guardia da possibili scavi incauti).

Sarà inoltre prevista la posa della fibra ottica necessaria per la trasmissione dati e relativo controllo dell'impianto.

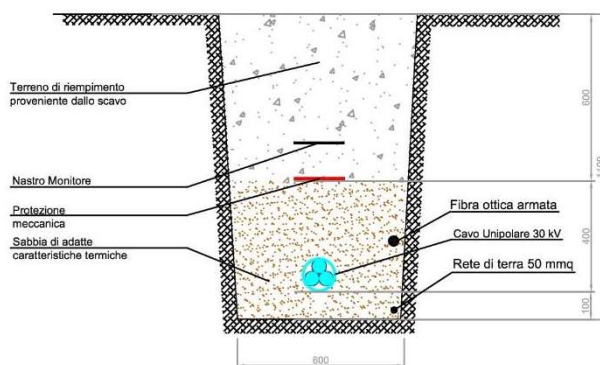
Di seguito si riporta un esempio di sezione tipo su strada sterrata/terreno agricolo ed uno per un cavo su strada asfaltata.

*TRINCEA PER UN CAVO SU STRADA ASFALTATA  
Sezione tipo 1A*



## TRINCEA PER UN CAVO SU STRADA STERRATA O TERRENO AGRICOLO

### Sezione tipo 1B



## OPERE DI DIFESA IDRAULICA

L'impianto sarà ubicato secondo una distribuzione che tiene conto delle aree di esclusione o di attenzione PAI e delle frane, nonché dei vincoli paesaggistici ed idrogeologici.

La realizzazione del parco eolico non influenza in modo apprezzabile la permeabilità del territorio interessato e, quindi, non modifica gli apporti idrici ai recettori di valle.

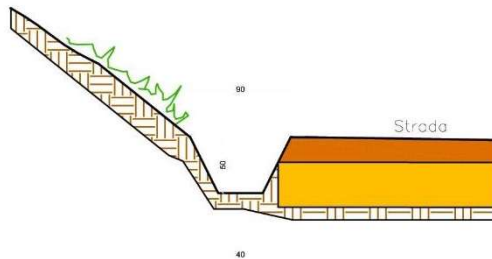
Sono qui considerati gli aspetti relativi alla regimentazione delle acque meteoriche, pur premettendo che la modesta estensione puntuale e la natura delle opere sopra descritte, da un lato, e le condizioni geologiche generali del sito, dall'altro, non richiedono un vero e proprio sistema di smaltimento delle acque esteso a tutte le piazzole.

In condizioni di esercizio dell'impianto, e di normale piovosità, non sono da temere fenomeni di erosione superficiale incontrollata per il fatto che tutte le aree da rendere permanentemente transitabili (strade e piazzole di servizio ai piedi degli aerogeneratori) non verranno asfaltate ma ricoperte di uno strato permeabile di misto granulometrico. Nelle zone in pendenza, a salvaguardia delle stesse opere, si potranno in opera sul lato di monte fossi di guardia e cunette, trasversalmente a strade e piazzole, saranno realizzati anche tagli drenanti per permettere e controllare lo scarico a valle delle acque.

Lungo i bordi delle carreggiate stradali in progetto e in adeguamento della viabilità in progetto saranno realizzate le cunette con sezione trapezia in terra.

L'acqua raccolta sarà convogliata verso l'impluvio esistente più vicino.

## Cunetta in terra TIPO C1



Nei punti dove la viabilità di cantiere interseca un impluvio l'acqua sarà convogliata all'interno di tombini appositamente dimensionati per permetterne il deflusso naturale.

## ACCUMULO ELETTROCHIMICO

L'impianto sarà dotato di sistema di accumulo di energia a batterie (o BESS – Battery Energy Storage System), installato presso la stazione di consegna, che avrà la funzione non solo di accumulare l'energia prodotta nei momenti di picco, ma anche offrire servizi di regolazione di frequenza e riduzione degli sbilanciamenti.

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

Ogni "assemblato batterie" è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema di gestione (che assume il nome secondo l'acronimo inglese di Battery Management System o BMS). A valle del BMS sarà collocato il trasformatore con relativi attrezzaggi elettromeccanici per l'adeguamento dei parametri elettrici a quelli di rete.

Questi componenti saranno installati in containers metallici coibentati posizionati in un'area adeguatamente predisposta mediante recinzione e sistemazione superficiale con pavimentazione in misto stabilizzato, e collegati elettricamente tra loro mediante cavidotti interrati.

## IMPIANTI DI CONNESSIONE

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto di produzione venga collegato in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione 36/220 kV della RTN, collegata tramite stazione di smistamento adiacente alla linea a 220 kV "Partinico - Ciminna". Detti impianti di rete sono collocati in contrada Pioppo nel comune di Monreale.

L'impianto di connessione di rete è quindi costituito dalla stazione di trasformazione 36/220kV, dalla

limitrofa stazione di smistamento a 220 kV e dai relativi raccordi di collegamento a 220 kV.

Detta stazione di trasformazione 36/220kV è composta da:

- Apparecchiature elettromeccaniche;
- Manufatti;
- Fondazioni trasformatori 36/220 kV;
- Pavimentazione aree esterne;
- Recinzione area.

L'energia elettrica prodotta dalle turbine sarà convogliata, mediante cavidotti interrati in una stazione di consegna a 36 kV, condivisibile con più produttori, e da lì alla stazione RTN. Detta stazione a 36 kV e relativo cavidotto di collegamento alla stazione RTN costituiscono impianto di connessione di utenza. Le opere civili previste appartenenti all'impianto di rete per la connessione di utenza sono:

- Manufatto cabina;
- Fondazioni;
- Cavidotto di collegamento alla rete

Si rimanda alle tavole specifiche relative agli impianti per la connessione per una trattazione più approfondita delle opere previste.

## **4 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA**

### VERIFICA DI FATTIBILITA'

In termini di fattibilità tecnica dell'impianto, in sede di progetto sono stati attentamente esaminati, con esito favorevole, tutti i principali aspetti concernenti:

- la disponibilità delle aree di intervento, acquisita in parte con accordi bonari e, per la rimanente parte, con acquisizione coattiva come previsto dalla legislazione vigente;
- la disponibilità della risorsa vento ai fini della produzione di energia da fonte eolica, oggetto di osservazioni di lunga durata disponibili sull'area vasta;
- l'accessibilità al sito;

- i condizionamenti ambientali (caratteristiche morfologiche, geologiche, vegetazionali, faunistiche, insediative, archeologiche e storico-culturali ecc.);
- le caratteristiche infrastrutturali della rete elettrica per la successiva immissione dell'energia prodotta alla RTN, in accordo con quanto indicato dal Gestore di Rete nel preventivo di connessione (STMG).

Il quadro complessivo di informazioni e di riscontri che è scaturito dall'analisi di fattibilità del progetto, in definitiva, ha condotto a ritenere che la scelta localizzativa dell'impianto presenti condizioni favorevoli, sotto il profilo tecnico-gestionale, alla realizzazione di una moderna centrale eolica e derivanti principalmente da:

- le condizioni di ventosità del territorio, adeguate all'installazione di questi impianti;
- le idonee condizioni geologiche e morfologiche locali, contraddistinte da morbidi rilievi e altopiani rocciosi;
- le favorevoli condizioni infrastrutturali e di accessibilità generali derivanti dalla prossimità dell'area di impianto a strade pubbliche, generalmente in buone condizioni di manutenzione e con caratteristiche geometriche per lo più idonee al transito dei mezzi di trasporto della componentistica delle turbine;
- l'assenza di condizioni naturalistiche di particolare pregio e la lontananza da centri abitati di una qualche rilevanza, tale per cui la collocazione dell'impianto non altererà in maniera apprezzabile l'ambiente;
- la compatibilità con la pianificazione territoriale e la non interferenza con aree vincolate

## CRITERI GENERALI DI PROGETTO

L'impianto sarà composto da n. 13 aerogeneratori della potenza nominale 4,5 MW, ricadenti interamente nel territorio del Comune di Monreale

La posizione sul terreno degli aerogeneratori (c.d. lay-out di impianto) è stata condizionata da numerosi fattori di carattere tecnico-realizzativo e ambientale con particolare riferimento ai seguenti:

- conseguire la più ampia aderenza del progetto, per quanto tecnicamente fattibile e laddove motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica, ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati dal DM 10/9/2010.
- assicurare la salvaguardia dei siti di interesse storico e paesaggistico censiti nel territorio, ivi incluso il Monte Archivolotto.
- preservare il più possibile gli ambiti caratterizzati da maggiore integrità e naturalità, evitando l'installazione di aerogeneratori all'interno di aree boscate

- ottimizzare lo studio della viabilità di impianto contenendo, per quanto tecnicamente possibile, la lunghezza dei percorsi ed impostando i tracciati della viabilità di servizio in prevalenza su strade esistenti o su strade interpoderali;
- privilegiare l'installazione dei nuovi aerogeneratori e lo sviluppo della viabilità di impianto entro aree stabili dal punto di vista geomorfologico e geologico-tecnico nonché su superfici a conformazione il più possibile regolare per contenere opportunamente le operazioni di movimento terra;
- contenere al minimo le interferenze con il reticolo idrografico superficiale, limitando la sovrapposizione dei nuovi tracciati a tratti denaturalizzati e/o di basso rango gerarchico.

L'aerogeneratore di progetto sarà una macchina dell'ultima generazione che configura elevate performance energetiche nelle condizioni di vento che caratterizzano il sito. Peraltro, fermo restando il rispetto delle massime caratteristiche dimensionali/prestazionali dell'aerogeneratore, la scelta definitiva potrà ricadere su un modello simile, anche successivamente all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica alla costruzione ed esercizio dell'impianto.

Gli aerogeneratori previsti in progetto, coerentemente con i più diffusi standard costruttivi, saranno del tipo a tre pale in materiale composito, con disposizione upwind, regolazione del passo della pala e dell'angolo di imbardata della navicella. La torre di sostegno della navicella sarà in acciaio del tipo tubolare, adeguatamente dimensionata per resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento, ed ancorata al terreno mediante fondazioni dirette. Le linee elettriche di trasporto MT dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori saranno completamente interrato e realizzate per quanto possibile in parallelismo alla viabilità esistente o in progetto.

#### **OPERE CIVILI E DI INGEGNERIA AMBIENTALE – VIABILITA'**

Per il trasporto dei principali componenti di impianto si prevede di utilizzare il porto di Termini Imerese, raggiungendo poi il sito tramite l'Autostrada A20 "Palermo – Messina" e poi la Strada Statale 624 "Palermo – Sciacca" fino allo svincolo con la Strada Provinciale 107 (viabilità esterna), da cui si prosegue utilizzando viabilità locale (viabilità interna).



- contenere i movimenti di terra, massimizzando il bilanciamento tra scavi e riporti ed assicurando l'intero recupero del materiale scavato nel sito di produzione;
- limitare l'intersezione con il reticolo idrografico superficiale al fine di minimizzare le interferenze con il naturale regime dei deflussi nonché con i sistemi di più elevato valore ecologico, evitando la realizzazione di manufatti di attraversamento idrico;
- contenere al massimo la pendenza longitudinale, in considerazione della tipologia di traffico veicolare previsto.

Le principali caratteristiche dimensionali delle opere di approntamento della viabilità interna al parco eolico sono riassunte nel seguente prospetto.

Strade di nuova realizzazione (m)	6.200
Sistemazione strade esistenti	4.500
Viabilità temporanea di cantiere (m)	0

Ai fini della scelta dei tracciati stradali di nuova realizzazione e della valutazione dell'idoneità della viabilità esistente, uno dei parametri più importanti è il minimo raggio di curvatura stradale accettabile, variabile in relazione alla lunghezza degli elementi da trasportare e della pendenza della carreggiata. Nel caso specifico il minimo raggio di curvatura orizzontale adottato è pari a 40/45 m, in coerenza con quanto suggerito dalle case costruttrici degli aerogeneratori.

La definizione dell'andamento planimetrico ed altimetrico delle strade è stata attentamente verificata nell'ambito dei sopralluoghi condotti dal gruppo di progettazione e dai professionisti incaricati delle analisi ambientali specialistiche, nonché progettualmente sviluppata sulla base del DTM RAS passo 10 m, ritenuto sufficientemente affidabile per il livello di progettazione richiesto e per pervenire ad una stima attendibile dei movimenti terra necessari.

Coerentemente con quanto richiesto dai costruttori delle turbine eoliche, i nuovi tratti viari in progetto e quelli in adeguamento della viabilità esistente saranno realizzati prevedendo una carreggiata stradale di larghezza complessiva pari a 5,0 m in rettilineo. In corrispondenza di curve particolarmente strette sono stati previsti locali allargamenti, in accordo con quanto rappresentato negli elaborati grafici di progetto.

La sovrastruttura stradale, oltre a sopportare le sollecitazioni indotte dal passaggio dei veicoli pesanti, dovrà presentare caratteristiche di uniformità e aderenza tali da garantire le condizioni di percorribilità più sicure possibili.



La soprastruttura in materiale arido avrà spessore indicativo di 0,30÷0,40 m; la finitura superficiale della massiciata sarà perlopiù realizzata in ghiaietto stabilizzato dello spessore 0,10 cm con funzione di strato di usura. Lo strato di fondazione sarà composto da un aggregato che sarà costituito da tout venant proveniente dagli scavi, laddove giudicato idoneo dalla D.L., oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere. Ciò in modo che la curva granulometrica di queste terre rispetti le prescrizioni contenute nelle Norme CNR-UNI 10006; in particolare la dimensione massima degli inerti dovrà essere 71 mm. La terra stabilizzata sarà costituita da una miscela di inerti (pietrisco 5÷15 mm, sabbia, filler), di un catalizzatore sciolto nella quantità necessaria all'umidità ottimale dell'impasto (es. 80/100 l per terreni asciutti, 40/60 l per terreni umidi) e da cemento (nelle dosi di 130/150 kg per m<sup>3</sup> di impasto).

La granulometria degli inerti dovrà essere continua, e la porosità del conglomerato dovrà essere compresa fra il 2 ed il 6 %. La stesa e la sagomatura dei materiali premiscelati dovrà avvenire mediante livellatrice o, meglio ancora, mediante vibrofinitrice; ed infine costipamento con macchine idonee da scegliere in relazione alla natura del terreno, in modo da ottenere una densità in sito dello strato trattato non inferiore al 90% o al 95% della densità massima accertata in laboratorio con la prova AASHTO T 180.

Gli interventi sui percorsi esistenti, trattandosi di tratturi o carrarecce, prevedono l'esecuzione dello scavo necessario per ottenere l'ampliamento della sede stradale e permettere la formazione della sovrastruttura, con le caratteristiche precedentemente descritte.

Laddove i tracciati stradali presentino localmente pendenze superiori indicativamente al 10%, al fine di assicurare adeguate condizioni di aderenza per i mezzi di trasporto eccezionale, si prevede o di ricorrere alla cementazione dei singoli tratti o di adottare un rivestimento con pavimentazione ecologica, di impiego sempre più diffuso nell'ambito della realizzazione di interventi in aree rurali, con particolare riferimento alla viabilità montana. Nell'ottica di assicurare un'opportuna tutela degli ambiti di intervento, la pavimentazione ecologica dovrà prevedere l'utilizzo di composti inorganici, privi di etichettatura di pericolosità, di rischio e totalmente immuni da materie plastiche in qualsiasi forma. La pavimentazione, data in opera su idoneo piano di posa precedentemente preparato, sarà costituita da una miscela di inerti, cemento e acqua con i necessari additivi rispondenti ai requisiti sopra elencati, nonché con opportuni pigmenti atti a conferire al piano stradale una colorazione il più possibile naturale. Il prodotto così confezionato verrà steso, su un fondo adeguatamente inumidito, mediante vibro finitrice opportunamente pulita da eventuali residui di bitume. Per ottenere risultati

ottimali, si procederà ad una prima stesura “di base” per uno spessore pari alla metà circa di quello totale, cui seguirà la stesura di finitura per lo spessore rimanente. Eventuali imperfezioni estetiche dovranno essere immediatamente sistemate mediante “rullo a mano” o altro sistema alternativo. Si procederà quindi alla compattazione con rullo compattatore leggero, non vibrante e asciutto.

Considerata l’entità dei carichi da sostenere (massimo carico stimato per asse del rimorchio di circa 15 t – peso complessivo dei convogli nel range di 120-145 t), il dimensionamento della pavimentazione stradale, in relazione alla tipologia di materiali ed alle caratteristiche prestazionali, potrà essere oggetto di eventuali affinamenti solo a seguito degli opportuni accertamenti di dettaglio da condursi in fase esecutiva. La capacità portante della sede stradale dovrà essere almeno pari a 2 kg/cm<sup>2</sup> ed andrà rigorosamente verificata in sede di collaudo attraverso specifiche prove di carico con piastra.

Le carreggiate saranno conformate trasversalmente conferendo una pendenza dell’ordine del 1,5% per garantire il drenaggio ed evitare ristagni delle acque meteoriche.

I raccordi verticali delle strade saranno realizzati in rapporto ad un valore di distanza da terra dei veicoli non superiore ai 15 cm, comunque in accordo con le specifiche prescrizioni fornite dalla casa costruttrice degli aerogeneratori.

Tutte le strade, sia quelle in adeguamento dei percorsi esistenti che quelle di nuova realizzazione, saranno provviste di apposite cunette a sezione trapezia per lo scolo delle acque di ruscellamento diffuso, di dimensioni adeguate ad assicurare il regolare deflusso delle acque e l’opportuna protezione del corpo stradale da fenomeni di dilavamento. Laddove necessario, al fine di assicurare l’accesso ai fondi agrari, saranno allestiti dei cavalcafossi in calcestruzzo con tombino vibrocompresso.

#### OPERE CIVILI E DI INGEGNERIA AMBIENTALE – PIAZZOLE

La fase di montaggio degli aerogeneratori comporterà l’esigenza di poter disporre, in fase di cantiere, di aree pianeggianti con dimensioni indicative standard di circa 4.000 m<sup>2</sup>, al netto della superficie provvisoria di stoccaggio delle pale (1000 m<sup>2</sup> circa).

Al termine dei lavori le suddette aree verranno ridotte ad una superficie di circa 1.000 m<sup>2</sup> al netto dell’ingombro del plinto di fondazione, estensione necessaria per consentire l’accesso all’aerogeneratore e le operazioni di manutenzione. A tal fine le superfici in esubero saranno ripristinate morfologicamente, stabilizzate e rinverdite in accordo con le tecniche previste per le operazioni di ripristino ambientale.

Nelle aree allestite per le operazioni di cantiere troveranno collocazione l'impronta della fondazione in cemento armato, le aree destinate al posizionamento delle gru principale e secondaria di sollevamento nonché dei tronchi della torre e della navicella.

La necessità di disporre di aree piane appositamente allestite discende da esigenze di carattere operativo, associate alla disponibilità di adeguati spazi di manovra e stoccaggio dei componenti dell'aerogeneratore, nonché da imprescindibili requisiti di sicurezza da conseguire nell'ambito delle delicate operazioni di assemblaggio delle turbine e di manovra delle gru.

Sotto il profilo realizzativo e funzionale, in particolare, gli spazi destinati al posizionamento delle gru ed allo stoccaggio dei tronchi della torre in acciaio e della navicella dovranno essere opportunamente spianate ed assumere appropriati requisiti di portanza. Per quanto attiene all'area provvisoria di stoccaggio delle pale, non è di norma richiesto lo spianamento del terreno, essendo sufficiente la presenza di un'area stabile sufficientemente estesa ed a conformazione regolare, priva di ostacoli e vegetazione arborea per tutta la lunghezza delle pale. In tale area dovranno, in ogni caso, essere garantiti stabili piani di appoggio su cui posizionare specifici supporti in acciaio, opportunamente sagomati, su cui le pale saranno provvisoriamente posizionate ad una conveniente altezza dal suolo. Al riguardo corre l'obbligo di segnalare come le aree di stoccaggio pale individuate negli elaborati grafici di progetto assumano inevitabilmente carattere indicativo, potendosi prevedere, in funzione delle situazioni locali, anche uno stoccaggio separato delle pale, in posizioni comunque compatibili con lo sbraccio delle gru, ai fini del successivo sollevamento.

Laddove le condizioni locali non consentano di individuare appropriati spazi per lo stoccaggio a bordo macchina delle pale e/o dei conci della torre e della navicella, potrà prevedersi l'allestimento di una piazzola di conformazione ridotta procedendo al c.d. montaggio *just in time* dell'aerogeneratore, ossia assemblando gli elementi immediatamente dopo il trasporto in piazzola.

Le piazzole di cantiere saranno realizzate, prelieve operazioni di scavo e riporto e regolarizzazione del terreno, attraverso la posa di materiale arido, opportunamente steso e rullato per conferirgli

portanza adeguata a sostenere il carico derivante dalle operazioni di sollevamento dei componenti principali dell'aerogeneratore (circa 20 t/m<sup>2</sup> nell'area più sollecitata).

Al fine di evitare il sollevamento di polvere nella fase di montaggio, le superfici così ottenute saranno rivestite da uno strato di ghiaietto stabilizzato per mantenere la superficie della piazzola asciutta e pulita.

**L'aerogeneratore A01** è situato in C.da Boccadorio, su un rilievo collinare denominato, nei pressi della strada provinciale SP106. Come è possibile desumere dalla immagine la collocazione dell'aerogeneratore con relativa piazzola è stata scelta in modo da minimizzare gli sbancamenti e l'utilizzo di suolo.



**L'aerogeneratore A02** si trova tra c.da Ponte di Calatrasi, su un rilievo collinare, in prossimità della strada provinciale SP107. Tale posizione è stata scelta grazie alla estrema facilità di realizzazione dell'accesso al sito nell'ottica di evitare eccessivo utilizzo di suolo.



**L'aerogeneratore A03** si trova in C.da Ponte di Calatrasi, su un rilievo collinare, nei pressi della strada provinciale SP107. E' collocata in modo da utilizzare quanto più possibile l'accesso alla turbina A02.



**L'aerogeneratore A04** si trova in C.da Ponte di Calatrasi, su un rilievo collinare, ed è situata in prossimità della Strada Consortile di Carbone. Il sito di installazione è stato scelto al fine di risultare prossimo alla viabilità esistente per evitare eccessivi sbancamenti necessari alla accessibilità.



**L'aerogeneratore A05** si trova in C.da Ponte di Calatrasi, su un rilievo collinare, è situata a circa 2 km dalla A04, anch'essa in prossimità della Strada Consortile di Carbone. Anche questa posizione è tale da permettere al meglio l'utilizzo della viabilità esistente e limitare le opere di sbancamento e riporto.



**L'aerogeneratore A06** si trova in C.da Erbe Bianche, su un crinale denominato Cozzo Aquila, in prossimità della strada provinciale SP106. L'accesso al sito è anche in questo caso realizzabile con minime opere grazie alla conformazione dell'area.



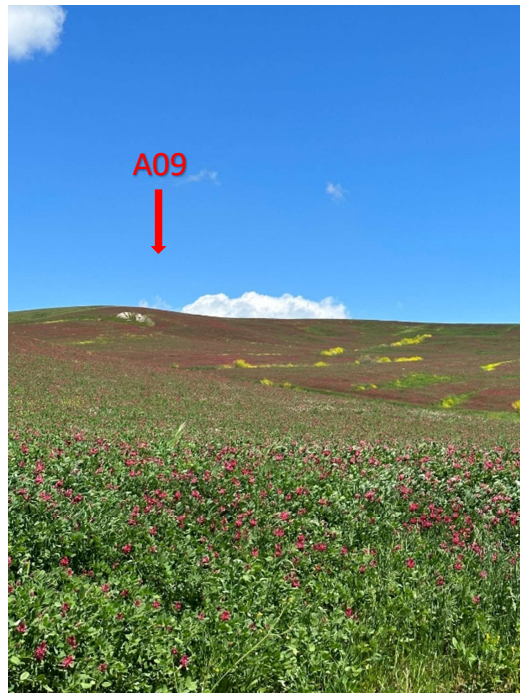
**L'aerogeneratore A07** si trova in C.da Pietra Agnello, su un rilievo collinare, in prossimità della strada statale SS624. Il sito è stato scelto per la sua particolare planarità che permetterà la realizzazione della piazzola e della pista di accesso minimizzando le opere necessarie.



**L'aerogeneratore A08** si trova in C.da Serra del Parrino, su un rilievo collinare, in prossimità della strada provinciale SP20. Questa posizione è stata scelta grazie alla sua vicinanza alla strada provinciale ed alla conformazione pianeggiante del terreno in prossimità della piazzola.



**L'aerogeneratore A09** si trova in C.da Mondello, l'area se pur interessata da rilievo collinare, risulta facilmente accessibile pertanto idonea alla realizzazione delle opere accessorie all'aerogeneratore con minimi movimenti terra.





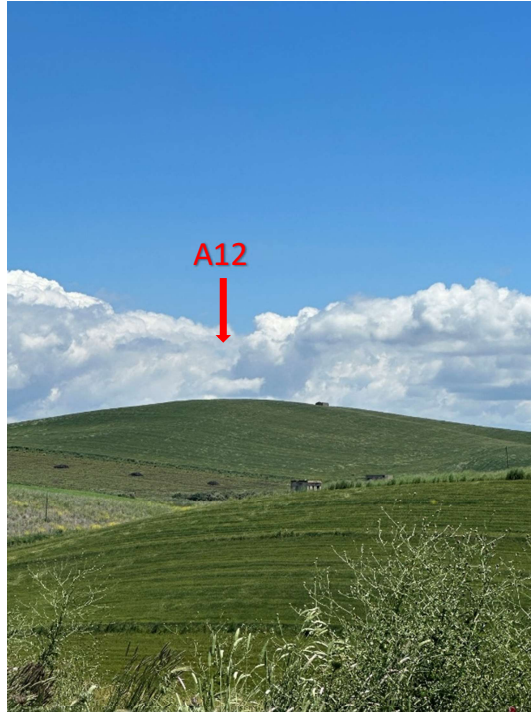
**L'aerogeneratore A10** si trova in C.da Madonna del Rosario, trovandosi sullo stesso crinale della turbina A09 anche questa posizione risulta facilmente accessibile pertanto idonea alla realizzazione delle opere accessorie all'aerogeneratore con minimi movimenti terra.



**L'aerogeneratore A11** si trova in C.da Marcanzotta, trovandosi sullo stesso crinale degli aerogeneratori A09 e A10 anche questa posizione risulta facilmente accessibile pertanto idonea alla realizzazione delle opere accessorie all'aerogeneratore con minimi movimenti terra.



**L'aerogeneratore A12** si trova in C.da Costa Lisera, su un crinale, è la turbina più a nord dell'impianto. Come è possibile desumere dalla immagine la collocazione dell'aerogeneratore con relativa piazzola è stata scelta in modo da minimizzare gli sbancamenti e l'utilizzo di suolo.



**L'aerogeneratore A13** si trova in C.da Marcanza, su un crinale, in prossimità della strada provinciale SP47. Il sito è vicinissimo alla viabilità esistente pertanto le opere necessarie all'accesso all'aerogeneratore e la piazzola sono realizzabili riducendo al minimo sbancamenti e riporti.



L'area della sottostazione elettrica si trova in C.da Pioppo, in area di campagna sebbene vicina ad alcuni fabbricati esistenti.



Il cavidotto in progetto attraversa in sette diversi punti la fascia di rispetto dei corsi d'acqua tutelati da vincolo paesaggistico. Tuttavia, il cavidotto sarà interrato sotto strada, e pertanto, non alterando il paesaggio, non la si considera un'interferenza.

#### RIPRISTINI E MITIGAZIONI AMBIENTALI

Al termine della fase di cantiere, le aree non utilizzate verranno ripristinate allo stato ex ante. Durante la fase di cantiere, il terreno di scotico escavato verrà stoccato separatamente e successivamente utilizzato per i ripristini ambientali. Per quanto possibile si privilegerà il riutilizzo in situ dei materiali profondi derivanti dagli scavi.

Per la realizzazione delle postazioni eoliche e delle relative piste d'accesso sono state prescelte, ove possibile, aree caratterizzate da uno scarso sviluppo della copertura vegetale. Le piazzole ricadranno prevalentemente in aree occupate da pascoli o ad uso seminativo. Le piste saranno ridotte al minimo per la vicinanza di diverse postazioni alla viabilità esistente. Le restanti saranno ricavate, dove possibile, attraverso l'adeguamento di strade esistenti, minimizzando in ogni caso l'espanto di alberi e le interferenze sulla vegetazione arbustiva o arborea.

Nelle aree con morfologie pianeggianti, non si prevedono, in linea generale, interventi di ripristino della copertura vegetale, ma si riterrà sufficiente un adeguato apporto di terreno vegetale, tramite il riutilizzo del suolo accantonato in seguito alle preventive operazioni di scotico. Ciò consentirà la naturale ricolonizzazione di tali superfici al termine delle fasi di cantiere e il loro naturale recupero come terreni da pascolo. Solo l'area della piazzola definitiva, di ingombro indicativo pari a circa 1500/2000 m<sup>2</sup>, sarà rivestita di materiale arido e resterà di fatto inutilizzabile ai fini agricoli fino alla dismissione dell'impianto.

Un differente tipo di intervento sarà tuttavia necessario sulle superfici soggette a più apprezzabili modifiche della morfologia. In corrispondenza degli scavi e dei riporti di terra, dove possibile, si provvederà al rimodellamento degli stessi con terreno vegetale al fine di attenuarne le pendenze. Dove tuttavia non si raggiungesse un assetto tale da consentire la stabilità delle scarpate, dette superfici saranno rivegetate con essenze arbustive spontanee, al fine di mitigare l'impatto visivo, oltre che per conseguire un'efficace stabilizzazione delle stesse.

Sulle superfici con pendenze superiori ai 30° e altezze eccedenti i 2 m, saranno messe a dimora specie tipiche delle macchie e delle garighe, allo scopo di ricreare formazioni ben inserite nel paesaggio.

Nel caso in cui le opere comportassero il danneggiamento o la rimozione della vegetazione arborea, si provvederà al reimpianto o alla sostituzione degli esemplari eliminati in aree idonee da individuarsi in accordo con le indicazioni eventualmente impartite dagli Enti e dai proprietari dei terreni interessati.

## 5 ALTERNATIVE PROGETTUALI

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

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

### ALTERNATIVA ZERO

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

I vantaggi principali dovuti alla realizzazione del progetto sono:

- Opportunità di produrre energia da fonte rinnovabile coerentemente con le azioni di sostegno che vari governi, tra cui quello italiano, continuano a promuovere anche sotto la spinta degli organismi sovranazionali che hanno individuato in alcune FER, quali l'eolico, una concreta alternativa all'uso delle fonti energetiche fossili, le cui riserve seppure in tempi medi sono destinate ad esaurirsi;
- Riduzioni di emissione di gas con effetto serra, dovute alla produzione della stessa quantità di energia con fonti fossili, in coerenza con quanto previsto, fra l'altro, dalla Strategia Energetica Nazionale e gli impegni comunitari;
- Delocalizzazione nella produzione di energia, con conseguente diminuzione dei costi di trasporto sulle reti elettriche di alta tensione;
- Riduzione dell'importazioni di energia nel nostro paese, e conseguente riduzione di dipendenza dai paesi esteri;
- Ricadute economiche sul territorio interessato dall'impianto in termini fiscali, occupazionali soprattutto nelle fasi di costruzione e dismissione dell'impianto;

- Possibilità di creare nuove figure professionali legate alla gestione tecnica del parco eolico nella fase di esercizio;

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

#### ALTERNATIVA TECNOLOGICA

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

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

- A parità di potenza installata, un impianto fotovoltaico, anche se dotato di tecnologia ad inseguitori, più produttiva, avrebbe una produzione stimata in 117 GWh/anno, inferiore seppur non di molto rispetto a quella dell'impianto in oggetto. In termini di costo dell'energia prodotta, i due impianti si equivalgono.
- Un impianto fotovoltaico di pari potenza occuperebbe una superficie di circa 88 ettari, a fronte della minima occupazione di suolo che si ha invece con la realizzazione dell'impianto eolico.

Queste invece le principali differenze in termini di impatto ambientale:

**Impatto visivo.** L'impatto visivo prodotto dall'impianto eolico interessa un'area maggiore (essendo visibile da punti molto più lontani a causa della maggiore ingombro in altezza), ma si inserisce più armoniosamente nel paesaggio (per via dell'ingombro in termini di superficie molto inferiore). Complessivamente, si può quindi considerare l'impatto visivo dell'impianto eolico maggiore.

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

L'impatto prodotto da un impianto fotovoltaico è maggiore, per via dell'alterazione sull'ecosistema introdotta dall'occupazione di una porzione di terreno così ampia.

**Uso del suolo.** L'occupazione territoriale complessiva dell'impianto eolico in fase di esercizio (solo aerogeneratori) è di circa 13 ettari, contro gli 88 ettari previsti per l'eventuale installazione dell'impianto fotovoltaico.

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

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

In definitiva possiamo concludere che, a parità di potenza installata:

- l'impianto eolico produce energia ad un costo praticamente uguale a quello dell'impianto fotovoltaico.
- L'impianto eolico produce un impatto visivo e paesaggistico superiore a quello fotovoltaico.
- L'impianto eolico presenta un impatto inferiore su flora fauna ed ecosistema.

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

## ALTERNATIVA DIMENSIONALE

In un primo layout si è ipotizzato l'utilizzo, a parità di potenza di impianto, di macchine più piccole, e cioè 20 macchine di potenza pari a 3 MW ciascuna. Ciò determinerebbe:

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

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

Per tali motivi per la realizzazione della centrale eolica di progetto, si è scelto di prevedere l'installazione di aerogeneratori di grande taglia con potenza unitaria pari a 4,5 MW.

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

## ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE

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

- disposizione delle macchine a mutua distanza sufficiente a non ingenerare o minimizzare le diminuzioni di rendimento per effetto scia;
- orografia/morfologia del sito;
- sfruttamento di strade, piste, sentieri esistenti;
- minimizzazione degli interventi sul suolo;
- lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, per quanto possibile, l'orografia propria del terreno;
- impatto paesaggistico, distanze dai centri abitati;
- disposizioni normative vigenti.

Sono state prese in considerazione due alternative localizzative una areale ed una puntuale:

**Alternativa 1: (areale):** era un'area posta alla latitudine 37.861441 e longitudine 13.111684, ricadente nel comune di Monreale, con quote, sopra il livello del mare, superiori al sito scelto per cui verosimilmente in esso la risorsa anemologica avrebbe espresso valori superiori. Tale area è stata esclusa data la prossimità di un sito di interesse archeologico denominato "Monte Maranfusa", per l'impianto ne cui avrebbe alterato l'identità paesaggistica.

**Alternativa 2 (puntuale):** è relativa alla localizzazione puntale di una singola turbina, più nel dettaglio si tratta della A02, che era stata pensata ad una quota superiore (351m vs 322m s.l.m.), ma la posizione è stata esclusa per non avvicinarsi al Ponte Calatrasi.

Si riporta di seguito lo schema riassuntivo delle principali caratteristiche considerate nel valutare i progetti, fornendo per ciascuna una valutazione qualitativa con un giudizio numerico u di una scala tra - 10 e + 10.

Fattori	Alternativa	Alternativa	Progetto
	TECNOLOGICA	DIMENSIONALE	
Impatto sulla popolazione	3	2	3
Impatto paesaggistico	-4	-5	-4
Impatto su flora/fauna/ecosistemi	-3	-1	-1
Impatto sulla qualità dell'aria	10	10	10
Consumo di suolo	-3	0	0
Interferenze con infrastrutture esistenti	0	0	0
Benefici energetici	5	5	7
<b>TOTALE</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>15</b>