

REGIONE BASILICATA
Comuni di Banzi e Palazzo San Gervasio (PZ)



Parco Eolico Piano delle Tavole

Studio di Progettazione

Energheia s.r.l.

Via Isabella Morra, 3 - 85029 Venosa (PZ)

PROGETTO DEFINITIVO

DATA : Dicembre 2010

AGGIORN. :

ALLEGATO

A.17.c

SIA - Quadro di Riferimento Progettuale

SCALA :

VRG WIND 127 Srl



I REDATTORI DEL S.I.A.

ing. Egidio COMODO
ing. Giovanni SANTARSIERO
geol. Raffaele NARDONE

Referenti: Ing. Fedele Manolo FIORINO
Geom. Michele BENEDETTO

Questo elaborato è di proprietà di Veronagest SpA ed è protetto o termini di legge

INDICE

INDICE	2
1. INTRODUZIONE.	1
2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO.	1
3. LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA.	4
3.1. AMBITO TERRITORIALE INTERESSATO DAL PROGETTO.	4
3.2. DESCRIZIONE DEL SITO D'INTERVENTO.	7
3.2.1. DESCRIZIONE DEI CRITERI UTILIZZATI PER LA DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO.	14
4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.	22
4.1. OPERE PROVVISORIALI.	27
4.2. OPERE CIVILI DI FONDAZIONE.	28
4.3. ATTIVITÀ DI MONTAGGIO.	28
4.4. CAVIDOTTI E RETE ELETTRICA INTERNA AL PARCO.	29
4.5. VIABILITÀ, PIAZZALI DI SGOMBERO.	29
4.6. CAVIDOTTI DI COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE.	31
4.7. LA STAZIONE ELETTRICA.	31
4.8. DISPONIBILITÀ AREE ED INDIVIDUAZIONE INTERFERENZE.	31
4.8.1. CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE E DEGLI ENTI GESTORI.	32
4.8.2. ACCERTAMENTO DI EVENTUALI INTERFERENZE CON STRUTTURE ESISTENTI.	32
5. VALUTAZIONI SULLA SICUREZZA DELL'IMPIANTO.	34
5.1. ASPETTI RIGUARDANTI L'IMPATTO ACUSTICO, GLI EFFETTI DI SHADOW-FLICKERING E LA ROTTURA ACCIDENTALE DEGLI ORGANI ROTANTI.	35
6. RELAZIONE SULLA FASE DI CANTIERIZZAZIONE.	38
6.1. SCAVI E SBANCAMENTI.	38
6.2. VIABILITÀ DI ACCESSO AI CANTIERI E VALUTAZIONE DELLA SUA ADEGUATEZZA, IN RELAZIONE ANCHE ALLE MODALITÀ DI TRASPORTO DELLE APPARECCHIATURE.	39

6.3. MONTAGGIO DELLE APPARECCHIATURE.	42
6.4. EVENTUALE PROGETTAZIONE DELLA VIABILITÀ PROVVISORIA.	43
6.5. DESCRIZIONE DEL RIPRISTINO DELL'AREA CANTIERE.	43
<u>7 RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO.</u>	<u>44</u>
7.1. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.	44
7.2. POTENZA DELL'IMPIANTO .	45
7.3. DISPOSIZIONE E ORIENTAMENTO DEGLI AEROGENERATORI.	46
7.4. DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE.	47
7.4.1. ROTORE.	49
7.4.2. SISTEMA DI TRASMISSIONE.	49
7.4.3. SISTEMA DI FRENATURA.	50
7.4.4. SISTEMA DI ORIENTAMENTO.	51
7.4.5. SBARRE CONDUTTRICI.	51
7.4.6. TORRE.	52
7.4.7. UNITA' DI CONTROLLO E POTENZA.	52
<u>8 SCHEMATIZZAZIONE E MODELLAZIONE STRUTTURALE DEL TERRENO E DEI MATERIALI.</u>	<u>55</u>
8.1. MODELLO STRUTTURALE.	56
8.1.1. I NODI.	57
8.1.2. I CARICHI.	58
8.1.3. GLI ELEMENTI FINITI.	58
8.2. PRESTAZIONI DI PROGETTO, CLASSE DELLA STRUTTURA, VITA UTILE E PROCEDURE DI QUALITÀ.	62
8.3. TIPO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI.	63
8.3.1. CALCESTRUZZI.	63
8.3.2. DOSATURA DEI MATERIALI.	63
8.3.3. QUALITÀ DEI COMPONENTI.	64
8.3.4. PRESCRIZIONE PER INERTI.	64
8.3.5. PRESCRIZIONE PER IL DISARMO.	64
<u>9. CALCOLO DELLA GITATTA MASSIMA DOVUTA AL DISTACCO DELLA PALA.</u>	<u>67</u>
9.1. – <i>PROBABILITÀ DI DISTACCO.</i>	68
9.2. – <i>AREA DI IMPATTO NELL'INTORNO.</i>	68

9.3. – <i>PROBABILITÀ DI RISCHIO REALE NELL'INTORNO.</i>	69
9.4. – <i>RISCHIO PER FATTORE UMANO.</i>	70
9.5. – <i>CONCLUSIONI.</i>	71
<u>10. DATI ANEMOMETRICI.</u>	<u>72</u>
10.1. STAZIONE ANEMOMETRICA.	73
<i>10.1.1. – ANEMOLOGIA.</i>	78
<i>10.1.2. – ANALISI OROGRAFICA.</i>	81
<i>10.1.3. – SINTESI SULLA METODOLOGIA DI ELABORAZIONE POST – ANEMOLOGICA.</i>	83
<i>10.1.4. – ESTRAPOLAZIONE DATI DI PRODUCIBILITÀ P50.</i>	83
<i>10.1.5. – CRITERI PIEAR.</i>	85
<u>11. CICLO DI VITA DELL'IMPIANTO.</u>	<u>87</u>
11.1. PIANO DI MANUTENZIONE E GESTIONE.	87
11.2. SISTEMA DI GESTIONE DELL'IMPIANTO.	89
11.3. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.	94
<u>12. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO.</u>	<u>95</u>
12.1. PROCEDIMENTO DI SMONTAGGIO.	95
12.2. ANALISI PUNTUALE PER SINGOLO/MACRO COMPONENTE	97
12.3. QUANTIFICAZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE.	108
12.4. GESTIONE COSTI DI DISMISSIONE IMPIANTO.	112
<u>13. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO ED AUTORIZZATIVO.</u>	<u>116</u>

1. INTRODUZIONE.

Il Quadro di riferimento progettuale contiene:

- La descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto e delle esigenze di utilizzazione del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;
- La descrizione delle principali caratteristiche dei processi produttivi, con l'indicazione della natura e della quantità dei materiali impiegati;
- La descrizione della tecnica prescelta, con riferimento alle migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi, e delle altre tecniche previste per prevenire le emissioni degli impianti o per ridurre l'utilizzo delle risorse naturali, confrontando le tecniche prescelte con le migliori tecniche disponibili;
- La valutazione del tipo e della quantità dei residui e delle emissioni previste (quali inquinamento dell'acqua, dell'aria e del suolo, rumore, vibrazioni, luce, calore, radiazioni, ecc.) risultanti dalla realizzazione e dalle attività del progetto proposto;
- La descrizione delle principali soluzioni alternative possibili, inclusa l'alternativa zero, con indicazione dei motivi principali della scelta compiuta, tenendo conto dell' "impatto sull'ambiente";
- Il quadro Normativo di riferimento.

2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO.

Il progetto del Parco Eolico "PIANO DELLE TAVOLE", situato nei comuni di Banzi e Palazzo San Gervasio, prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica costituito da n. 18 aerogeneratori (11 ricadenti nel comune di Banzi, e 7 nel comune di Palazzo San Gervasio) modello **REpower MM92evo**, di potenza unitaria pari a **2,05 MW**, per un totale di **36,9 MW**.

Il progetto prevede l'adeguamento di tratti di strada esistenti, in particolare Strade Comunali, e la realizzazione di una nuova viabilità a servizio degli aerogeneratori di progetto, ossia di una rete viaria interna al parco che si snoderà seguendo lo sviluppo degli esistenti tratturi non vincolati dalla Soprintendenza. Nello specifico tali interventi di adeguamento e di realizzazione stradali ricadono sia nel Comune di Banzi sia in quello di Palazzo San Gervasio.

La mappa della producibilità specifica dell'Atlante CESI, colloca il territorio nel quale sono ubicati gli aerogeneratori (figura 2.1.) nell'ordine dei 2000-2500 MWh annui per MW di potenza installata.

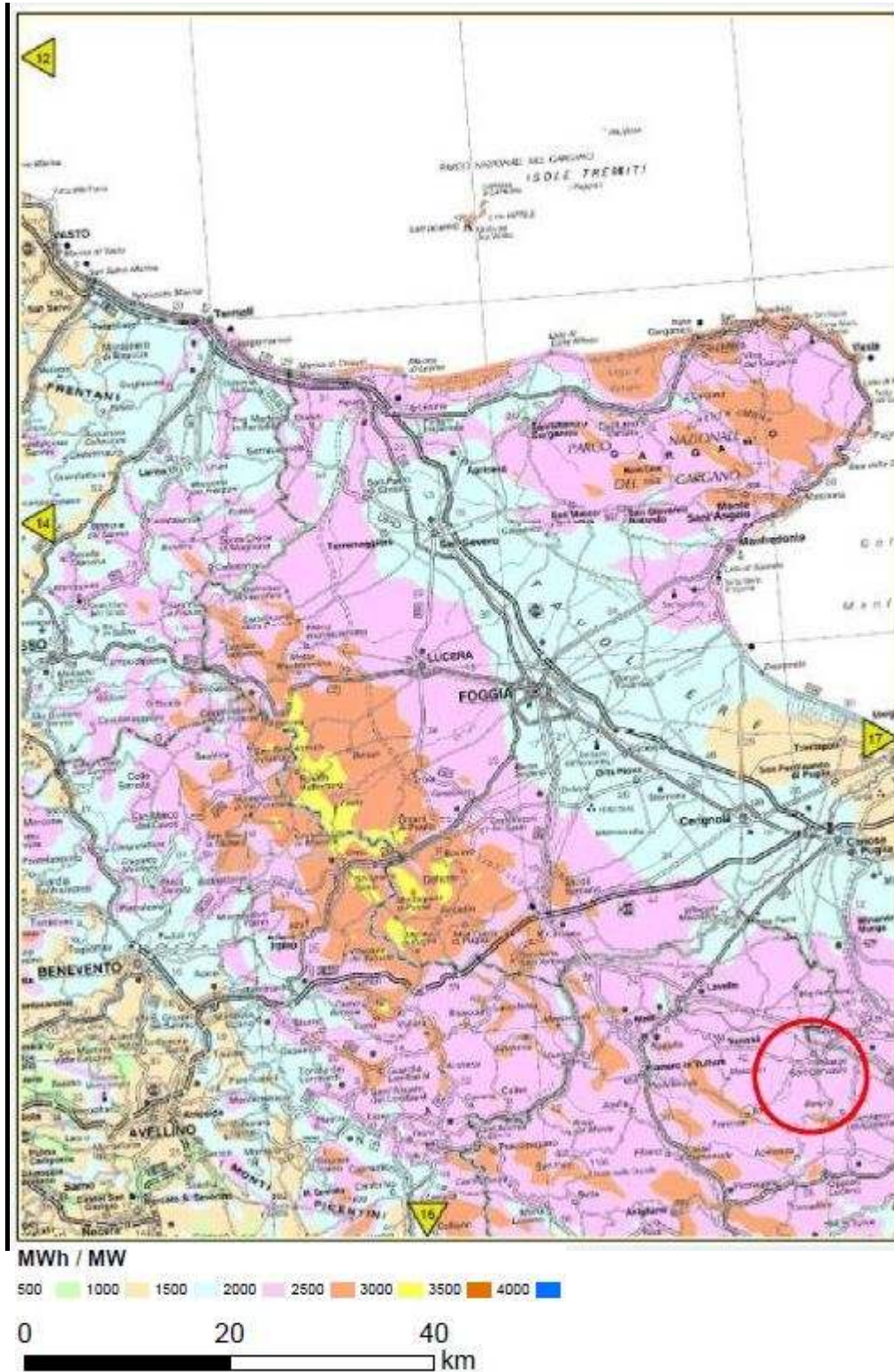


Figura 2.1. – Mappa della producibilità specifica a 50 m s.l.t. (Fonte: tavola 15d dell'atlante eolico).

L'impianto è costituito da n. 18 aerogeneratori di potenza unitaria pari a **2,05 MW** con una producibilità energetica stimata di 83 GWh/anno, corrispondente ad una producibilità media annua di 2250 ore equivalenti nette.

Nota la producibilità, si calcola la densità volumetrica¹ (Ev), così come richiesto dal Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (P.I.E.A.R.), Appendice A, paragrafo 1.2.1.3., approvato con Legge Regionale del 19 gennaio 2010, n. 1.

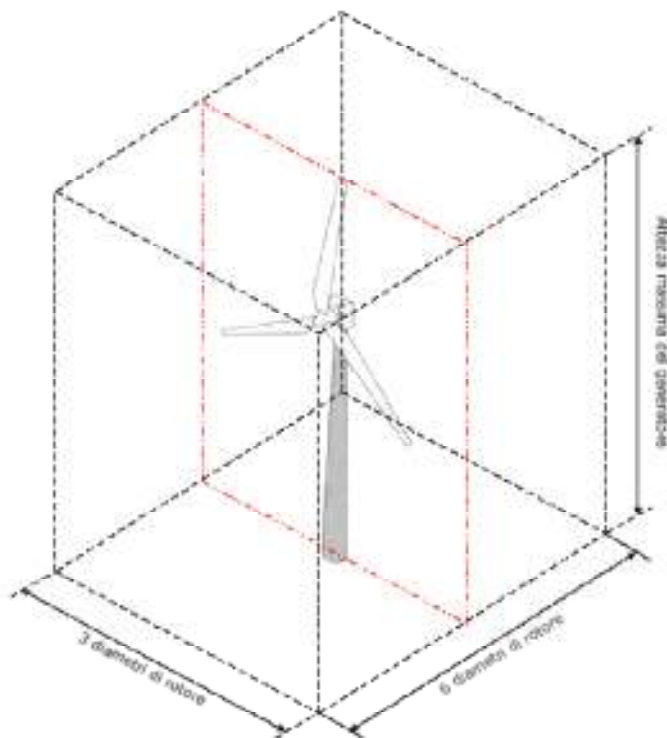


Figura 2.2. – Vista prospettica dell'aerogeneratore.

Per il Parco Eolico "PIANO DELLE TAVOLE" il valore di densità volumetrica stimata è pari a 0,204 kWh/anno * m³.

¹ Si definisce densità volumetrica il rapporto fra la stima della produzione annua di energia elettrica dell'aerogeneratore espressa in chilowattora anno (kWh/anno), e il volume del campo visivo occupato dall'aerogeneratore, espresso in metri cubi, e pari al volume del parallelepipedo di lati 3D, 6D e H, dove D è il diametro del rotore e H è l'altezza complessiva della macchina (altezza del mozzo + lunghezza della pala).

3. LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA.

3.1. Ambito territoriale interessato dal progetto.

L'ambito territoriale, inquadrato nell'intera regione Basilicata, interessato dal progetto del parco eolico "PIANO DELLE TAVOLE" ubicato nei comuni di Banzi e Palazzo San Gervasio è rappresentato in figura 3.1.,

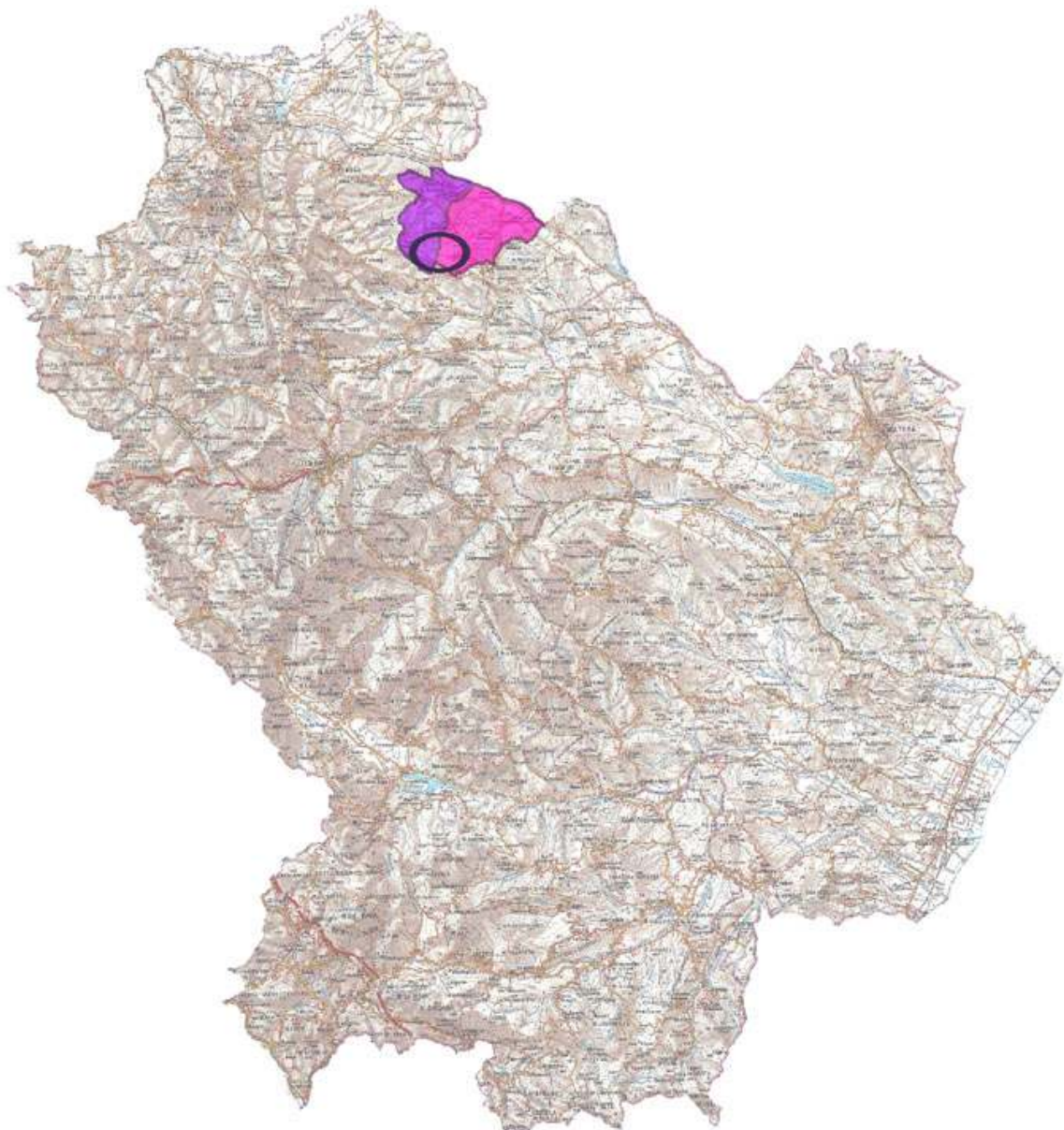


Figura 3.1. – Inquadramento Regionale dei comuni di Banzi e Palazzo San Gervasio.

mentre il solo parco eolico, con un maggior dettaglio su base cartografica IGMI 1:25.000, è illustrato in figura 3.2.

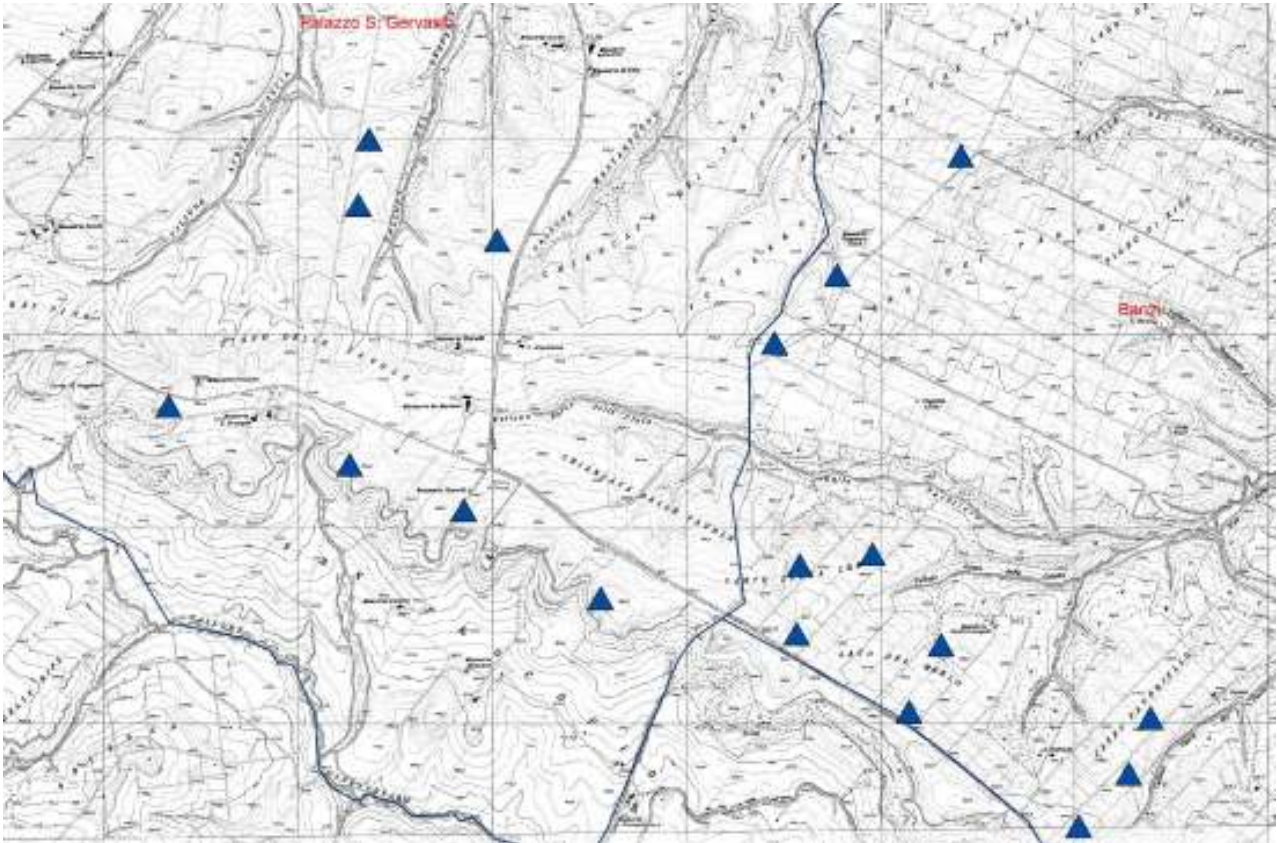


Figura 3.2. – Inquadramento del Parco Eolico nei comuni di Banzi e Palazzo San Gervasio.

Banzi e Palazzo S. Gervasio sono inquadrati nell'“AREA VULTURE ALTO BRADANO” che interessa buona parte della zona nord della Basilicata e confina con le Regioni Puglia e Campania: localizzata nella parte settentrionale della Basilicata, costituisce un comparto territoriale di assoluto rilievo sotto il profilo agricolo, e rappresenta uno dei territori a maggior valenza di sviluppo in ambito Regionale.



Figura 3.3. – Inquadramento territoriale per i Comuni di Banzi e Palazzo San Gervasio.

Il territorio si estende su una superficie complessiva di circa 1.136,54 Km²: nella parte settentrionale è delimitato dal fiume Ofanto, che segna il confine regionale, ad ovest con la Campania e ad est con la Puglia, e nella parte meridionale dal fiume Bradano. L'Ofanto, con i suoi affluenti, costituisce essenzialmente il sistema idrografico dell'area, con il bacino della fiumara di Atella nella parte sud-ovest e della fiumara Arcidiaconata (che diventa torrente Oliveto dopo la confluenza nella fiumara di Venosa) a nord-ovest.

3.2. Descrizione del sito d'intervento.

L'impianto si estende per una superficie complessiva di circa 8,43 kmq. Quest'ultima è stata computata prendendo in considerazione l'area racchiusa dal poligono avente come vertici le coordinate planimetriche degli aerogeneratori di progetto.

A tal proposito vengono riportate le coordinate planimetriche delle stesse adottando il sistema di riferimento Gauss Boaga – Roma 40 fuso est, riportando anche la posizione dell'anemometro.

NOME PUNTO	NORD [m]	EST [m]	QUOTA ELLISSOIDICA (HAYFORD) [m.s.l.m.]
Anemometro	4523200,8	2601428,4	596
A1	4525999,4	2599363,5	522
A2	4525661,8	2599308,1	532
A3	4524632,6	2598329,5	582
A4	4525482,2	2600023,9	542
A5	4524331,1	2599263,3	577
A6	4524098,3	2599852,4	578
A7	4525936,9	2602429,6	526
A8	4525301,8	2601776,3	540
A9	4524956,6	2601451,9	550
A10	4523646,5	2600556,9	590
A11	4523871,3	2601957,5	570
A12	4523815,0	2601583,9	575
A13	4523464,1	2601566,7	584
A14	4523406,8	2602311,2	577
A15	4523064,0	2602146,1	593
A16	4523032,6	2603390,0	585
A17	4522747,0	2603279,1	588
A18	4522477,7	2603021,2	605

Tabella 3.1. – Ubicazione planimetria e altimetrica dell'anemometro e degli aerogeneratori di progetto, con riferimento al sistema di riferimento Gauss – Boaga – Roma 40, per le coordinate piane, e all'ellissoide di Hayford, per le quote.

Gli aerogeneratori sono stati posizionati in aree che non rientrano nei siti non idonei così come definiti dal PIEAR, e non sono ubicati in aree di valore naturalistico, paesaggistico ed ambientale.

Descrizione delle reti infrastrutturali esistenti

Le reti infrastrutturali esistenti nell'area d'intervento sono:

1. di tipo viario. Sono da annoverare la *S.P. 8*, la *Strada Consorziale San Procopio* e le strade comunali ed i tratturi non vincolati dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio;
2. Elettrodotto. Le linee che attraversano l'area del parco eolico sono sia in BT/ MT che in AT (Maschito – Forenza);
3. Rete telefonica su palo.

Descrizione della viabilità di accesso all'area

Il Parco Eolico "PIANO DELLE TAVOLE" è ubicato nei comuni di Banzi e Palazzo San Gervasio, in località "Valle Nocellard".

La viabilità interessata dal parco eolico è di tipo provinciale e comunale, così come detto in precedenza.

La viabilità comunale all'interno del parco si presenta in condizioni variegata. In particolare alcune delle strade comunali risultano essere idonee, in termini di pendenze e di raggi di curvatura, al transito dei mezzi che dovranno trasportare i componenti degli aerogeneratori durante la fase di installazione degli aerogeneratori.

Altre strade comunali di tale viabilità, invece, non risultano adeguate, per dimensioni, al transito di mezzi eccezionali e, pertanto, le stesse saranno oggetto di interventi di adeguamento quali:

- allargamento della sede stradale, da 2.50 metri circa a 6.00;
- aumento del raggio di curvatura, il quale in nessun caso sarà inferiore a 32 metri.

Per quanto riguarda le pendenze, tutte le strade risultano avere una pendenza inferiore al 10%, per cui gli adeguamenti previsti non comporteranno modifiche del profilo longitudinale, e quindi verranno conservate le pendenze, del tracciato stradale esistente.

Infine la viabilità del parco prevede anche la progettazione di strade nuove che consentiranno l'accesso alle piazzole a servizio degli aerogeneratori.



Figura 3.4. – Viabilità Principale e Secondaria di accesso all'area.



Figura 3.5. – Viabilità Principale e Secondaria di accesso all'area.



Figura 3.6. – Particolare viabilità di accesso all'area.



Figura 3.7. – Particolare viabilità di accesso all'area.



Figura 3.8. – Particolare viabilità di accesso all'area.



Figura 3.9. – Particolare viabilità di accesso all'area.



Figura 3.10. – Particolare viabilità di accesso all'area.



Figura 3.11. – Particolare viabilità di accesso all'area.

Sulla base delle suddette specifiche è possibile affermare che la viabilità esistente è adatta e/o facilmente adattabile al transito dei mezzi eccezionali.

Durante la fase di esercizio le reti esterne che dovranno essere utilizzate per garantire il soddisfacimento delle esigenze connesse all'esercizio dell'intervento di che trattasi sono:

- ✓ rete elettrica;
- ✓ rete infrastrutturale stradale;
- ✓ rete telefonica GSM/UMTS.

La rete elettrica presente in situ è rappresentata dalla Maschito – Forenza con un voltaggio di 150 kV; detta linea verrà utilizzata per immettere l'energia elettrica prodotta dal Parco Eolico; tuttavia , per non sovraccaricarla eccessivamente, TERNA, la società che gestisce la RTN, ha imposto la realizzazione di un ulteriore raccordo AT in 150 kV che colleghi la predetta linea alla linea Matera – Santa Sofia, raccordo quest'ultimo, che è dunque parte integrante del presente progetto in quanto strettamente necessario all'esercizio del Parco eolico.

In merito all'idoneità delle rete infrastrutturale stradale esistente si rappresenta che dettagli maggiori sono riportati nei paragrafi seguenti.

Si utilizzerà la rete telefonica esistente sul territorio perché a servizio delle masserie disperse nell'area. Qualora non ci fosse tale possibilità, si procederà con una trasmissione GSM/UMTS.

3.2.1. Descrizione dei criteri utilizzati per la definizione dell'intervento.

I criteri utilizzati per definire le aree interessate dalle opere di progetto sono diversi. In particolare, è stato fatto, preliminarmente, un lavoro, di monitoraggio anemometrico dell'area, di censimento dei vincoli presenti nella zona, di localizzazione della viabilità pubblica presente nell'area, e, subordinatamente, di verifica della disponibilità dei suoli da parte dei privati.

Il monitoraggio anemometrico ha portato a individuare alcune aree ritenute idonee alla produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, creando un primo filtro che ha portato a escludere talune zone a discapito di altre in quanto più esposte al vento.

Il censimento dei vincoli di natura ambientale, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico artistico ha portato a localizzare aree che sono state giudicate non idonee per lo scopo di che trattasi, nonostante alcune delle stesse abbiano avuto giudizio positivo a valle del monitoraggio anemometrico di cui al precedente capoverso.

Successivamente è stata fatta una verifica sul campo, andando a verificare la litologia e l'idrografia presente nell'area, privilegiando aree sulle quali affiorano terreni o rocce stabili e sulle quali sussiste una scarsa probabilità di inondazione.

Inoltre, è stato eseguito un lavoro di verifica del tipo di viabilità presente nell'area, privilegiando aree sulle quali gravano strade non a scorrimento veloce, per evitare che alcune opere di progetto (es. cavidotti) andassero a intaccare tali strade, creando congestioni di traffico durante la fase di cantierizzazione. Infine, è stata fatta una verifica sulla disponibilità dei terreni da parte dei privati a seguito del quale si è proceduto alla stipula notarile dei contratti preliminari.

Quest'analisi multicriteriale ha portato all'individuazione delle zone da destinare alla ubicazione degli aerogeneratori, risultando, pertanto, quella che, a giudizio della società proponente, ha un impatto sull'ambiente circostante più basso delle altre soluzioni prese in considerazione.

Metodologia utilizzata per l'inserimento del parco eolico sul territorio

Per il posizionamento degli aerogeneratori (layout d'impianto), determinato in base alle caratteristiche anemologiche del sito, sono state analizzate numerose ipotesi ricercando anzitutto il rispetto dei vincoli posti dal PIEAR circa i livelli di pressione sonora (impatto acustico) e quindi la soluzione capace di garantire il migliore compromesso tra impatto paesaggistico e produzione energetica.

Il risultato del lavoro, le cui soluzioni tecniche sono esposte nel seguito della presente relazione, ha portato alla definizione di un layout costituito da n° 18 aerogeneratori di potenza

unitaria pari a 2,05 MW, con altezza al mozzo di 100 m e diametro rotore di 92,5 m, per complessivi 36,9 MW.

Il presente paragrafo ha l'obiettivo di illustrare il rispetto dei suddetti criteri d'inserimento.

Nello specifico i criteri generali ed i vincoli principali, sia di natura tecnica che amministrativa, osservati nella definizione del layout sono stati i seguenti:

1. anemologia in proiezione con una velocità media del vento di 6,5 m/s a 80 m dal suolo;
2. interdistanza tra i vari aerogeneratori, al fine di evitare l'*Effetto Selva* ed ottemperare i parametri imposti dal PIEAR;
3. distanza dai centri abitati: maggiore di 1000 m;
4. distanza da fabbricati abitati preesistenti: maggiore di 500 m;
5. distanza da fabbricati non abitati o in rovina: maggiore di 300 m (gittata massima e tutela dell'effetto di Shadow-Flickering);
6. orografia/morfologia del sito: si sono evitate zone franose attraversando i versanti lungo le linee di massima pendenza e posizionati gli aerogeneratori su versanti con pendenza inferiore al 15%;
7. idrografia del sito: si sono evitate zone allagabili, posizionando gli aerogeneratori ad una opportuna distanza dai compluvi, individuabili sulla cartografia tecnica come linee blu (reticolo idrografico);
8. minimizzazione degli interventi sul suolo: individuare siti facilmente ripristinabili alle condizioni morfologiche iniziali;
9. sfruttamento di percorsi e/o sentieri esistenti: lunghezze e pendenze delle livellette stradali tali da seguire, per quanto possibile, l'orografia propria del terreno, considerando anche le pendenze superabili dai mezzi di trasporto;
10. strade con larghezza di norma di circa 5,00 metri più due banchine laterali di 0,5 metri;
11. si è cercato di evitare, ove possibile, le aree di rispetto delle sorgenti e delle cisterne a cielo aperto;
12. evitare zone boscate;
13. riduzione della parcellizzazione della proprietà privata e pubblica, attraverso l'utilizzo di corridoi di servitù già costituite da infrastrutture esistenti.

Sulla base dei criteri sopra descritti, attraverso indagini e sopralluoghi in situ, sono state ipotizzate diverse configurazioni dell'impianto raggiungendo, attraverso un esame delle diverse soluzioni progettuali di installazione possibili, una soluzione progettuale ad ottimizzazione dell'iniziativa.

Per quanto riguarda ipotesi alternative progettuali di collocazione dell'impianto, è doveroso precisare che gli interventi relativi alle stesse sarebbero andate ad incidere su aree naturalisticamente più importanti o su aree troppo prossime ad altri impianti esistenti o, ancora, in vicinanza di strade statali e provinciali.

La soluzione proposta per la disposizione dell'impianto deriva dalla scelta fra le alternative più idonee a garantire una buona produttività compatibilmente con l'ambiente circostante.

Dall'esame dei diversi criteri di localizzazione possibile, diversi per disposizione delle macchine e per densità delle stesse, risultano varie tipologie possibili di seguito riassunte (figura 3.12.) al fine di meglio giustificare la configurazione prescelta:

- ✓ disposizione su reticolo quadrato o romboidale (fig.1);
- ✓ disposizione su una unica fila (fig.2a);
- ✓ disposizione su file parallele (fig. 2b);
- ✓ disposizione su file incrociate (croce di S. Andrea);
- ✓ disposizione risultante dalla combinazione e/o sovrapposizione delle precedenti tipologie;
- ✓ disposizione apparentemente casuale (fig. 2c).

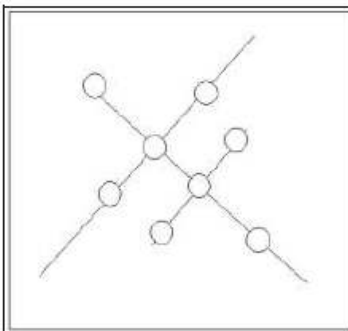


Figura 1 : disposizione su reticolo quadrato o romboidale (tipologia "1")

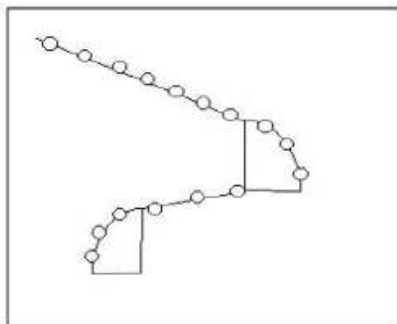


Figura 2a) Wind Farm di tipologia con linea portante rettilinea a tratti raccordati)

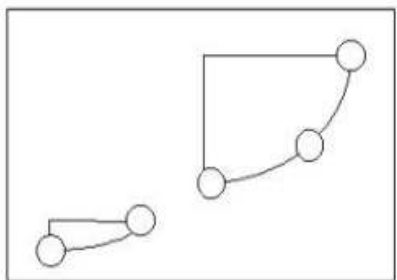


Figura 2 b) Wind Farm di Vindeby tipo3;

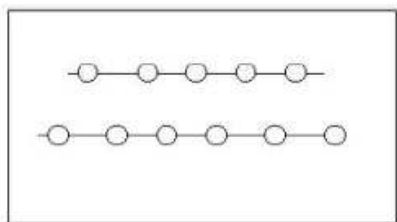


Figura 2 c) Wind Farm di Masnedo tipo6

Figura 3.12. – Schema tipologie di installazione impianti.

La prima tipologia è caratteristica delle installazioni più vecchie, mentre l'ultima è caratterizzata da disposizioni in pianta secondo linee e figure molto articolate e si presta alle installazioni in ambiente con orografia complessa. Le file possono risultare con un minor numero di elementi in larghezza nella forma detta di "pine-tree array".

L'interdistanza fra gli aerogeneratori può variare da $(3 \div 5) \cdot D$ a $(5 \div 7) \cdot D$, dove D il diametro del cerchio descritto dalle pale nella loro rotazione, a seconda se si tratti della distanza entro le file parallele alla direzione dominante del vento o tra file poste con angolature diverse. Tale dato, tuttavia, non è vincolante, in quanto l'interdistanza definitiva viene prescelta in base a precise simulazioni puntuali di interferenza.

Il campo eolico in oggetto risulta appartenere al primo layout rappresentato in figura 3.12, con una gestione ottimale delle viste, un'armonizzazione con l'orografia e la minimizzazione dell'impatto sulla fauna.

Dai risultati delle analisi per le diverse soluzioni alternative la scelta presentata è risultata come la più opportuna sotto molteplici aspetti:

- ✓ Produttività: le analisi matematiche relative alla ventosità del sito lo propongono come ottimale rispetto ad aree contigue;
- ✓ Impatto sull'ambiente e aspetto paesaggistico: l'analisi dei vincoli ha evidenziato che i siti interessati risultano essere le aree migliori dei due territori comunali per la localizzazione di un impianto eolico, sia sotto l'aspetto ambientale che paesaggistico. Inoltre la disposizione delle macchine su fila unica a gruppi risulta di minimo impatto per la fauna locale per via dei corridoi trasversali che si producono.
- ✓ Metodo di confronto: non si è potuto procedere, sulla sola base di quanto detto prima, ad un confronto approfondito fra le varie alternative, in quanto il progetto è stato sviluppato completamente solo nella versione proposta per le autorizzazioni.
- ✓ Risultati del confronto: le ragioni di maggior valore ambientale della disposizione adottata messe in evidenza dal confronto giustificano in linea di massima, la scelta presa.

Il parco eolico in progetto risulta:

- ✓ compatibile con gli strumenti di pianificazione esistenti generali e settoriali d'ambito regionale e locale, anche ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999;
- ✓ compatibile con le esigenze di fabbisogno energetico e di sviluppo produttivo della regione;
- ✓ coerente con le esigenze di diversificazione delle fonti primarie e delle tecnologie produttive;
- ✓ concepito con un grado di innovazione tecnologica, con particolare riferimento al rendimento energetico ed al livello di emissioni dell'impianto proposto;
- ✓ utilizzare le migliori tecnologie ai fini energetici ed ambientali;
- ✓ minimizzare i costi di trasporto dell'energia;
- ✓ ottimizzato ai fini dell'impatto ambientale delle nuove infrastrutture di collegamento dell'impianto proposto alle reti esistenti;
- ✓ compatibile con l'adozione di scelte rivolte a massimizzare le economie di scala, semplificando anche la ricerca del punto di connessione alla rete elettrica;
- ✓ concepito dando priorità alla valorizzazione e riqualificazione delle aree territoriali interessate compreso il contributo allo sviluppo ed all'adeguamento della forestazione ovvero tutte le altre misure di compensazione delle criticità ambientali territoriali assunte anche a seguito di eventuali accordi tra il proponente e l'Ente.

Le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti e i criteri di progettazione delle strutture e degli impianti

Per quanto concerne le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali utilizzati per la realizzazione degli aerogeneratori si rappresenta quanto segue.

Le fondazioni delle torri saranno costituite da platee in cemento armato di idonee dimensioni poggianti direttamente sulla roccia fondale, se presente, oppure su pali in c.a. gettati in opera.

Sulla scorta dei valori di sollecitazione che gli aerogeneratori trasmettono alle fondazioni e dei valori medi di portanza dei terreni, sono stati previsti plinti di fondazione in calcestruzzo armato. Saranno dimensionati per resistere agli sforzi di ribaltamento e slittamento prodotti dalle forze agenti sulla torre. Essendo condizionante l'azione di ribaltamento essi saranno del tipo snello di grande dimensione in pianta ed altezza ridotta. Sui plinti saranno disposte le piastre di ancoraggio al quale verranno imbullonate le basi delle torri. I plinti saranno in calcestruzzo **R'ck 300**, comunque non inferiore a **Rck 300, di forma quadrata con lato di 16 m.**

In prossimità di ogni aerogeneratore, sarà costruita una piazzola orizzontale a servizio dello stesso, in cui, in fase di costruzione del parco sarà posizionata la gru necessaria per sollevare gli elementi di assemblaggio degli aerogeneratori.

Le piazzole saranno realizzate con materiali selezionati dagli scavi, adeguatamente compattate anche per assicurare la stabilità della gru. In corrispondenza di ogni aerogeneratore saranno realizzate delle piazzole di servizio per il posizionamento della gru di sollevamento e montaggio dell'aerogeneratore delle dimensioni di circa 40 m x 45 m. Tali piazzole verranno utilizzate solo in fase di montaggio e, successivamente, per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

La viabilità da adeguare e da realizzare interna al parco consiste in una serie di strade e di piazzole al fine di raggiungere agevolmente tutti i siti in cui saranno sistemati gli aerogeneratori.

Tale viabilità interna sarà costituita da alcune strade interpoderali già esistenti e da nuove strade da realizzare. Per le strade interpoderali esistenti, le opere previste consistono nell'adeguamento di alcuni tratti della sede stradale per la circolazione degli automezzi speciali necessari al trasporto degli elementi che compongono l'aerogeneratore.

Gli adeguamenti suddetti prevedono dei raccordi agli incroci di strade e nei punti di maggiore deviazione della direzione stradale e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza.

A tal fine, le opere edili prevedono l'asportazione, lateralmente alle strade, dello strato superficiale di terreno vegetale per consentire la realizzazione di un adeguato sottofondo di materiale calcareo e di un sovrastante strato di stabilizzato.

Lo spandimento dello strato di stabilizzato sarà effettuato come intervento di manutenzione ordinaria anche su tutto il tratto della strada interpodereale interessato dalla circolazione dei suddetti automezzi speciali.

Per le nuove strade interne da realizzare nel parco eolico occorre distinguere il caso in cui tali strade interessano terreni coltivati da quello di terreni incolti e rocciosi.

Nel primo caso, per la realizzazione delle strade sono previste le stesse opere edili necessarie per l'adeguamento delle strade interpoderali già esistenti e sopra riportate, mentre nel secondo caso, in presenza di terreni incolti e rocciosi, si prevede la regolarizzazione del piano stradale e l'utilizzo di solo stabilizzato.

Inoltre, per ridurre il fenomeno dell'erosione delle nuove strade, causato dalle acque meteoriche, lungo i cigli delle stesse sono previste delle fasce di adeguata larghezza, realizzate con materiale lapideo di idonea pezzatura, che oltre a consentire il drenaggio delle acque meteoriche verso l'impluvio più vicino.

Per la realizzazione delle piazzole vale quanto detto per le nuove strade interne al parco eolico relativamente ai due casi esaminati.

Tutte le nuove piste saranno in futuro solo utilizzate per la manutenzione degli aerogeneratori, chiuse al pubblico passaggio (ad esclusione dei proprietari), e saranno realizzate seguendo l'andamento topografico esistente in loco, cercando di ridurre al minimo eventuali movimenti di terra, utilizzando come sottofondo materiale calcareo o simile e rifinendole con una pavimentazione stradale a macadam.

Le reti principali dell'impianto sono costituite da cavi unipolari per il collegamento degli aerogeneratori alle cabine di smistamento e da queste alla sottostazione.

La rete elettrica in MT sarà realizzata con cavi unipolari in alluminio, in formazione a trifoglio ad elica visibile, del tipo ARE4H1RX-12/30 KV e giunti con muffe a colata di resina.

Gli scavi saranno ripristinati, previa formazione di un letto di sabbia in corrispondenza dei due suddetti cavidotti, con riempimento di misto granulare stabilizzato.

Saranno infine posizionati pozzetti prefabbricati di ispezione in cls, per la manutenzione della rete elettrica in cui collocare le giunzioni dei cavi e i picchetti di terra.

La rete elettrica interrata sarà protetta, accessibile nei punti di giunzione ed opportunamente segnalata.

In considerazione della potenza elettrica nominale di installazione del parco eolico è necessario, per poter effettuare il collegamento in parallelo con la rete RTN, una sezione di trasformazione AT/MT.

La sottostazione AT/MT sarà realizzata in località "Jazzo Pavoriello" nel Comune di Banzi, nei pressi della linea AT da 150 kV (Maschito – Forenza) della società "TERNA S.p.A."

Tutti i materiali da costruzione necessari alla realizzazione del Parco Eolico quali pietrame, pietrisco, pietrischetto, ghiaia e ghiaietto verranno prelevate da cave autorizzate e/o da impianti di frantumazione e vagliatura per inerti all'uso autorizzati.

I materiali di risulta provenienti dagli scavi delle platee di fondazione degli aerogeneratori verranno riutilizzati in cantiere per consentire la realizzazione della fondazione delle strade di progetto.

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.

Il progetto della società proponente, la "VRG WIND 127", consiste nella realizzazione di un parco eolico nei territori comunali di Banzi e Palazzo San Gervasio (PZ) costituito da 18 aerogeneratori per una potenza complessiva di circa 36,9 MW, secondo la disposizione riportata negli elaborati di progetto.

Di seguito sono evidenziate le strade e le piazzole interessate dalla costruzione del parco, visualizzate su Carta Tecnica Regionale e su Ortofoto.



Figura 4.1. – Strade e piazzole interessate dalla costruzione del parco su ORTOFOTO.

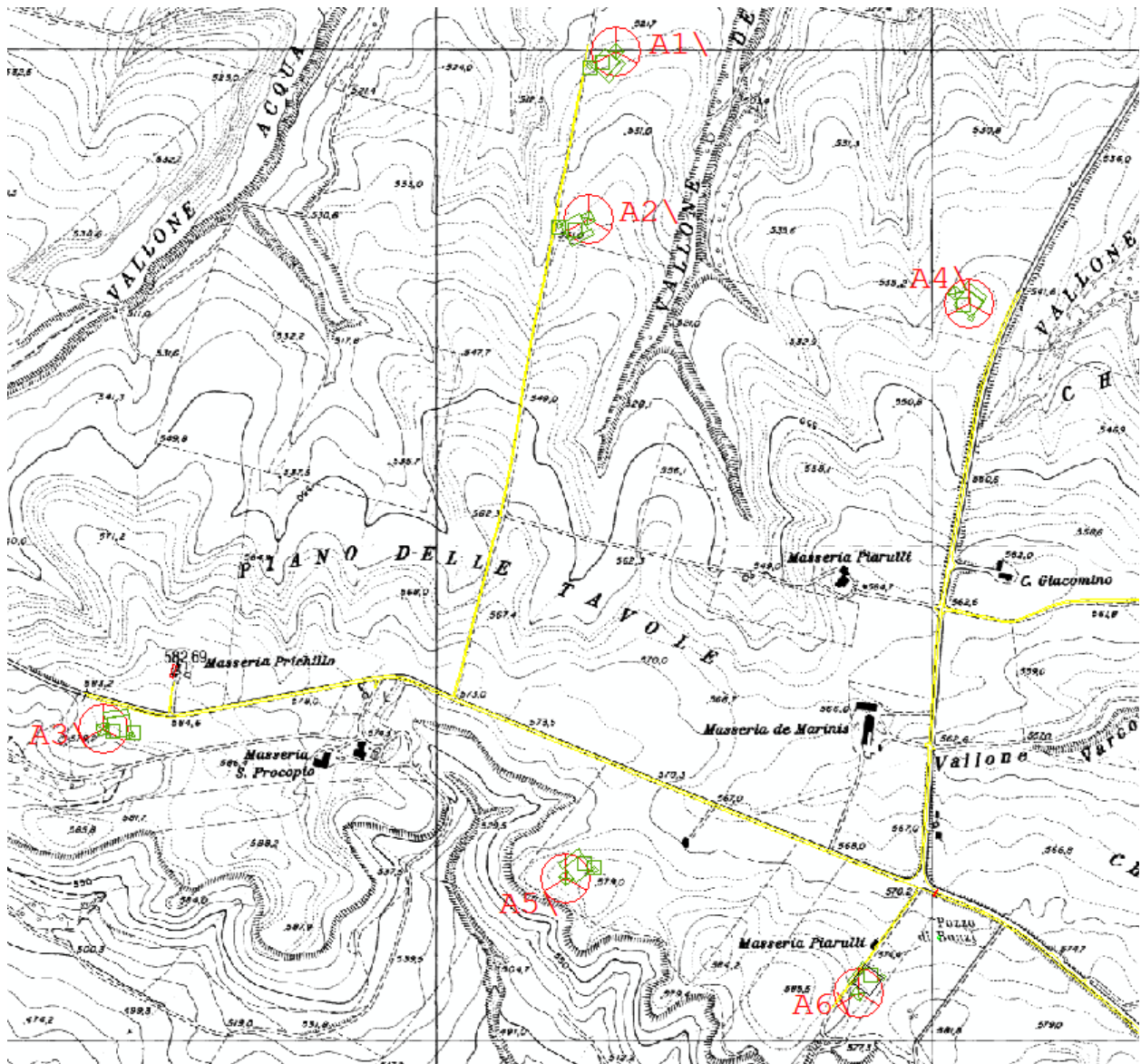


Figura 4.2. – Strade e piazzole interessate dalla costruzione del parco su CTR.



Figura 4.3. – Particolare di Strade e Piazzole interessate dalla costruzione del parco su ORTOFOTO.

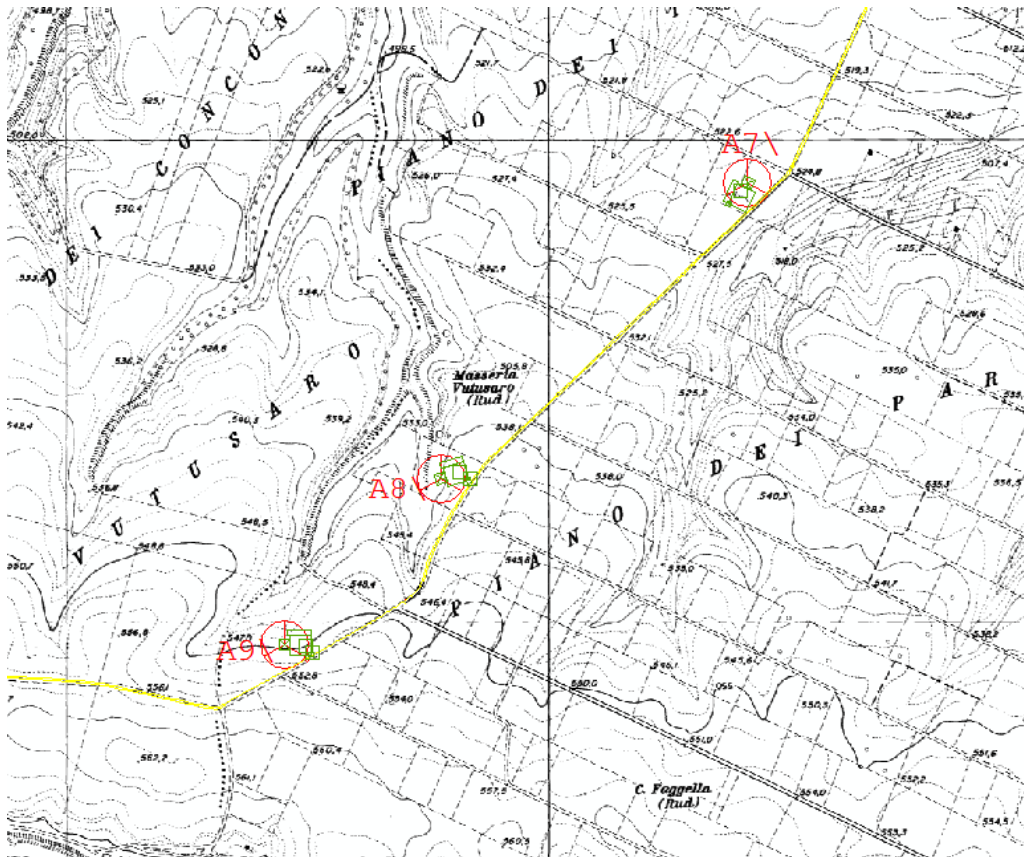


Figura 4.4. – Particolare di Strade e Piazzole interessate dalla costruzione del parco su CTR.



Figura 4.5. – Particolare di Strade e Piazzole interessate dalla costruzione del parco su ORTOFOTO.

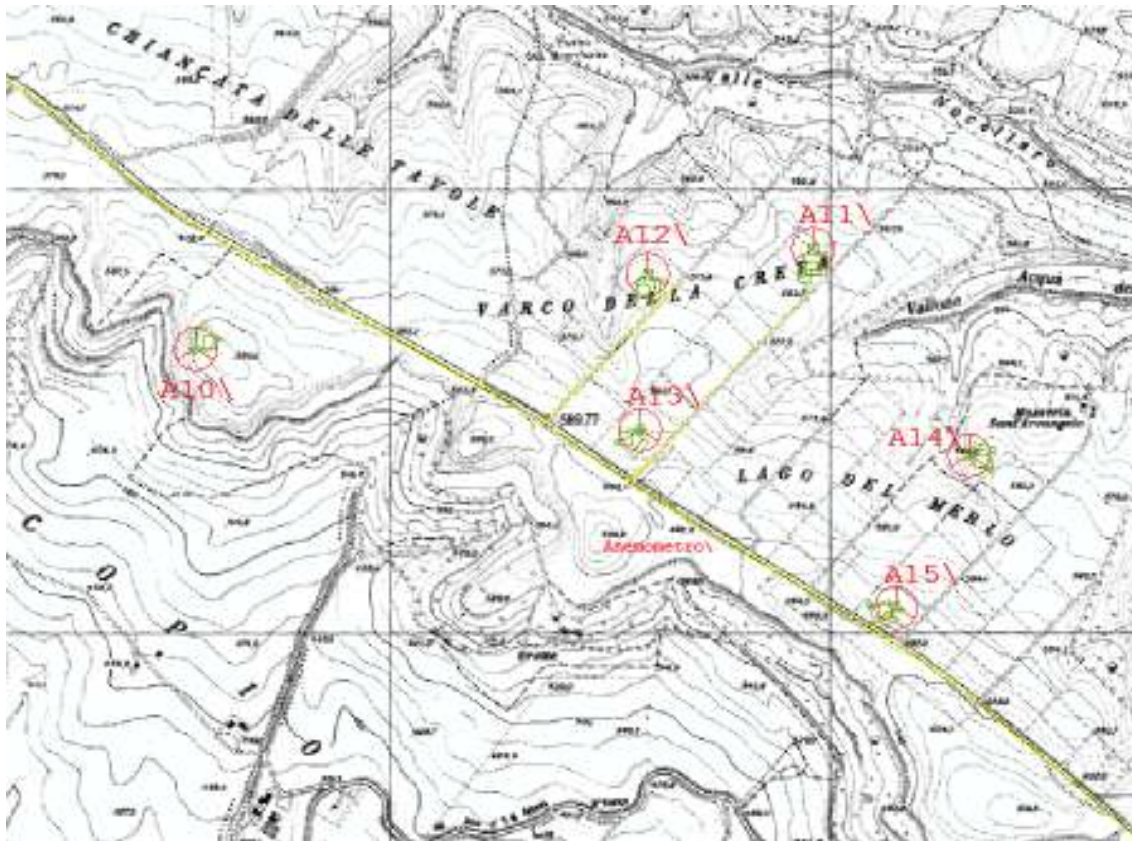


Figura 4.6. – Particolare di Strade e Piazzole interessate dalla costruzione del parco su CTR.



Figura 4.7. – Particolare di Strade e Piazzole interessate dalla costruzione del parco su ORTOFOTO.

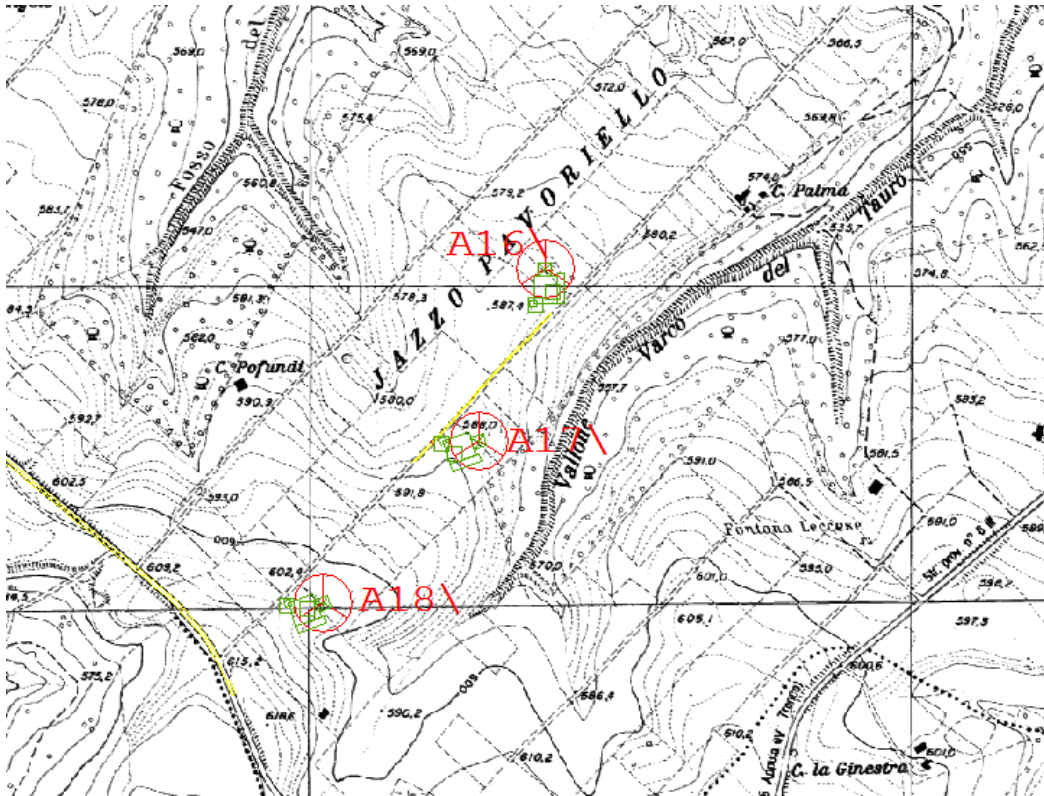


Figura 4.8. – Particolare di Strade e Piazzole interessate dalla costruzione del parco su CTR.

Per la realizzazione dell'impianto eolico sono da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- ✓ opere provvisionali;
- ✓ opere civili di fondazione, attività di montaggio;
- ✓ opere di viabilità stradale;
- ✓ cavidotti e rete elettrica.

4.1. Opere provvisionali.

Le opere provvisionali riguardano sia la predisposizione delle aree da utilizzare durante la fase di cantiere come piazzole per i montaggi delle torri e degli aerogeneratori e il conseguente carico e trasporto del materiale di risulta, sia l'adeguamento e/o la realizzazione di nuova viabilità per giungere alle posizioni di installazione delle torri. Tali opere sono di natura provvisoria ossia limitate alla sola fase di cantiere.

Questa fase sarà caratterizzata dalla realizzazione di:

- piazzole a servizio del montaggio di ciascuna torre, di dimensione pari a circa 40 x 45 metri;
- adeguamento della viabilità esistente (raccordi sugli incroci, allargamento della sede stradale, etc.) per uno sviluppo lineare pari a circa 6.440 metri.

4.2. Opere civili di fondazione.

Si tratta di fondazioni costituite da plinti in calcestruzzo armato di idonee dimensioni poggianti, eventualmente, a seconda della natura del terreno su cui ogni singola torre dovrà sorgere, su una serie di pali la cui profondità varierà in funzione delle caratteristiche geotecniche del sito.

A tali plinti verrà collegato il concio di fondazione in acciaio delle torri.

Le fondazioni delle torri saranno costituite da platee in cemento armato di idonee dimensioni poggianti direttamente sulla roccia fondale, se presente, oppure su pali in c.a. gettati in opera.

Sulla scorta dei valori di sollecitazione che gli aerogeneratori trasmettono alle fondazioni e dei valori medi di portanza dei terreni, sono stati previsti plinti di fondazione in calcestruzzo armato. Saranno dimensionati per resistere agli sforzi di ribaltamento e slittamento prodotti dalle forze agenti sulla torre.

Essendo condizionante l'azione di ribaltamento, essi saranno del tipo snello di grande dimensione in pianta ed altezza ridotta. Sui plinti saranno disposte le piastre di ancoraggio alle quali verranno bullonate le basi delle torri. I plinti saranno in calcestruzzo di forma quadrata con lato di 21 m.

4.3. Attività di montaggio.

Ultimate le fondazioni, il lavoro d'installazione delle turbine in cantiere consiste essenzialmente nelle seguenti fasi:

1. trasporto e scarico dei materiali relativi agli aerogeneratori;
2. controllo delle torri e del loro posizionamento;
3. montaggio torre;
4. sollevamento della navicella e relativo posizionamento;
5. montaggio delle pale sul mozzo;
6. sollevamento del rotore e dei cavi in navicella;
7. collegamento delle attrezzature elettriche e dei cavi al quadro di controllo a base torre;
8. messa in esercizio della macchina.

Le strutture in elevazione sono limitate alla torre che rappresenta il sostegno dell'aerogeneratore, ossia del rotore e della navicella: la torre è costituita da un elemento in acciaio a sezione circolare, finita in superficie con vernici protettive, ha una forma tronco conica

cava internamente ed è realizzata in conci assemblati in opera altezza media dell'asse del mozzo dal piano di campagna pari a 100 m.

La torre è accessibile dall'interno. La stessa è rastremata all'estremità superiore per permettere alle pale, flesse per la spinta del vento, di poter ruotare liberamente.

Sempre all'interno della torre, trovano adeguata collocazione i cavi per il convogliamento ed il trasporto dell'energia prodotta alla cabina di trasformazione posta alla base della torre, dalla quale è poi convogliata nella rete di interconnessione interna al parco eolico, per essere convogliata tramite elettrodotto interrato alla cabina primaria e riversata nella rete elettrica del Gestore Nazionale.

4.4. Cavidotti e rete elettrica interna al parco.

Le opere relative alla rete elettrica interna al parco eolico, oggetto del presente lavoro, possono essere schematicamente suddivise in due sezioni:

- opere elettriche di trasformazione e di collegamento fra aerogeneratori;
- opere di collegamento alla rete del Gestore Nazionale.

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore è trasformata da bassa a media tensione per mezzo del trasformatore installato a bordo navicella e quindi trasferita al quadro MT posto a base torre all'interno della struttura di sostegno tubolare.

4.5. Viabilità, piazzali di sgombero.

Questa categoria di opere civili è costituita dalle strade di accesso e di servizio che si rendono indispensabili per poter raggiungere i punti ove collocare fisicamente le torri aerogeneratrici a partire dalla viabilità esistente.

I percorsi stradali che saranno realizzati ex novo avranno una larghezza pari a 5 m carrabili per uno sviluppo lineare pari a circa 6.440 metri.

La viabilità da adeguare e da realizzare interna al parco consiste in una serie di strade e di piazzole al fine di raggiungere agevolmente tutti i siti in cui saranno sistemati gli aerogeneratori.

Tale viabilità interna sarà costituita da alcune strade interpoderali già esistenti e da nuove strade da realizzare. Per le strade interpoderali esistenti le opere edili previste consistono nell'adeguamento di alcuni tratti della sede stradale per la circolazione degli automezzi speciali necessari al trasporto degli elementi componenti l'aerogeneratore.

Gli adeguamenti suddetti prevedono dei raccordi agli incroci di strade e nei punti di maggiore deviazione della direzione stradale e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza.

A tal fine, le opere edili prevedono l'asportazione, lateralmente alle strade, dello strato superficiale di terreno vegetale per consentire la realizzazione di un adeguato sottofondo di materiale calcareo e di un sovrastante strato di stabilizzato.

Lo spandimento dello strato di stabilizzato sarà effettuato come intervento di manutenzione ordinaria anche su tutto il tratto della strada interpodereale interessato dalla circolazione dei suddetti automezzi speciali.

Per le nuove strade interne da realizzare nel parco eolico occorre distinguere il caso in cui tali strade interessano terreni coltivati da quello di terreni incolti e rocciosi.

Nel primo caso, per la realizzazione delle strade sono previste le stesse opere edili necessarie per l'adeguamento delle strade interpoderali già esistenti e sopra riportate, mentre nel secondo caso, in presenza di terreni incolti e rocciosi, si prevede la regolarizzazione del piano stradale e l'utilizzo di solo stabilizzato.

Inoltre, per ridurre il fenomeno dell'erosione delle nuove strade, causato dalle acque meteoriche, lungo i cigli delle stesse, sono previste delle fasce di adeguata larghezza, realizzate con materiale lapideo di idonea pezzatura che, oltre a consentire il drenaggio delle stesse acque meteoriche, saranno di contenimento allo strato di rifinitura delle strade.

Per la realizzazione delle piazzole vale quanto detto per le nuove strade interne al parco eolico relativamente ai due casi esaminati.

Tutte le strade saranno in futuro solo utilizzate per la manutenzione degli aerogeneratori, chiuse al pubblico passaggio (ad esclusione dei proprietari), e saranno realizzate seguendo l'andamento topografico esistente in loco, cercando di ridurre al minimo eventuali movimenti di terra, utilizzando come sottofondo materiale calcareo e rifinendole con una pavimentazione stradale a macadam.

Accanto a ogni torre, sarà costruita una piazzola orizzontale a servizio degli aerogeneratori, in cui, in fase di costruzione del parco sarà posizionata la gru necessaria per sollevare gli elementi di assemblaggio degli aerogeneratori.

Le piazzole saranno realizzate con materiali selezionati dagli scavi, adeguatamente compattate anche per assicurare la stabilità della gru; saranno di forma rettangolare delle dimensioni massime di 40 x 45 m. In corrispondenza di ogni aerogeneratore saranno realizzate delle piazzole di servizio per il posizionamento della gru di sollevamento e montaggio dell'aerogeneratore. Tali piazzole verranno utilizzate solo in fase di montaggio e quindi restituite al precedente uso, dopo aver ripristinato lo stato dei luoghi, mantenendo comunque la necessaria viabilità di servizio attorno a ciascuna macchina per l'esercizio e la manutenzione del parco.

4.6. Cavidotti di collegamento alla rete elettrica nazionale.

I cavidotti di collegamento alla rete elettrica nazionale in MT attraverseranno il territorio comunale di Palazzo S. G. (PZ) e di Banzi (Pz), poiché in quest'ultimo territorio è prevista la realizzazione della stazione Elettrica di trasformazione AT/MT.

La rete elettrica in MT sarà realizzata con cavi unipolari in alluminio, in formazione a trifoglio ad elica visibile, del tipo ARE4H1RX-12/30 KV e giunti con muffe a colata di resina.

Gli scavi saranno ripristinati, previa formazione di un letto di sabbia in corrispondenza dei due suddetti cavidotti , con riempimento di misto granulare stabilizzato.

Saranno infine posizionati pozzetti prefabbricati di ispezione in cls, per la manutenzione della rete elettrica in cui collocare le giunzioni dei cavi e i picchetti di terra.

La rete elettrica interrata sarà protetta, accessibile nei punti di giunzione ed opportunamente segnalata.

In considerazione della potenza elettrica nominale di installazione del parco eolico è necessario, per poter effettuare il collegamento in parallelo con la rete RTN, una sezione di trasformazione AT/MT.

4.7. La stazione elettrica.

La sottostazione AT/MT sarà realizzata in località "Jazzo Pavoriello" del Comune di Banzi, nei pressi della linea AT da 150 kV (Maschito-Forenza) della società TERNA S.p.A di qui si procederà alla realizzazione di un raccordo aereo a 150 kV sino alla futura Sottostazione 150/380 lungo la linea RTN Matera-Santa Sofia, da ubicarsi nel comune di Genzano di Lucania

Maggiori informazioni tecniche sui componenti che costituiscono la sottostazione sono contenute nelle specifiche tecniche dell'impianto elettrico.

4.8. Disponibilità aree ed individuazione interferenze.

Così come le infrastrutture lineari energetiche, il procedimento autorizzatorio di cui all'art. 12, D.Lgs. 387/2003 e gli effetti dell'autorizzazione unica ottenuta dopo opportuna conferenza dei servizi, comporta la dichiarazione di pubblica utilità degli interventi previsti a progetto, ai sensi degli artt. 52-quater "Disposizioni generali in materia di conformità urbanistica, apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e pubblica utilità" e 52-quinquies "Disposizioni particolari per le infrastrutture lineari energetiche facenti parte delle reti energetiche nazionali" D.P.R. 327/2001. Ne consegue che le aree scelte per la realizzazione dell'impianto risultano disponibili a norma di legge.

4.8.1. Censimento delle interferenze e degli enti gestori.

Le reti infrastrutturali esistenti nell'area d'intervento che interferiscono con le opere di progetto sono:

- di tipo viario: in particolare sono da annoverare le strade comunali, i tratturi non vincolati dalla Soprintendenza, la SP n. 8 e la Strada Consorziale San Procopio. In particolare la prima Strada Provinciale elencata verrà interessata durante le fasi di installazione e manutenzione degli aerogeneratori, le seconde verranno interessate, invece, durante la fase di posizionamento del cavidotto di collegamento alla cabina primaria e durante, inoltre, la fasi di realizzazione e manutenzione di quest'ultima. Gli enti gestori sono il Comune e la Provincia.

- Elettrodotto: le linee che transitano nell'area sono in AT 150 kV. In questo caso l'Ente Gestore è TERNA S.p.A.

- Reticolo idrografico: in particolare ci si riferisce alle aste fluviali presenti nell'area d'intervento. Nella fattispecie gli enti gestori sono l'Autorità di Bacino della Puglia e l'Autorità di Bacino della Basilicata.

4.8.2. Accertamento di eventuali interferenze con strutture esistenti.

La viabilità all'interno del parco, di tipo comunale, si presenta in condizioni variegate. In particolare, alcune delle strade comunali risultano essere idonee, in termini di pendenze e di raggi di curvatura, al transito dei mezzi che dovranno trasportare le pale durante la fase di installazione degli aerogeneratori. Altre strade comunali di tale viabilità, invece, non risultano esserlo, pertanto la prima interferenza con le strutture esistenti da annoverare è l'inadeguatezza di alcune strade al transito dei mezzi pesanti durante la fase di cantiere.

Con riferimento alle strade comunali idonee e non, di cui al precedente capoverso, si ricorda che esse interferiranno anche durante il posizionamento dei cavidotti interrati d'interconnessione tra gli aerogeneratori e di vettoriamento. Per cavidotto di vettoriamento s'intende la linea elettrica che convoglierà l'energia prodotta dagli aerogeneratori alla cabina primaria.

Con riferimento all'elettrodotto presente nell'area parco si rappresenta quanto segue.

L'elettrodotto che interferisce con le opere di progetto è di tipo AT. Infine, l'interferenza ambientale da annoverare è quella che si verifica in prossimità dell'intersezione fra le strade di

accesso agli aerogeneratori, oggetto di nuova realizzazione e il reticolo idrografico e fra quest'ultimo e il cavidotto di progetto.

Si dimensioneranno opere idrauliche che conservano il naturale sviluppo della rete idraulica superficiale del territorio oggetto di intervento (Relazione idraulica e idrologica).

Con riferimento alle intersezioni fra reticolo idrografico e cavidotto, si precisa che le aste fluviali interessate dall'attraversamento sono classificate di testata del bacino idrografico in cui appartengono, per cui fanno registrare aree di bacino di piccole dimensioni, dell'ordine di 0.1 – 1.0 kmq.

Per quanto riguarda l'interferenza tra strade comunali e le fasi di lavoro iniziali di installazione delle torri che prevedono di transitare sulle stesse si rappresenta quanto segue.

Le strade giudicate non idonee al transito dei mezzi saranno oggetto di interventi di adeguamento per allargarne la sede stradale, da 2.50 metri circa a 6.00, e nell'aumento del raggio di curvatura, il quale in nessun caso sarà inferiore a 32 metri. Per quanto riguarda le pendenze tutte le strade risultano avere una pendenza inferiore al 10%, per cui gli adeguamenti previsti non comporteranno modifiche del profilo longitudinale, e quindi delle pendenze, del tracciato stradale esistente. Questa constatazione ci consente di non intervenire per modificare le pendenze e di escludere la progettazione di opere d'arte a sostegno della strada o del terreno adiacente alla stessa. Infine la viabilità del parco prevede anche la progettazione di strade nuove che consentiranno l'accesso alle piazzole a servizio degli aerogeneratori.

La viabilità di nuova realizzazione a servizio degli aerogeneratori interseca le aste fluviali appartenenti al bacino idrografico del Torrente Basentello, quest'ultimo affluente in sinistra idraulica nel Fiume Bradano. Tuttavia, i bacini idrografici sottesi alle sezioni fluviali dove si registra l'intersezione di cui sopra, sono di esigue dimensioni, dell'ordine di 0.1 kmq.

Per quanto concerne l'interferenza fra reticolo idrografico ed elettrodotta di progetto, si rappresenta che le aste fluviali verranno superate mediante l'adozione di attraversamenti di tipo Armco (Relazione idraulica e idrologica).

Nei livelli di progettazione successivi verranno precisati, per ciascuna interferenza fra reticolo idrografico e cavidotto, la tecnica di attraversamento da adottare.

In relazione alla presenza del vincolo idrogeologico come sancito dal R.D n. 3267/1923 si precisa che gli aerogeneratori di progetto saranno realizzati su pali di fondazione, per cui essi non comprometteranno la stabilità dei versanti ivi presenti.

5. VALUTAZIONI SULLA SICUREZZA DELL'IMPIANTO.

Il progetto è stato sviluppato studiando la disposizione degli aerogeneratori in relazione a diversi fattori quali l'anemologia, l'orografia, le condizioni di accessibilità al sito, le distanze da eventuali fabbricati e/o strade esistenti, ed inoltre su considerazioni basate sul criterio di massima sicurezza, nonché di massimo rendimento degli aerogeneratori e del parco nel suo complesso.

Più in dettaglio i criteri ed i vincoli osservati nella definizione del layout di impianto sono stati i seguenti:

- ✓ potenziale eolico del sito;
- ✓ orografia e morfologia del sito;
- ✓ accessibilità e minimizzazione degli interventi sul suolo;
- ✓ disposizione delle macchine ad una distanza reciproca minima pari ad almeno 300 m lungo la direzione del vento predominante e ad almeno 150 lungo la direzione ortogonale, atte a minimizzare l'effetto scia;
- ✓ condizioni di massima sicurezza, sia in fase di installazione che di esercizio.

Il numero complessivo e la posizione reciproca delle torri di un parco eolico è il risultato di complesse elaborazioni che tengono in debito conto la morfologia del territorio, le caratteristiche del vento e la tipologia delle torri. Inoltre, la disposizione delle torri, risolta nell'ambito della progettazione di un parco eolico, deve conciliare due opposte esigenze:

- ✓ il funzionamento e la produttività dell'impianto;
- ✓ la salvaguardia dell'ambiente nel quale si inseriscono riducendo ovvero eliminando le interferenze;
- ✓ ambientali a carico del paesaggio e/o delle emergenze architettoniche/archeologiche.

La disposizione finale del parco è stata verificata e confermata in seguito a diversi sopralluoghi, durante i quali tutte le posizioni sono state controllate e valutate "tecnicamente fattibili" sia per accessibilità che per la disponibilità di spazio per i lavori di costruzione. Tale disposizione scaturita anche dall'analisi delle limitazioni connesse al rispetto dei vincoli gravanti sull'area, è stata interpolata con la valutazione di sicurezza del parco stesso.

La posizione di ciascun aerogeneratore rispetta la distanza massima di gittata prevista per la tipologia di macchina da installare (Relazione specialistica — Analisi degli effetti della rottura degli organi rotanti).

5.1. Aspetti riguardanti l'impatto acustico, gli effetti di shadow-flickering e la rottura accidentale degli organi rotanti.

Relativamente ai limiti assoluti di immissione, attualmente i comuni di Banzi e di Palazzo S.G. non sono ancora dotati della suddivisione acustica del territorio ai sensi del D.P.C.M. 14.11.1997. In assenza della classificazione, il citato D.P.C.M. prevede, art. 8, comma 1, lett. a), l'applicazione dei limiti transitori del D.P.C.M. 01.03.1991 che all'art. 6 stabilisce i limiti di accettabilità, per le sorgenti sonore fisse situate nella zona "Tutto il territorio nazionale", in L_{Aeq} pari a 70 (limite diurno) e 60 (limite notturno).

Ipotizzando l'utilizzo di modello di turbina REpower MM92evo N100, modello turbina con la più alta rumorosità attesa tra i modelli turbina previsti per il sito e avente diametro rotore 92,5 e altezza mozzo pari a 100 m, si è estrapolata una mappa delle isofone, ovvero le linee immaginarie che raffigurano i valori di immissione acustica di parco nel suo complesso.

In particolare a 3 punti sensibili, collocati a sud-est del sito, non si rilevano rumorosità causate da impianto eolico che possono compromettere la salubrità a questi punti sensibili. Ai sensi del D.P.C.M. 14.11.1997, i limiti assoluti sono ampiamente rispettati e, il criterio del differenziale, sostanzialmente non si applica in quanto il rumore generato dall'impianto a questi 3 punti è molto basso.

Zonizzazione	Limite diurno <i>Leq (A)</i>	Limite notturno <i>Leq (A)</i>
<i>Tutto il territorio nazionale</i>	70	60
<i>Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)</i>	65	55
<i>Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)</i>	60	50
<i>Zona industriale</i>	70	70

Tabella 5.1. – Zone di cui all'art. 2 del Decreto Ministeriale 2 aprile 1968, n. 1444.

Con rumorosità da parco eolico che si attestano sostanzialmente nel range 35-40 dBA, questi valori sono abbondantemente al di sotto dei limiti di immissioni assoluti contemplati in DPCM 14.11.1997 e in linea con i tipici rumori di fondo registrati nelle aree di campagna.

Inoltre, secondo la distribuzione di frequenza misurata del vento al sito, si osserva che questi valori di picco si verificano al massimo per un 10% del tempo in un anno; per cui valori inferiori sono da attendersi nella gran parte del tempo.

Per quanto riguarda la valutazione dello shadow flickering (effetto intermittenza ombra causato dalla rotazione delle pale nell'intorno del parco) prodotta dal parco eolico di 18 turbine eoliche, si è proceduto ipotizzando l'utilizzo di modello turbina REp MM92 avente diametro rotore

92.5 m e un'altezza mozzo 100 m, per creare delle mappe indicanti gli intervalli di shadow flicker attesi secondo ipotesi di modello altamente conservative.

Relativamente al sito si sono identificati 3 punti sensibili costituiti da caseggiati abitati. Nelle aree di sito si contano anche pochi ruderi e masserie usate per lo stoccaggio di materiali agricoli, non soggette a particolare frequentazione antropica. In particolare si è ipotizzato di avere i 3 punti sensibili con esposizione verso il gruppo di turbine vicine A16, A17, A18 facente parte del gruppo più a sudest del parco in esame.

In generale, e per i 3 punti sensibili in particolare, valgono le seguenti considerazioni, le quali dimostrano come lo shadow flicker teorico è sempre ridotto (e in certi casi annullato) da una serie di fattori empirici o pratici legati alla specificità del sito.

- ✓ Nuvolosità e foschia diffusa: per la zona in particolare si trova che l'Indice di Chiarezza (Clearness Giorno giuliano) è 0.642 (dati rilevati stazione di Bari da Meteonorm). Questo indice rappresenta il rapporto tra la radiazione solare che raggiunge la superficie della terra e la radiazione solare extraterrestre. In particolare questo rapporto varia tra 0.3 (cielo molto coperto) a 0.8 (cielo sereno). Questo dato è dunque significativo nel segnalare che per nuvolosità locale l'effetto ombra effettivo può ulteriormente ridursi di almeno il 20-30%.
- ✓ Orientazione finestre: per i 3 punti sensibili si sono ipotizzate finestre con esposizione verso le WTG vicine. Qualora le finestre siano esposte verso altra direzione (cosa molto probabile) le riduzioni possono essere notevoli o addirittura essere totali (ad esempio finestra orientata a est non subirebbe nessun effetto causato dal parco).
- ✓ WTG rotore fermo per mancanza di vento o per manutenzione ordinaria/straordinaria: le velocità di attivazione della WTG è per velocità al mozzo di circa 3.5 m/s. Per cui a velocità inferiori il rotore sarebbe comunque fermo (o soggetto a movimento molto lento), e dunque non in grado di produrre disturbo di shadow flicker. Per il sito specifico e in base alla frequenza dei venti misurata questa evenienza avviene per circa il 20% del tempo in un anno. Oltre ai fermi per mancanza di ventosità, si devono anche tenere in considerazione eventualità in cui le WTG sono soggette a manutenzione ordinaria o straordinaria, mediamente il 3 % del tempo in un anno.
- ✓ Alberature e ostacoli: l'impianto di alberi o ostacoli naturali opportunamente orientati può ovviamente contribuire alla riduzione dell'effetto shadow flicker.

- ✓ Orientazione rotore turbina: certamente un effetto di riduzione di shadow flicker per orientazione rotore è da attendersi. A titolo di riferimento si mostra sotto la rosa dei venti e la rispettiva tabella numerica delle frequenze per 12 settori angolari (ampiezza settore angolare 30 gradi).

Sulla probabilità di distacco di una pala di turbina (o frammento di pala) e sulla valutazione della probabilità di rischio reale per cose o persone presenti nell'intorno del sito, negli ultimi tempi, sono stati condotti molti studi a riguardo.

Uno degli studi più recenti, molto pertinente al tipo di WTG multi MW considerate nel Parco eolico "Piano delle Tavole", è stato condotto da California Wind Energy Collaborative (CWEC, Scott Larwood, "Permitting setbacks for wind turbines in California and the blade throw hazard", 2005). In questo studio si conclude che la probabilità di distacco effettivo di pala o di un frammento di pala è compreso tra 0.1-1% all'anno per turbina.

In particolare in uno studio eseguito dalla PB Power Ltd per conto della società Vestas Wind System "VESTAS V80 – Blade throw calculation under normal operating conditions" (2001) si trova che, in caso di rottura accidentale, il valore di gittata massima degli elementi rotanti di una pala dell'aerogeneratore VESTAS V80 2MW risulta inferiore ai 350 metri, escludendo a ragione tutti i casi puramente teorici di moto e traiettoria a giavellotto. E' verosimile pensare che WTG nella classe 2-3MW prospettate per il sito in esame si allineano analogamente a questa distanza di gittata massimo o inferiore.

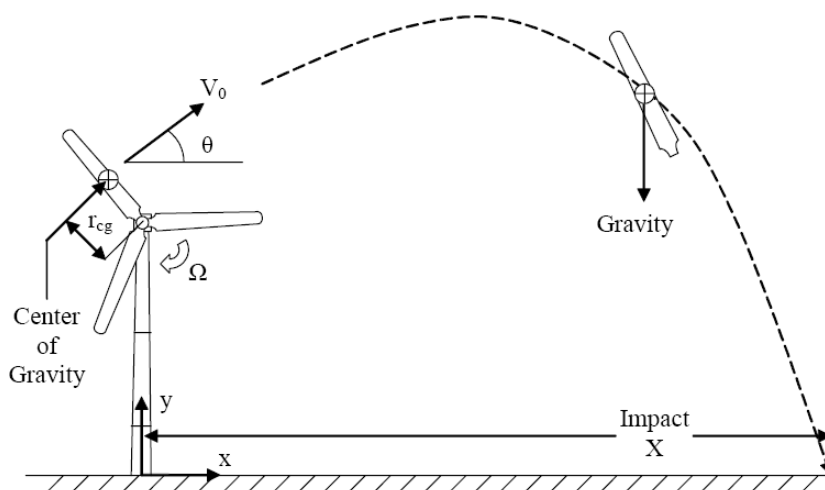


Figura 5.1. – Distanza di gittata di una pala di turbina.

6. RELAZIONE SULLA FASE DI CANTIERIZZAZIONE.

Nella fase di cantiere l'area occupata dalla piazzola adibita all'allestimento di ciascun aerogeneratore sarà di circa 40 x 45, necessaria al trasporto ed all'erezione della torre, navicella e rotore.

Le piazzole di cantiere per la posa in opera degli aerogeneratori occuperanno complessivamente un'area di 1800 mq.

Le strade di accesso per il transito dei mezzi eccezionali di carreggiata 6 m circa (comprese le banchine) si estenderanno per una lunghezza complessiva di circa 4440 m e saranno prevalentemente costituite da bretelle di collegamento interno, e al confine, dei mappali dei terreni agricoli per il raggiungimento dei singoli aerogeneratori.

6.1. Scavi e sbancamenti.

Gli scavi e sbancamenti da realizzare sono:

- ✓ sbancamenti per la predisposizione dei terreni per lo stazionamento delle autogrù dedicate all'ergere delle torri ed aerogeneratori (piazzole in fase di cantiere);
- ✓ scavi per la realizzazione delle fondazioni di sostegno degli aerogeneratori;
- ✓ scavi per la realizzazione e/o la modifica della viabilità;
- ✓ scavi per la realizzazione/rifacimento dei cavidotti per il trasporto dell'energia generata.

Ad ogni torre corrisponde la realizzazione di una piazzola per il transito dell'automezzo adibito alla posa a picchetto delle pale dell'aerogeneratore, dei tronchi di torre (da 3 a 5 tronchi per ogni torre) e della navicella. Le aree interessate dopo aver subito lo sbancamento per circa 55 cm, vengono riempite con acciottolato di vaglio diverso, costipato e rullato.

Nel caso di massimo carico, che corrisponde al trasporto della navicella (circa 130 ton, mezzo + carico), si dovrà avere una sollecitazione sotto l'inerte costipato e rullato a -55 cm inferiore al carico ammissibile del terreno.

Il terreno, ritenuto di media consistenza si ritiene possa resistere a sollecitazioni unitarie superiori a 1,5-2,0 kg/cm²; tale dato sarà comunque verificato a seguito delle prove geognostiche che saranno eseguite in sede di progettazione esecutiva. Non vi sono problematiche dovute alla presenza di acqua ed a problemi di frane nelle fasi di scavo, data la consistenza del terreno e la modesta profondità. In ogni caso le pareti saranno controllate con l'inclinazione di scavo di circa 60° qualora la profondità di scavo non superi 1,5 m, nel caso di profondità maggiori gli scavi dovranno essere opportunamente blindati come previsto dalla normativa sulla sicurezza.

Per la realizzazione del cavidotto si renderà necessario uno scavo di circa il 30% - tale percentuale sarà da rivedere in funzione dell'utilizzo del cavo Airbag che elimina la sabbia e permette di riutilizzare il materiale da scavo - saranno utilizzati come materiale di ricoprimento, previa compattazione e quindi di riporto. I volumi in esubero, dati dalla differenza fra scavo e riporto, verranno conferiti in discarica, rispettando quando sancito dalla normativa vigente.

Il terreno movimentato e relativo alle piazzole ed alle strade di accesso al cantiere sarà depositato in luogo tale da non causare ingombro durante le fasi di lavoro, ed al fine di ostacolare quanto meno le attività agricole dei proprietari dei terreni.

Una volta ultimato il cantiere e superata la fase di collaudo dell'impianto le porzioni di piazzole e di strade eccedenti le necessità di cui alla successiva fase di esercizio, saranno dismesse, il materiale costipato di sottofondo sarà coperto da uno strato di terreno vegetale per rendere il terreno coltivabile e consentire future eventuali operazioni di manutenzione delle macchine installate.

6.2. Viabilità di accesso ai cantieri e valutazione della sua adeguatezza, in relazione anche alle modalità di trasporto delle apparecchiature.

I mezzi pesanti che dovranno trasportare la componentistica di montaggio di ciascun aerogeneratore, durante la fase di installazione, seguiranno un tracciato così definito:

- ✓ partenza dal porto di Bari;
- ✓ percorrere *Via Bruno Buozzi* direzione Altamura;
- ✓ imboccare la *SS96bis* proseguendo per Potenza fino allo svincolo per Palazzo San Gervasio;
- ✓ immettersi sulla *SS655*;
- ✓ seguire per Palazzo San Gervasio sulla *SS168*;
- ✓ immettersi sulla *SP8*;
- ✓ entrare nell'area parco in *località San Procopio*.

Si premette che il trasporto dei componenti costituenti le torri eoliche avverrà su un tracciato di strade provinciali e comunali già esistente mentre si renderanno necessari interventi contenuti di nuova viabilità di fatto limitati a:

- ✓ realizzazione delle bretelle di collegamento tra la viabilità esistente e i singoli aerogeneratori. Tali bretelle sono concentrate all'interno di terreni adibiti ad uso agricolo e saranno realizzate rispettando per quanto possibile i tracciati esistenti ovvero i limiti di confine degli appezzamenti agricoli;
- ✓ adeguamenti della viabilità comunale esistente così come mostrato negli elaborati grafici riportati a corredo della presente;

- ✓ eventuali allargamenti in corrispondenza di svincoli caratterizzati da raggi di curvatura incompatibili con il transito dei mezzi eccezionali.

Tali mezzi avranno le dimensioni massime di circa 48 m in lunghezza oltre al rimorchio per il trasporto delle pale, mentre per i tronchi delle torri il trasporto prevede un ingombro massimo in larghezza di 4 m circa. I mezzi previsti per il trasporto dei principali componenti dell'aerogeneratore sono indicati in Tabella 6.1. (n°10 mezzi per aerogeneratore).

Quantità	Descrizione del trasporto dell'aerogeneratore REpower MM92evo 2,05 MW
1	Trasporto virola (concio di fondazione)
1	Trasporto navicella
3	Trasporto singola pala
3	Trasporto tronchi torre
1	Trasporto navicella
1	Trasporto mozzo (Hub)

Tabella 6.1. – Mezzi per il trasporto dei componenti degli aerogeneratori.

Saranno pertanto necessari $n^{\circ}10 \times 25 = 250$ automezzi per il trasporto dei componenti degli aerogeneratori. Ogni automezzo potrà trasportare n 2 conci di fondazione (diametro 4,55m, lunghezza 2,30m, peso 15,39 ton) come si valuterà anche la possibilità di trasportare 2 pale contemporaneamente, con un risparmio di mezzi pari a n. 49 ed un totale di n. 201.

Le caratteristiche dei mezzi principali più ingombranti (trasporti eccezionali) sono quelle indicate in Tabella 6.2. e fanno riferimento al trasporto della navicella e delle pale.

Descrizione	Pesi/Dimensioni
NAVICELLA	
Automezzo inclusa motrice	50,0 ton
Navicella	68,0 ton
Struttura e accessori di trasporto per trasporto navicella	8,2 ton
Struttura per sollevamento (Lifting Yoke)	3,6 ton
Automezzo incluso carico totale	circa 130 ton
Dimensioni totali del mezzo di trasporto in m.	33 x 3,40 x 4,35
PALE	
Automezzo inclusa motrice + n°3 pale	circa 80,0 ton
Dimensioni totali del mezzo di trasporto in m.	57,00 x 3,10 x 4,20

Tabella 6.2. – Caratteristiche mezzi per trasporto eccezionale.

Il massimo peso si ha con il trasporto della navicella, che richiede l'utilizzo di un automezzo con dimensioni in lunghezza di circa 33 m, avente massa complessiva 130 ton.

In base alle dimensioni del maggior ingombro dei mezzi adibiti al trasporto eccezionale si dovranno dimensionare le nuove strade (sufficiente una carreggiata di 4,5/6,0 m) di accesso ed in riferimento ai pesi esse dovranno avere un adeguato sottofondo per resistere alle sollecitazioni dei carichi verticali. Allo scopo, nelle nuove strade di accesso, piazzole di accesso e piazzole di lavoro da realizzare, è prevista la realizzazione di opere di scavo, compattazione e stabilizzazione per circa 55,0 cm di profondità e riempimento con inerti costipati e rullati così da avere un sottofondo per "resistere" ai carichi dei mezzi nelle fasi di transito e stazionamento.

La costruzione delle strade di accesso in fase di cantiere dovrà rispettare adeguate pendenze sia trasversali che longitudinali allo scopo di consentire il drenaggio delle acque impedendo gli accumuli in prossimità delle piazzole di lavoro degli aerogeneratori. A tal fine le strade dovranno essere realizzate con sezione a "dorso di mulo" oppure "a pendenza" con inclinazione superiore al 2%. Eventuali drenaggi a latere delle strade dovranno essere eseguiti previa valutazione in sede esecutiva.

Tutti i raggi di curvatura all'imbocco delle strade di accesso al cantiere dovranno essere adeguate almeno al valore minimo di 32 m allo scopo di consentire l'accesso dei mezzi eccezionali.

La casa costruttrice fornisce in particolare le caratteristiche delle strade per il transito dei mezzi eccezionali per il trasporto degli aerogeneratori.

6.3. Montaggio delle apparecchiature.

Si premette che la navicella è equipaggiata di generatore, moltiplicatore di giri, trasformatore, ecc., già montati in stabilimento, pertanto viene rizzata e posata in quota completamente assemblata.

La torre è invece costituita da N°3 tronchi che vengono innestati con sistema telescopico nella fase di erezione. Le pale vengono montate a terra sul rotore con metodologia consolidata, ed unite poi, in quota, alla navicella. Per erigere ciascuna torre, navicella e rotore è richiesto l'impiego di una gru a traliccio semovente che dovrà essere piazzata nell'area predisposta prospiciente il blocco di fondazione della torre. Per il montaggio del singolo aerogeneratore occorrono in particolare i seguenti mezzi:

- ✓ gru tralicciata da 500 ton min con altezza minima sotto gancio pari a 90 m;
- ✓ gru di appoggio da 160 ton;
- ✓ gru di appoggio da 60 ton.

L'area prevista, come specificato ai punti precedenti, sarà opportunamente dimensionata per resistere alle sollecitazioni dovute al carico gravante. La casa costruttrice fornisce in particolare le caratteristiche a cui dovrà rispondere il sistema per erigere il singolo aerogeneratore .

Per erigere il singolo aerogeneratore sono richiesti mediamente 2/3 (tre) giorni consecutivi. Durante le fasi di montaggio la velocità del vento a 60 m non dovrà essere superiore a 8,0 m/sec al fine di non ostacolare e consentire di eseguire in sicurezza le operazioni di montaggio stesse.

In conformità al progetto ed alle prescrizioni di cui alla DD 525/08:

- ✓ I lavori verranno eseguiti in maniera da non determinare alcun danneggiamento o alterazione a beni architettonici diffusi nel paesaggio agrario, quali manufatti di pregio, muretti a secco, tratturi e quant'altro;
- ✓ Tutti i materiali da costruzione necessari alla realizzazione del Campo Eolico quali pietrame, pietrisco, pietrischetto, ghiaia e ghiaietto verranno prelevate da cave autorizzate e/o da impianti di frantumazione e vagliatura per inerti all'uopo autorizzati.
- ✓ I materiali di risulta provenienti dagli scavi delle platee di fondazione degli aerogeneratori verranno riutilizzati in cantiere per consentire la realizzazione della fondazione delle strade di progetto.
- ✓ In linea generale verrà effettuato il compenso tra i materiali di scavo e quelli di riporto.
- ✓ I lavori di messa in opera del cantiere (fasi di spostamenti di terra, seppellimento e modificazioni della struttura vegetazionale, apertura di strade per il transito di mezzi pesanti, aree di deposito materiali) saranno gestiti al di fuori del periodo riproduttivo delle

specie prioritarie presenti nell'area. In particolare, tali lavori sono stati come da cronoprogramma programmati da fine settembre a fine gennaio.

6.4. Eventuale progettazione della viabilità provvisoria.

La viabilità di progetto verrà utilizzata sia in fase di cantiere, sia in fase di manutenzione degli aerogeneratori, per cui non è prevista la progettazione della viabilità provvisoria.

Indicazione degli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli per le persone.

Gli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli alle persone da prescrivere durante la fase di cantiere sono elencati e descritti nel Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato alla presente.

Gli accorgimenti da prescrivere durante la fase, invece, di manutenzione consistono nel posizionare segnali stradali lungo la viabilità di nuova realizzazione e in prossimità di ciascuna pala. In particolare, i primi hanno l'obiettivo di invitare gli autisti dei veicoli transitanti nella zona a rispettare i limiti di velocità imposti dalla normativa stradale vigente. I secondi, invece, vogliono avvertire le persone transitanti nell'area delle torri che è presente il rischio elettrico.

Indicazione degli accorgimenti atti a evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici e atmosferici.

Il progetto prevede la realizzazione in prossimità della cabina primaria dei manufatti muniti di servizio igienicosanitario. Al fine di evitare l'inquinamento del suolo è previsto l'installazione di una vasca di tipo IMOFF.

6.5. Descrizione del ripristino dell'area cantiere.

Una volta ultimato il cantiere e superata la fase di collaudo dell'impianto, le piazzole saranno ricoperte dal terreno vegetale originario.

7 RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO.

La realizzazione del progetto deve inquadarsi all'interno dello sviluppo delle tecnologie di produzione energetica da fonti rinnovabili (vento), che riducano la necessità di altro tipo di fonti energetiche non rinnovabili e con maggiore impatto per l'ambiente.

In questo progetto si presenta una soluzione per l'approvvigionamento di energia da fonte eolica mediante l'utilizzazione di tecnologie avanzate che consentono l'ottimizzazione nell'uso dell'energia. Essa si ottiene in forma meccanica pertanto è immediatamente ottenibile la sua trasformazione in elettricità che si realizza mediante meccanismi con un eccellente rendimento.

Un altro effetto positivo dei parchi eolici è la grande riduzione di impatto ambientale rispetto ai metodi tradizionali di produzione energetica. L'energia eolica è inesauribile e la sua utilizzazione è indipendente dagli effetti di mercato, poiché l'attuazione di questa infrastruttura ci offre l'approvvigionamento in forma ottimale di una delle risorse naturali proprie dell'Appennino Meridionale, quale è il vento.

Dalla comparazione dei dati già in nostro possesso, ed acquisiti nell'arco di oltre 12 mesi, si è arrivati a questa soluzione progettuale, la quale ha tenuto in considerazione dell'intensità media dei venti e della loro direzione predominante.

In relazione ai dati ottenuti dalla torre di misura, si stima di ottenere da questo Parco Eolico, una produzione di circa 83 GWh/anno.

Nei seguenti paragrafi, è descritto il progetto nei suoi aspetti rilevanti.

7.1. Dimensionamento dell'impianto.

Il progetto definitivo oggetto della presente relazione è relativo alla realizzazione del Parco Eolico "*Piano delle Tavole*" nei comuni di Banzi e Palazzo S. Gervasio in provincia di Potenza.

La progettazione si riferisce alla realizzazione della strada interna al costruendo Parco Eolico, nonché alle opere necessarie alla costruzione ed al funzionamento dello stesso.

Gli aspetti tecnico – progettuali che caratterizzano il progetto scaturiscono da una attenta analisi dei luoghi e l'azione progettuale è ispirata dal principio di ottimizzazione dello stesso al fine di ottenere una soluzione funzionale, con un adeguato livello di sicurezza, con la minima spesa, nei limiti consentiti dalle scelte pregresse che hanno imposto un tracciato sostanzialmente conforme, specie dal punto di vista altimetrico, a quello esistente.

Le scelte progettuali sono state orientate alla salvaguardia ambientale ed alla minimizzazione degli impatti prodotti sia dal processo di cantierizzazione, che dalle successive fasi di esercizio e di utenza della futura viabilità.

7.2. Potenza dell'impianto .

L'impianto è costituito da n. 18 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 2,05 MW con una producibilità energetica stimata di 83 GWh/anno, corrispondente ad una producibilità media annua di 2250 ore equivalenti nette.

Questo risultato non è merito soltanto della buona scelta del sito dal punto di vista della ventosità, ma è anche conseguenza delle pregevoli caratteristiche tecnologiche ed aerodinamiche dell'aerogeneratore adottato.

La loro dislocazione sul territorio è scaturita dalla morfologia del territorio, da una serie di rilievi sul campo, da studi anemometrici ed elaborazioni informatizzate finalizzate a:

1. minimizzare l'impatto visivo;
2. ottemperare alle prescrizioni delle competenti autorità;
3. ottimizzare la viabilità di servizio dedicata;
4. ottimizzare la produzione energetica.

Gli aerogeneratori ed i loro principali accessori, saranno caratterizzati dal minimo livello di potenza sonora, tecnicamente ottenibile sul mercato.

7.3. Disposizione e orientamento degli aerogeneratori.

L'opera di progetto interessa una macroarea per una superficie complessiva di circa 8,43 kmq. Quest'ultima è stata computata prendendo in considerazione l'area racchiusa dal poligono avente come vertici le coordinate planimetriche degli aerogeneratori di progetto. A tal proposito vengono riportate le coordinate planimetriche delle stesse adottando il sistema di riferimento Gauss Boaga – Roma 40 fuso est, riportando anche la posizione dell'anemometro.

NOME PUNTO	NORD [m]	EST [m]	QUOTA ELLISSOIDICA (HAYFORD) [m.s.l.m.]
Anemometro	4523200,8	2601428,4	596
A1	4525999,4	2599363,5	522
A2	4525661,8	2599308,1	532
A3	4524632,6	2598329,5	582
A4	4525482,2	2600023,9	542
A5	4524331,1	2599263,3	577
A6	4524098,3	2599852,4	578
A7	4525936,9	2602429,6	526
A8	4525301,8	2601776,3	540
A9	4524956,6	2601451,9	550
A10	4523646,5	2600556,9	590
A11	4523871,3	2601957,5	570
A12	4523815,0	2601583,9	575
A13	4523464,1	2601566,7	584
A14	4523406,8	2602311,2	577
A15	4523064,0	2602146,1	593
A16	4523032,6	2603390,0	585
A17	4522747,0	2603279,1	588
A18	4522477,7	2603021,2	605

Tabella 7.1. – Ubicazione planimetrica e altimetrica dell'anemometro e degli aerogeneratori di progetto, con riferimento al sistema di riferimento Gauss Boaga – Roma 40, per le coordinate piane, e all'ellissoide di Hayford, per le quote.

7.4. Descrizione dell'Aerogeneratore.

Per il Parco eolico "Piano delle Tavole" da realizzarsi nel territorio del Comune di Banzi e di Palazzo S. Gervasio in provincia di Potenza, è stato preso in considerazione un aerogeneratore REpower MM92 avente un rotore tripala con un sistema di orientamento attivo.

Si tratta di una macchina della più avanzata tecnologia con una potenza nominale di 2,05 MW e fornita delle necessarie certificazioni rilasciate da organismi internazionali.

Il rotore ha un diametro di 92,5 m con una velocità di rotazione di 7,8 – 15,0 g/min (+12,5%) ed un'area spazzata di 6.720 m².

Il numero di aerogeneratori previsti è 18 per una potenza totale installata di 36,9 MW. Gli aerogeneratori sono collocati nel parco, come si può evincere dagli elaborati grafici, ad un'interdistanza non inferiore 300 m, gli stessi sono disposti perpendicolarmente rispetto alla direzione del vento dominante. L'aerogeneratore è progettato per un intervallo di temperatura compreso fra -20°C e +30°C. Al di fuori di questo intervallo devono osservarsi precauzioni particolari. L'umidità relativa può arrivare anche al 100%.



Figura 7.1. – Dettagli gondola Aerogeneratore.

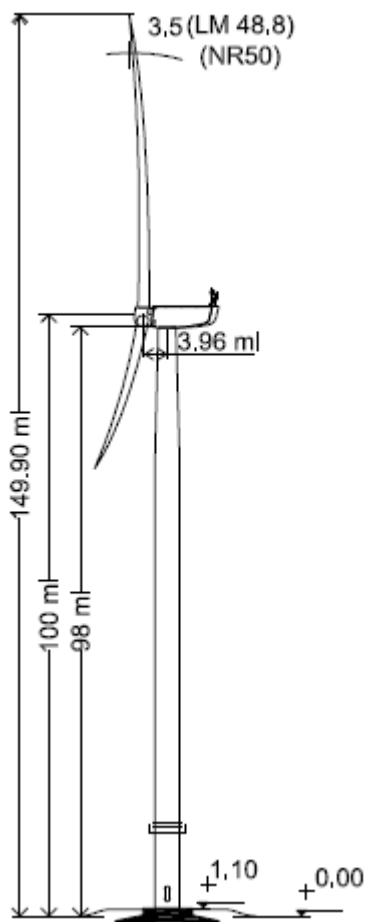


Figura 7.2. – Dimensioni principali Aerogeneratore.

Le pale di lunghezza di 45,2 m sono costituite in fibra di vetro rinforzata. Ogni pala consta di due elementi fissati ad una struttura di supporto mediante inserti di acciaio speciale.

L'albero principale trasmette la potenza al generatore tramite un sistema di riduzione. Tale sistema è composto da uno stadio planetario e 2 stadi elicoidali. Da questo la potenza è trasmessa tramite l'accoppiamento a giunto cardanico al generatore.

Il generatore è del tipo a 4 poli ad alta efficienza e a doppia alimentazione con rotore avvolto, anelli a contatti striscianti e sistema di controllo della tensione.

Il sistema frenante principale è costituito dal blocco totale delle pale mentre quello secondario è un sistema di emergenza a disco attivato idraulicamente e montato sull'albero del sistema di riduzione.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da diverse unità a microprocessori. Il sistema di controllo è posizionato nella gondola. Il sistema di imbardata è costituito da cuscinetto a quattro punti d'appoggio e dentatura esterna. L'azionamento avviene mediante motoriduttori mentre lo stazionamento ad opera dei freni a disco.

La copertura della gondola, costituita da poliestere rinforzato con fibre di vetro, protegge tutti i componenti interni dagli agenti atmosferici. La torre dell'aerogeneratore è costituita da un tubolare tronco conico prodotto in 3 sezioni; è inoltre verniciata per proteggerla dalla corrosione.

7.4.1. ROTORE.

Il rotore, ad asse orizzontale, è costituito da 3 pale sfalsate di circa 120° tra loro, disposte in maniera aerodinamica a stella e costruite in resine di poliestere rinforzate con fibra di vetro fissate ad un nucleo metallico.

Le caratteristiche principali del rotore sono:

- Diametro: 92,5 m;
- Area spazzata 6.720 m²;
- Velocità di rotazione: 7,8 – 15,0 g/min (+12,5%)
- Numero pale: 3.

Le caratteristiche principali delle pale sono:

- Lunghezza: 45,2 m;
- Costruzione: multistrato in fibra di vetro con rinforzi in polimero

7.4.2. SISTEMA DI TRASMISSIONE.

Il nucleo di supporto delle pale si avvita a quello principale del sistema appoggiato su due supporti a rulli sferici che assorbono gli sforzi assiali e radiali del rotore.

L'albero principale trasmette la potenza al generatore attraverso la scatola ad ingranaggi – moltiplicatore di giri.

La scatola ad ingranaggi è costituita da una trasmissione combinata cilindrico planetaria.

Dal moltiplicatore di giri la potenza è trasmessa al generatore elettrico mediante un accoppiamento in materiale composito, esente da manutenzione. Il generatore elettrico ad induzione è uno speciale generatore asincrono a 4 poli con rotore avvolto.

Le caratteristiche del sistema di trasmissione sono di seguito riportate:

- Tipo: trasmissione combinata cilindrico planetaria;
- Trasmissione $i = ca. 120,0$.

Il generatore ha le seguenti caratteristiche:

- generatore asincrono a 4 poli a doppia alimentazione;
- Potenza nominale: 2050 kW;

- Tensione nominale: 690 V;
- Numero di giri nominale: 900-1800 g/min;
- Classe di protezione del generatore IP 54;
- Tipo di converter: IGBT a modulazione di ampiezza di impulsi;
- regime di rotazione variabile per un ottimo rendimento;
- ridotte perdite e conseguente alto rendimento grazie al ridotto passaggio di potenza nel convertitore (max 20%);
- generatore totalmente protetto con raffreddamento aria-aria;
- temperatura contenuta del generatore anche a temperature ambientali molto elevate.

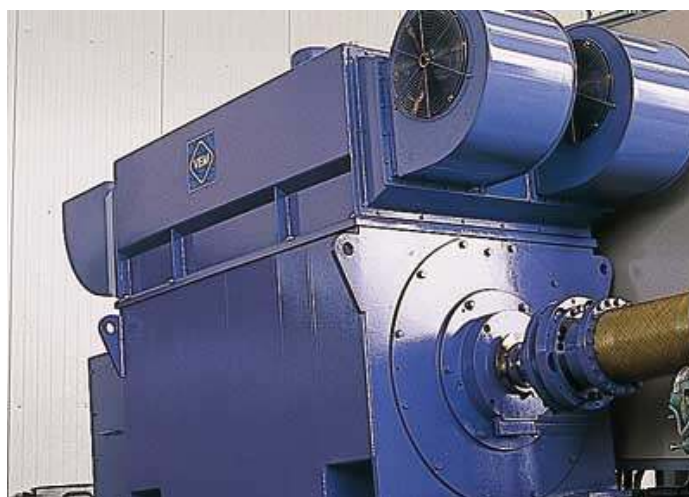


Figura 7.3. – Generatore e convertitore di frequenza.

7.4.3. SISTEMA DI FRENATURA.

L'aerogeneratore è equipaggiato con 2 sistemi indipendenti di frenata (aerodinamico e meccanico) attivati idraulicamente e interconnessi onde controllare la turbina in tutte le condizioni di funzionamento.

Il sistema di regolazione del passo (noto come "*pitch*") delle pale si utilizza per frenare la turbina cosicché, quando le pale girano perpendicolari all'asse longitudinale, il rotore riduce la superficie esposta al vento.

Peraltro il sistema di frenatura meccanico incorpora un freno a disco idraulico fissato all'asse ad alta velocità ed integrato con un disco di frenata e 3 ganasce idrauliche con pastiglie prive di amianto. Le sue caratteristiche principali sono le seguenti:

Modello: freno a disco.

7.4.4. SISTEMA DI ORIENTAMENTO.

L'aerogeneratore dispone di un sistema di orientamento attivo. L'allineamento della gondola con la direzione del vento avviene mediante 4 motoriduttori che fanno presa sull'ingranaggio della corona di orientamento della torre. La banderuola situata sulla copertura della gondola invia un segnale al controllo il quale aziona i motori di orientamento che a loro volta ruotano la turbina.



Figura 7.4. – Particolare Sistema di orientamento.

Le caratteristiche principali del sistema sono le seguenti:

- cuscinetto a quattro punti di appoggio e dentatura esterna, azionata da motoriduttori di grandi dimensioni e di ottima qualità;
- freni di stazionamento con funzione "fail-safe" dotati di dispositivo di sicurezza a pressione idraulica in grado di svincolare i motoriduttori nella posizione di riposo stabilizzando al meglio la navicella;
- grazie allo scarso attrito del cuscinetto e la completa ventilazione dei freni, lo sforzo dei motoriduttori durante la rotazione è ridotto al minimo.

7.4.5. SBARRE CONDUTTRICI.

Con questo sistema vengono eliminate le interferenze elettromagnetiche nei confronti delle altre apparecchiature; ottima la protezione in caso di cortocircuito o incendio con rispetto delle norme VDE.



Figura 7.5. – Particolare Sbarre conduttrici.

7.4.6. TORRE.

L'aerogeneratore è alloggiato su una torre metallica tubolare troncoconica d'acciaio alta 100 m zincata e verniciata.

Nel suo interno è posizionata una scala per accedere alla gondola, completa di dispositivi di sicurezza e di piattaforma di disaccoppiamento e protezione. Sono presenti anche elementi per il passaggio dei cavi elettrici e un dispositivo ausiliario di illuminazione. Vi si accede tramite una porta posta nella parte inferiore. All'interno della torre può essere montato un ascensore-montacarichi.

La torre viene costruita in sezioni che vengono unite tramite flangia interna a piè d'opera e viene innalzata mediante una gru ancorata alla fondazione con un'altra flangia.

7.4.7. UNITA' DI CONTROLLO E POTENZA.

Sistema di controllo del passo:

L'unità di controllo e potenza, monitorizza e controlla tutte le funzioni critiche dell'aerogeneratore al fine di ottimizzare, in ogni momento, il funzionamento dello stesso in tutta la gamma di velocità del vento; esse possono riassumersi come segue:

- ✓ sincronizzazione della velocità di rotazione con quella nominale, prima della connessione alla rete, per limitare l'intensità di connessione;
- ✓ connessione degli aerogeneratori mediante IGBT per limitare la corrente;
- ✓ come risultato, l'intensità di connessione minore della corrente a pieno carico;
- ✓ regolazione dell'angolo di passo delle pale per ottimizzare il funzionamento dell'aerogeneratore conseguendo:

- ✓ ottimo adattamento della potenza nominale
- ✓ connessione più morbida dell'aerogeneratore
- ✓ avviamento senza consumo di energia
- ✓ minori carichi sulla struttura
- ✓ fermo dell'aerogeneratore senza utilizzazione del freno meccanico
- ✓ ottima produttività sotto ogni condizione del vento
- ✓ vita utile prevista di 20 anni.
- ✓ grazie alla regolazione del passo non è necessario l'avviamento del motore;
- ✓ orientamento automatico verso la direzione del vento;
- ✓ dispositivo di compensazione disegnato per compensare anche il consumo a vuoto del generatore;
- ✓ controllo dell'unità idraulica;
- ✓ controllo della rete elettrica;
- ✓ controllo delle funzioni di sicurezza;
- ✓ fermo della turbina in caso di errore.

Il sistema VMP consta di due microprocessori interconnessi, rispettivamente posizionati in unità di controllo alla base della torre e nella gondola.

Nel quadro dei fusibili (FUSE SECTION) è collocato un relè di scarico a terra, un interruttore automatico da 10 A per l'illuminazione e i punti di potenza della torre tubolare.

Nel quadro generale (BUS BAR SECTION) ci sono due interruttori principali, uno per il generatore e l'altro per il sistema VMP. Con esso si ottiene che, anche con l'interruttore generale disconnesso, permane tensione nell'unità di controllo e nel dispositivo ausiliare di servizio.

Nel quadro del microprocessore (PROCESSOR SECTION), è alloggiato il microprocessore dell'unità di controllo con pannello operativo.



Figura 7.6. – Sistema di Controllo.

Mozzo:

- design compatto senza angoli vivi ideale per la trasmissione dei carichi;
- perfetta integrazione degli azionamenti delle pale;
- spinner di grandi dimensioni per una facile accessibilità direttamente dalla navicella per una maggiore sicurezza negli interventi.

Sistema antifulmine:

- protezione antifulmine interna ed esterna conforme alla direttiva IEC;
- sistema antifulmine esterno con ricettori sulle pale e parafulmine posto presso l'anemometro di navicella;
- protezione sicura contro le scariche grazie a percorsi di scarica predefiniti;
- inserto in fibra di vetro per la separazione galvanica del generatore dal moltiplicatore;
- conduttore di sovratensioni per la protezione del sistema elettrico;
- protezione completa del generatore grazie all'isolamento degli alloggiamenti dei cuscinetti.



Figura 7.7. – Sistema di Antifulmine.

Moltiplicatore:

- trasmissione combinata cilindrico planetaria;
- progettato su specifiche REpower con altissimi requisiti in termini di durata e di silenziosità;
- ottimo rendimento;
- smorzatori elastici per l'attenuazione del rumore;
- temperature contenute grazie all'efficiente sistema di raffreddamento ad olio;
- sistema di filtraggio dell'olio in tre fasi per la massima durata ed efficienza del lubrificante.

8 SCHEMATIZZAZIONE E MODELLAZIONE STRUTTURALE DEL TERRENO E DEI MATERIALI.

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche sarà adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti.

Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi "truss" oppure con elementi "beam" opportunamente svincolati. Le pareti, le piastre, le platee ovvero in generale i componenti strutturali bidimensionali, con due dimensioni prevalenti sulla terza (lo spessore), sono stati modellati con elementi "shell" a comportamento flessionale e membranale.

I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati, nei casi più semplici (apparecchi d'appoggio, cerniere, carrelli), con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. Questi elementi, coniugati con i precedenti, consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni, pali, platee nonché attraverso una combinazione di tali situazioni.

Il comportamento del terreno è sostanzialmente rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo, che può essere anche variata nella superficie di contatto fra struttura e terreno e quindi essere in grado di descrivere anche situazioni più complesse. Nel caso dei pali il comportamento del terreno implica anche l'introduzione di vincoli per la traslazione orizzontale.

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidità flessionale e tagliante dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

La presenza di diaframmi orizzontali, se rigidi, nel piano viene gestita attraverso l'impostazione di un'apposita relazione fra i nodi strutturali coinvolti, che ne condiziona il movimento relativo. Relazioni analoghe possono essere impostate anche fra elementi contigui.

Si ritiene che il modello utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura. Sono stati inoltre valutate tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

8.1. MODELLO STRUTTURALE.

Il modello strutturale che sarà adottato è rappresentato nella immagine adiacente. In pratica saranno effettuate le seguenti modellazioni:

- torre del generatore eolico modellata mediante elementi shell (guscio) al fine di valutare l'effettivo comportamento dinamico dell'intera struttura. La verifica di tali elementi non è stata effettuata in quanto sarà eseguita direttamente dal fornitore della torre eolica;
- platea di fondazione modellata con elementi piastra con vincolo di platea;
- pali di fondazione modellati con elementi frame;



Figura 8.1. – Modello strutturale.

Nella seguente immagine si riporta lo schema assonometrico della sola platea e dei pali di fondazione.

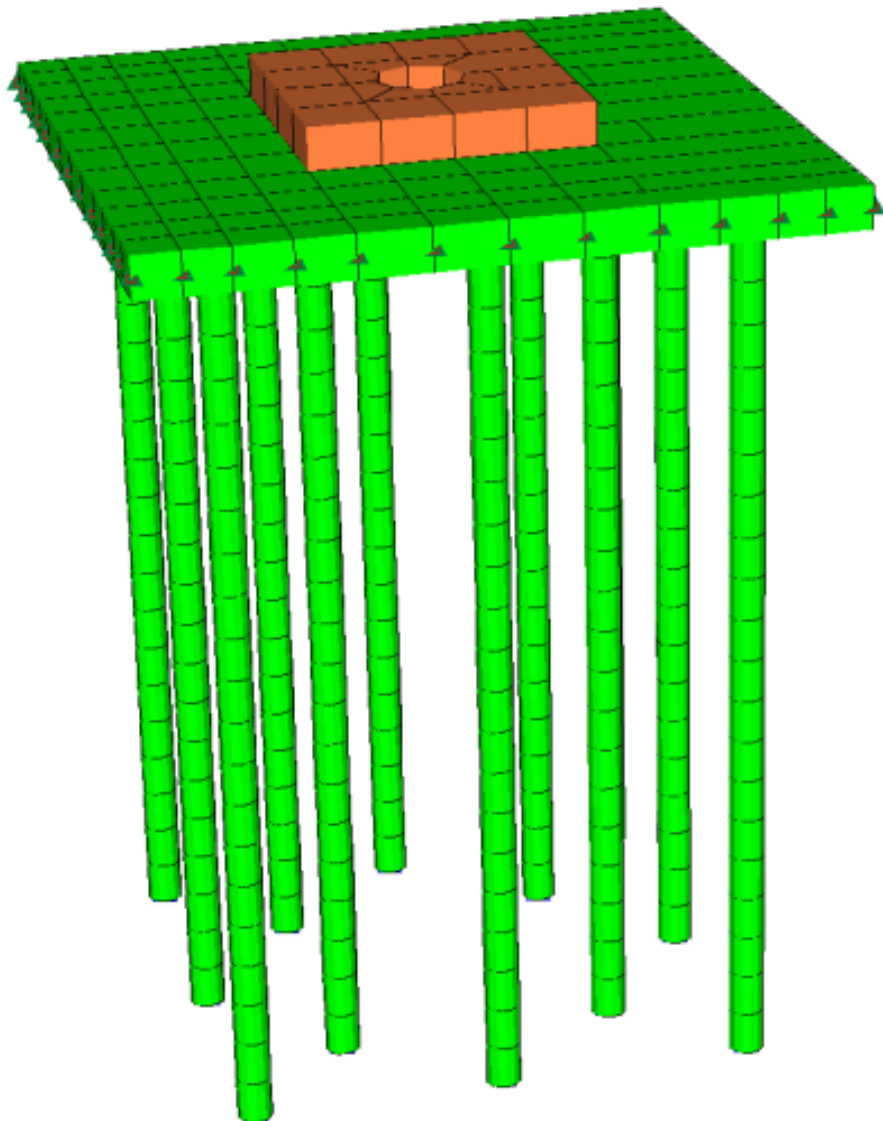


Figura 8.2. – Schema assonometrico platea e pali di fondazione.

8.1.1. I NODI.

La struttura è individuata da nodi riportati in coordinate.

Ogni nodo possiede sei gradi di libertà, associati alle sei possibili deformazioni. I gradi di libertà possono essere liberi (spostamenti generalizzati incogniti), bloccati (spostamenti generalizzati corrispondente uguale a zero), di tipo slave o linked (il parametro cinematico dipende dalla relazione con altri gradi di libertà).

Si può intervenire sui gradi di libertà bloccando uno o più gradi. I blocchi vengono applicate nella direzione della terna locale del nodo.

Le relazioni complesse creano un legame tra uno o più gradi di libertà di un nodo detto slave con quelli di un altro nodo detto master. Esistono tre tipi di relazioni complesse.

Le relazioni di tipo link prescrivono l'uguaglianza tra gradi di libertà analoghi di nodi diversi. Specificare una relazione di tipo link significa specificare il nodo slave assieme ai gradi di libertà che partecipano al vincolo ed il nodo master. I gradi di libertà slave saranno eguagliati ai rispettivi gradi di libertà del nodo master.

La relazione di piano rigido prescrive che il nodo slave appartiene ad un piano rigido e quindi che i due spostamenti in piano e la rotazione normale al piano sono legati ai tre parametri di roto-traslazione rigida di un piano.

Il Corpo rigido prescrive che il nodo slave fa parte di un corpo rigido e tutti e sei i suoi gradi di libertà sono legati ai sei gradi di libertà posseduti dal corpo rigido (i gradi di libertà del suo nodo master).

8.1.2. I CARICHI.

I carichi agenti sulla struttura possono essere suddivisi in carichi nodali e carichi elementari. I carichi nodali sono forze e coppie concentrate applicate ai nodi della discretizzazione. I carichi elementari sono forze, coppie e sollecitazioni termiche.

I carichi in luce sono individuati da un codice numerico, da un tipo e da una descrizione. Sono previsti carichi distribuiti trapezoidali riferiti agli assi globali (f_X, f_Y, f_Z, f_V) e locali (f_x, f_y, f_z), forze concentrate riferite agli assi globali (F_X, F_Y, F_Z, F_V) o locali (F_x, F_y, F_z), momenti concentrati riferiti agli assi locali (M_x, M_y, M_z), momento torcente distribuito riferito all'asse locale x (m_x), carichi termici (t_x, t_y, t_z), descritti con i relativi parametri identificativi, aliquote inerziali comprese, rispetto al riferimento locale. I carichi in luce possono essere attribuiti solo a elementi finiti del tipo trave o trave di fondazione.

8.1.3. GLI ELEMENTI FINITI.

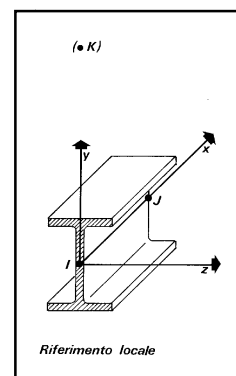
La struttura può essere suddivisa in sottostrutture, chiamate gruppi.

ELEMENTO TRUSS (ASTA RETICOLARE)

L'elemento truss (asta reticolare) rappresenta il modello meccanico della biella elastica. Possiede 2 nodi I e J e di conseguenza 12 gradi di libertà.

Gli elementi truss sono caratterizzati da 4 parametri fisici e geometrici ovvero:

1. A Area della sezione.



2. E. Modulo elastico.
3. ρ . Densità di peso (peso per unità di volume).
4. α . Coefficiente termico di dilatazione cubica.

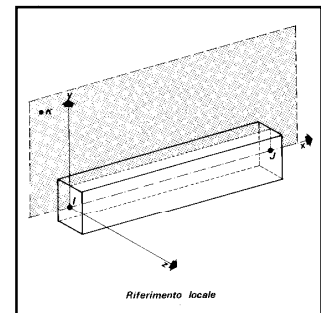
I dati di input e i risultati del calcolo relativi all'elemento stesso sono riferiti alla terna locale di riferimento indicata in figura.

ELEMENTO FRAME (TRAVE E PILASTRO, TRAVE DI FONDAZIONE)

L'elemento frame implementa il modello della trave nello spazio tridimensionale. E' caratterizzato da 2 nodi principali I e J posti alle sue estremità ed un nodo geometrico facoltativo K che serve solamente a fissare univocamente la posizione degli assi locali.

L'elemento frame possiede 12 gradi di libertà.

Ogni elemento viene riferito a una terna locale destra x, y, z , come mostrato in figura. L'elemento frame supporta varie opzioni tra cui:



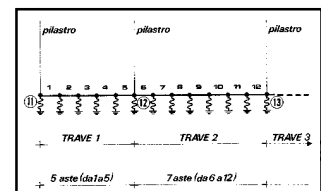
1. deformabilità da taglio (travi tozze);
2. sconnessioni totali o parziali alle estremità;
3. connessioni elastiche alle estremità;
4. offsets, ovvero tratti rigidi eventualmente fuori asse alle estremità;
5. suolo elastico alla Winkler nelle tre direzioni locali e a torsione.

L'elemento frame supporta i seguenti carichi:

1. carichi distribuiti trapezoidali in tutte le direzioni locali o globali;
2. sollecitazioni termiche uniformi e gradienti termici nelle due direzioni principali;
3. forza concentrata in tutte le direzioni locali o globali applicata in un punto arbitrario;
4. carichi generici mediante prescrizione delle reazioni di incastro perfetto.

I gruppi formati da elementi del tipo trave riportano, in ordine, i numeri dei nodi iniziale (I), finale (J) e di riferimento (K), la situazione degli svincoli ai nodi I e J (indicate in legenda eventuali situazioni diverse dall'incastro perfetto ad entrambi i nodi), i codici dei materiali e delle sezioni, la situazione di carico nelle otto possibili condizioni A, B, C, D, E, F, G, H: se è presente un numero, esso individua il coefficiente moltiplicativo del carico corrispondente.

I gruppi relativi all'elemento trave di fondazione riportano informazioni analoghe; le condizioni di carico sono limitate a due (A e B);



È indicata la caratteristica del suolo, la larghezza di contatto con il terreno e il numero di suddivisioni interne. Per la trave di fondazione il programma abilita automaticamente solo i gradi di libertà relativi alla rotazione intorno agli assi globali X, Y e alla traslazione secondo Z, bloccando gli altri gradi di libertà. Ogni trave di fondazione è suddivisa in un numero adeguato di parti (aste). Ogni singola asta interagisce con il terreno mediante un elemento finito del tipo vincolo elastico alla traslazione verticale tZ convergente ai suoi nodi (vedi figura), il cui valore di rigidità viene determinato da programma moltiplicando la costante di sottofondo assegnata dall'utente per l'area di contatto con il terreno in corrispondenza del nodo.

I tipi di carichi ammessi sono solo di tipo distribuito fZ , fV , f_y . Inoltre accade che:

$V_i=V_f$; $d_i=df=0$, ovvero il carico è di tipo rettangolare esteso per tutta la lunghezza della trave.

ELEMENTO SHELL (GUSCIO)

L'elemento shell implementa il modello del guscio piatto ortotropo nello spazio tridimensionale. È caratterizzato da 3 o 4 nodi I, J, K ed L posti nei vertici e 6 gradi di libertà per ogni nodo. Il comportamento flessionale e quello membranale sono disaccoppiati.

Gli elementi guscio/piastra si caratterizzano perché possono subire carichi nel piano ma anche ortogonali al piano ed essere quindi soggetti anche ad azioni flettenti e torcenti.

Gli elementi in esame hanno formalmente tutti i sei gradi di libertà attivi, ma non posseggono rigidità per la rotazione ortogonale al piano dell'elemento.

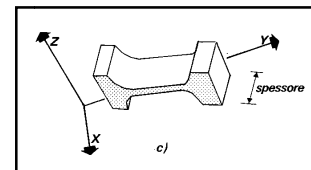
Nei gruppi shell definiti "platea" viene attuato il blocco di tre gradi di libertà, uX , uY , rZ , per tutti i nodi del gruppo.

Ogni gruppo può contenere uno o più elementi (max 1999). Ogni elemento viene definito da questi parametri:

1. elemento numero (massimo 1999 per ogni gruppo);
2. nodi di riferimento I, J, K, L;
3. spessore;
4. materiale;
5. pressioni e relative aliquote dinamiche;
6. temperatura;
7. gradiente termico;
8. carichi distribuiti e relative aliquote dinamiche.

ELEMENTO PLANE (STATO PIANO DI TENSIONE, STATO PIANO DI DEFORMAZIONE, ASSIALSIMMETRICO)

L'elemento plane implementa i modelli dell'elasticità piana nelle tre classiche varianti degli stati piani di tensione, di deformazione e dei problemi assialsimmetrici, per materiali ortotropi nello spazio bidimensionale. E' caratterizzato da 3 o 4 nodi I, J, K, L posti nei vertici e 2 gradi di libertà per ogni nodo.



Gli elementi in stato piano di tensione, di deformazione o assialsimmetrici sono elementi piani quadrilateri (4 nodi) o triangolari (3 nodi) bidimensionali, caratterizzati da due dimensioni dello stesso ordine di grandezza, prevalenti sulla terza dimensione, che individua lo spessore. Vengono utilizzati per rappresentare strutture bidimensionali caricate nel piano: sono nulle le tensioni ortogonali al piano dell'elemento.

Gli elementi in Stato Piano di Deformazione sono elementi per cui è nulla la deformazione ortogonale al piano, ma non la tensione relativa. Vanno obbligatoriamente analizzati nel piano YZ e si assume uno sviluppo unitario sulla terza dimensione (lungo X). Hanno attivi i due gradi di libertà relativi agli spostamenti nel piano YZ.

Gli elementi Assialsimmetrici rappresentano solidi simmetrici, ottenuti per rotazione intorno all'asse verticale Z e simmetricamente caricati; sono individuati dalla loro sezione nel piano YZ. Anche gli elementi assialsimmetrici vanno studiati nel piano YZ e hanno attivi i gradi di libertà relativi agli spostamenti in questo piano.

Il programma analizza il loro comportamento per uno sviluppo angolare di un radiante.

Ogni gruppo può contenere uno o più elementi (max 1999). Ogni elemento viene definito con questi parametri:

1. numero elemento (massimo 1999 per gruppo);
2. nodi di riferimento I, J, K, L;
3. spessore;
4. materiale;
5. carichi (o pressioni) e relative aliquote dinamiche;
6. temperatura.

ELEMENTO BOUNDARY (VINCOLO)

L'elemento boundary è sostanzialmente un elemento molla con rigidità assiale in una direzione specificata e rigidità torsionale attorno alla stessa direzione. E' utile quando si vogliono determinare le reazioni vincolari oppure quando si vogliono imporre degli spostamenti o delle rotazioni di alcuni nodi (cedimenti vincolari).

I parametri relativi ad ogni singolo vincolo sono:

1. il nodo a cui è collegato il vincolo (o i vincoli, massimo sei);
2. la traslazione imposta (L) o la rotazione imposta (radianti);
3. la rigidità (per le traslazioni in F/L, per le rotazioni in F*L/rad).

ELEMENTO PLINTO

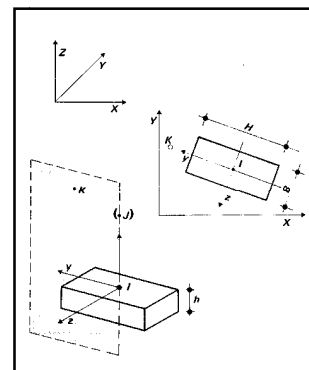
Il plinto viene modellato mediante vincoli elastici alla traslazione e alla rotazione.

Il nodo I è il nodo di attacco del plinto e generalmente corrisponde con il nodo al piede di un pilastro. Si suppone, implicitamente, l'esistenza di un nodo J posizionato sopra I, sulla sua verticale (vedi figura).

Il nodo K consente, assieme a I e J, di orientare il plinto nello spazio. Valgono al riguardo considerazioni analoghe a quelle fatte per i pilastri. L'asse locale x è diretto da I verso J, l'asse locale y è ortogonale a x e punta verso K, l'asse locale z forma, con x e y l'usuale terna cartesiana destrorsa.

La sezione del plinto è quella orizzontale in pianta, esclusivamente rettangolare. La base della sezione si misura parallelamente all'asse locale z, l'altezza si valuta secondo y.

L'altezza h del plinto si misura in verticale (secondo l'asse globale Z).



8.2. Prestazioni di progetto, classe della struttura, vita utile e procedure di qualità.

Le prestazioni della struttura e le condizioni per la sua sicurezza sono state individuate comunemente dal progettista e dal committente. A tal fine è stata posta attenzione al tipo della struttura, al suo uso e alle possibili conseguenze di azioni anche accidentali; particolare rilievo è stato dato alla sicurezza delle persone.

La classe della struttura è di tipo 1.

Risulta così definito l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita della struttura ed è stato accertato, in fase di dimensionamento, che essi non siano superati.

Altrettanta cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente realizzate solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera. Per quanto riguarda la durabilità si sono presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui

sarà sottoposta. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

In fase di costruzione saranno attuate severe procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, lavorazione, metodi costruttivi.

Saranno seguiti tutti gli inderogabili suggerimenti previsti nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

8.3. Tipo e caratteristiche dei materiali strutturali.

8.3.1. Calcestruzzi.

Tipologia strutturale:	Fondazioni
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	30 N/mm ² (300 daN/cm ²)
Condizioni ambientali:	Strutture completamente interrato in terreno permeabile.
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S3 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	16 mm

Tipologia strutturale:	Elevazione
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	30 N/mm ² (300 daN/cm ²)
Condizioni ambientali:	Strutture interne di edifici non industriali con umidità bassa.
Classe di esposizione:	XC1
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S4 (Fluida) con Additivo Superfluidificante
Diametro massimo aggregati:	16 mm

8.3.2. Dosatura dei materiali.

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 300 (30) è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto):

sabbia	0.4 m ³
--------	--------------------

ghiaia	0.8 m ³
acqua	150 litri
cemento tipo 325	350 kg/m ³

8.3.3. Qualità dei componenti.

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

8.3.4. Prescrizione per inerti.

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

8.3.5. Prescrizione per il disarmo.

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Provini da prelevarsi in cantiere

n° 2 cubi di lato 15 cm;

un prelievo ogni 100 mc

$$\sigma_{c28} \geq 3 \cdot \sigma_{c adm};$$

$$R_{ck 28} = R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$$

$$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi impiegati:

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);

0.10 mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica: $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Viscosità $\varphi = 1.70$.

Acciaio per C.A.

ACCIAIO PER C.A. FE B 44 K	
<u>METODO AGLI STATI LIMITE</u>	
f_{yk} tensione caratteristica di snervamento:	$\geq 4400 \text{ kg/cm}^2 (\geq 431 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione caratteristica di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
f_{td} tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_s = f_{yk} / 1.15 = 3826 \text{ kg/cm}^2 (= 375 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} \leq 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.13$$

Controlli in cantiere delle barre d'armatura

(3 spezzoni dello stesso diametro)

$$f_y = f_m - 100 \text{ daN/cm}^2$$

9. CALCOLO DELLA GITATTA MASSIMA DOVUTA AL DISTACCO DELLA PALA.

Nello studio probabilistico il rischio è esaminato come combinazione di due fattori:

1. la probabilità che possa accadere un determinato evento, ovvero il distacco effettivo di una pala, frammento di essa o un frammento di ghiaccio in seguito alle rivoluzioni del rotore di turbina;

2. la probabilità che tale evento abbia conseguenze sfavorevoli, ovvero che successivamente al distacco si abbia una caduta dell'oggetto in un punto occupato da persone o cose e si abbia dunque un danno effettivo connesso all'evento.

L'elemento pala è l'unica parte di turbina soggetta a movimento rotatorio dinamico, con rivoluzione rotore nel range 8-16 r.p.m. e velocità massima alla punta di pala nell'ordine 78 m/s; la pala è in grado quindi di diffondere frammenti nell'intorno.

Per quanto concerne la caduta di frammenti di ghiaccio (problema molto sentito in Canada o in zone a clima continentale molto rigido), vista la latitudine e altitudine dell'area interessata dal parco eolico "*Piano delle Tavole*", la sua probabilità si può considerare sostanzialmente nulla.

Una presentazione del caso distacco pala o frammenti di pala viene invece approfondito con riferimenti bibliografici e di ricerca condotti da istituti specializzati per dare una risposta al tema.

Innanzitutto si premette che le pale dei rotor nelle turbine moderne sono realizzate secondo elevati standard ISO in fibra di vetro rinforzato con materiali plastici coesivi quali il poliestere o le fibre epossidiche.

L'utilizzo di questi materiali limita fortemente la probabilità di distacco di parti di pala in rotazione.

Inoltre la presenza di sistemi parafulmine secondo le rigide norme IEC 61400-23 consente di diminuire fortemente il rischio che un fulmine causi danni a pale e di conseguenza si avvii un opera di distacco graduale di un frammento di essa.

Poi relativamente al distacco dovuto a velocità di rotazione rotore superiore ai limiti di operatività prefissati esistono attualmente allarmi che innescano un freno di emergenza del rotore quando la velocità rotore supera il 10% della massima velocità rotore nominale: ciò evita di raggiungere velocità tali (overspeed) da determinare un pericoloso distacco di pala o parte di essa.

Il rotore e i suoi sub-componenti, sono attualmente progettati tenendo in conto fattori di sicurezza di 1.5, quindi con ipotesi di carico fino a 50% superiore agli scenari di carico attesi poi nel sito.

9.1. – Probabilità di distacco.

Sono stati condotti molti studi che analizzano la probabilità di distacco di pala o frammenti di essa. Le prime ricerche di dettaglio in tal senso risalgono al 1981 e sono state condotte sulle WTG multi MW al tempo in fase di testing in Svezia (Eggwertz, 1981). Studi successivi, anche riprendendo dagli studi precedenti, sono stati prodotti nel 1983 (Macqueen, Regno Unito), 1984 (Sorensen, Danimarca), 2001 (Eggers, USA); questi hanno consentito di approfondire la tematica e di raccogliere anche dati reali relativi a wind farm esistenti.

Uno degli studi più recenti, molto pertinente al tipo di WTG multi MW considerate al parco eolico di *Banzi – Palazzo San Gervasio*, è quanto condotto da California Wind Energy Collaborative (CWEC, Scott Larwood, "Permitting setbacks for wind turbines in California and the blade throw hazard", 2005).

In questo studio si conclude che la probabilità di distacco effettivo di pala o di un frammento di pala è compreso tra 0.1-1% all'anno per turbina.

9.2. – Area di impatto nell'intorno.

Successivamente al distacco di pala o frammento di essa, le forze di gravità e le forze di resistenza viscosa agendo sulla superficie del frammento si oppongono al moto e ne riducono il tempo e la distanza di volo.

In misura minore a questa azione si contrappongono le forze aerodinamiche di portanza che si innescano sulla pala o sezione di pala distaccata (in virtù del profilo aerodinamico secondo il quale vengono modellate le sezioni trasversali della pala stessa), prolungando il tempo e la distanza di volo. Il prevalere di una o dell'altra forza è fortemente dipendente dalle caratteristiche di volo e le caratteristiche geometriche specifiche del frammento in volo.

Da un punto di vista teorico, non prendendo in considerazione le caratteristiche aerodinamiche proprie della pala, la gittata maggiore della pala o della sezione di pala distaccata, si avrebbe nel caso di distaccamento in corrispondenza di un angolo Θ di 45° del frammento (schematizzazione disegno sotto).

In particolare in uno studio eseguito dalla PB Power Ltd per conto della società Vestas Wind System "VESTAS V80 – Blade throw calculation under normal operating conditions" (2001) si trova che, in caso di rottura accidentale, il valore di gittata massima degli elementi rotanti di una pala dell'aerogeneratore VESTAS V80 2MW risulta inferiore ai 350 metri, escludendo a ragione tutti i casi puramente teorici di moto e traiettoria a giavellotto.

E' verosimile pensare che le **WTG REpower MM92 prospettate per il sito interessato dal parco eolico presentino analogamente questa distanza di gittata massima o distanza inferiore.**

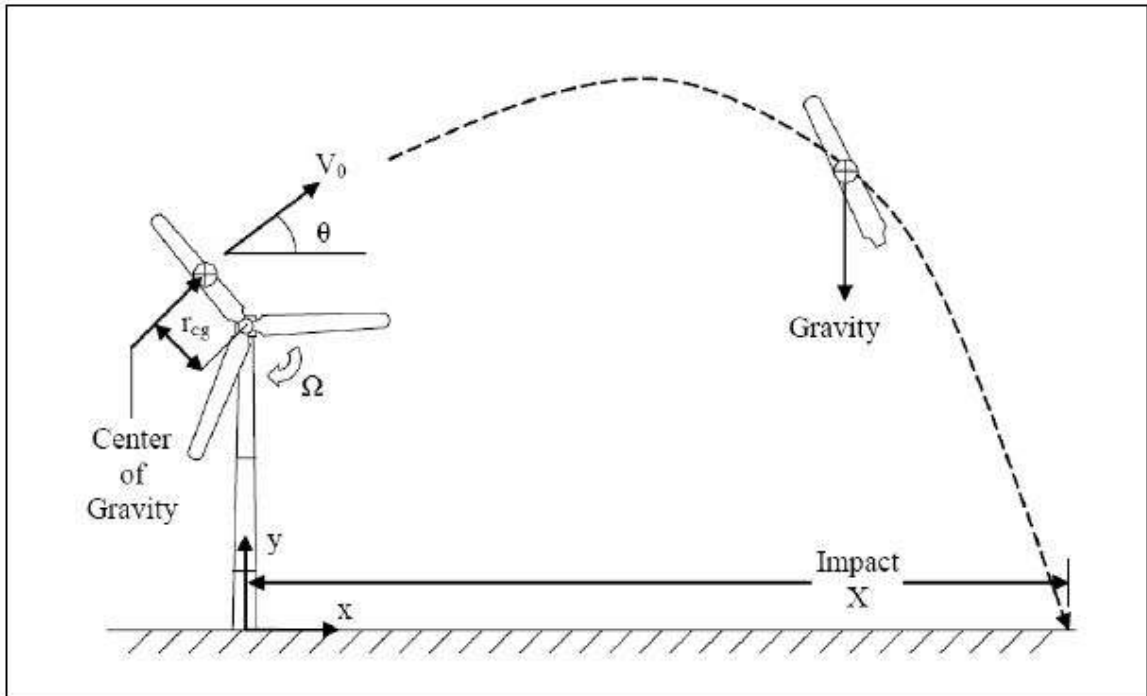


Figura 9.1. – Schema di gittata massima di un aerogeneratore.

9.3. – Probabilità di rischio reale nell'intorno.

Sempre con riferimento allo studio di CWEC del 2005 si fa una trattazione della probabilità di impatto del frammento nell'intorno. Si conclude in particolare che il rischio massimo si verifica nell'immediato intorno della base torre della turbina, si assiste a un decremento di tipo esponenziale all'aumentare della distanza da base torre, per poi vedere un lieve aumento per la distanza massima (dove fenomeni aerodinamici più complessi sono stati assunti nel modello).

In particolare si è cercato di modellare la probabilità di impatto su un settore anulare radiale intorno alla WTG.

Si trova quindi che la formula probabilistica è la seguente:

$$P\{X_1, X_2, \varphi\} = \frac{\varphi}{\pi^2} \left[\arcsin \frac{X_2}{X_{\max}} - \arcsin \frac{X_1}{X_{\max}} \right]$$

Dove Phi è l'angolo del settore anulare, X_1 è il raggio interno del settore anulare, X_2 è il raggio esterno del settore anulare e X_{\max} rappresenta la distanza massima di gittata del frammento

(assimilabile per il caso specifico ai 350 m di distanza trovati dal succitato studio PB Power per Vestas).

L'equazione sopra indicata è graficamente espressa sotto, assumendo una $X_2 - X_1$ normalizzata pari a 0.05 (questo significa che, ad esempio, a distanza 300 m dalla base torre si assume un'ampiezza radiale del settore anulare pari a 15 m). Si vede come la probabilità tende a essere più alta per distanze prossime alla base torre (<0.2 , pari a circa 70 m) e si ha un leggero incremento alla distanza massima dovuto essenzialmente al verificarsi di dinamiche di moto complesso.

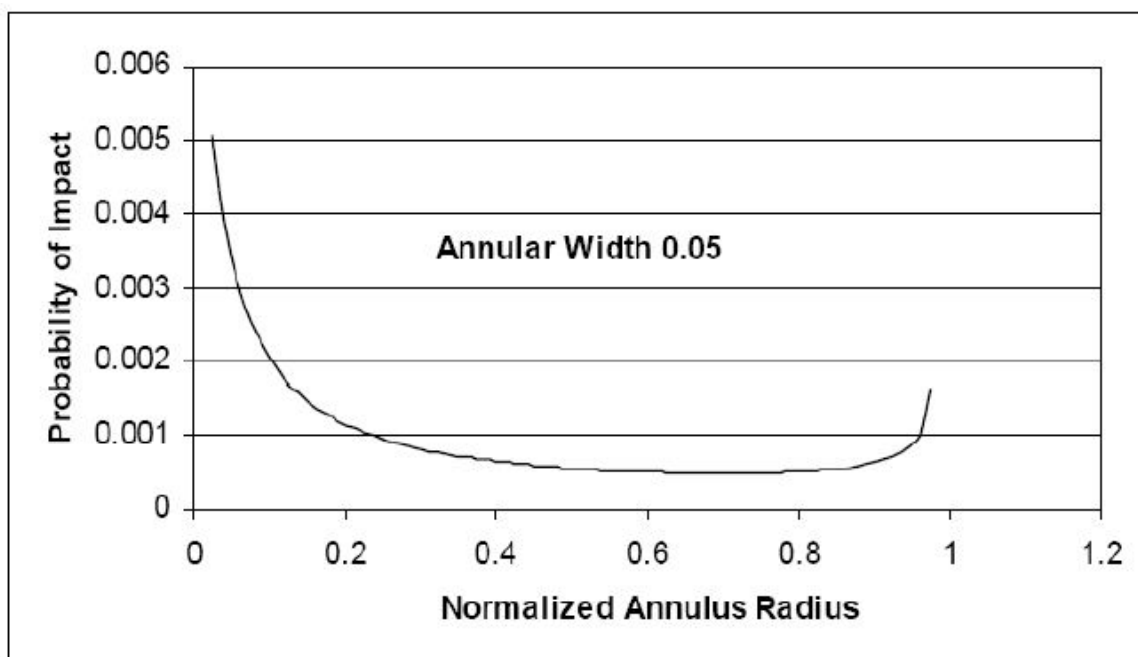


Figura 9.2. – Probabilità di impatto.

9.4. – Rischio per fattore umano.

Altro aspetto da tenere in conto è quello legato all'effettiva presenza antropica nel sito e nei suoi dintorni.

Si deve tenere presente che il parco eolico "Piano delle Tavole" è destinato a un'area sostanzialmente prativa in cui la presenza umana è limitata al passaggio di sporadiche automobili nella viabilità della zona e al passaggio di attrezzi agricoli (seppur nell'immediata prossimità delle WTG).

E' difficile quantificare e censire il passaggio di questi veicoli condotti dall'uomo; è possibile presumere che non sia comunque superiore mediamente al 10% del tempo in una giornata e

quindi la caduta di frammento di turbina che avviene nel restante 90% del tempo di una giornata non provocherà danni alla salute umana.

9.5. – CONCLUSIONI.

Nello studio probabilistico il rischio è esaminato come combinazione di due fattori:

1. la probabilità che possa accadere un determinato evento, ovvero il distacco effettivo di una pala, frammento di essa o un frammento di ghiaccio in seguito alle rivoluzioni del rotore di turbina;

2. la probabilità che tale evento abbia conseguenze sfavorevoli, ovvero che successivamente al distacco si abbia una caduta dell'oggetto in un punto e che quel particolare punto sia anche occupato da persone o cose e si abbia dunque un danno effettivo connesso all'evento.

In base a studi del fenomeno condotti dai primi anni ottanta e più recentemente sviluppati intorno ai modelli di WTG 2-3 MW (in linea con quanto atteso al sito di *Banzi – Palazzo San Gervasio*), si trova che il rischio reale è particolarmente basso e verosimilmente con una probabilità nell'ordine 10^{-4} - 10^{-5} all'anno per WTG e comunque per distanze fino a 300-350m dalla base della turbina.

Vista la distanza delle abitazioni più prossime all'impianto ciò ci consente di asserire che il pericolo di collisione umana è pressoché nullo. Il problema reale legato a frammenti di pala non si pone in quanto la probabilità di accadimento di fatto si annulla.

10. DATI ANEMOMETRICI.

La stima del potenziale eolico di una determinata area si basa sulla conduzione di una appropriata campagna anemometrica in sito.

L'analisi anemologica ha per scopo la creazione di una mappa del vento del sito per individuare le aree più ventose (Wind Resource) al fine di posizionare in modo ottimale le turbine, tenendo conto sia del grado di turbolenza, sia delle interferenze tra le turbine.

Lo strumento utilizzato per la raccolta dei dati è "l'anemometro", dispositivo costituito essenzialmente da:

- una torre (tubolare o tralicciata) supportata, la sua altezza varia secondo il tipo di sito; ha un'altezza variabile tra i 30 m e gli 80 m;
- una serie di sensori di velocità e di direzione a diverse altezze; gli strumenti devono essere calibrati da un organismo certificato.
- una centralina elettronica (Data Logger) per la memorizzazione dei dati e l'eventuale trasmissione degli stessi tramite modem.

I dati raccolti sono la velocità e la direzione del vento; dopo l'elaborazione si passa ad analizzare il grado di turbolenza e la variazione di velocità del vento in base all'altezza di misura (Wind Shear).

10.1. Stazione anemometrica.

In particolare è stata installata una stazione anemometrica (H69) ad un'altitudine di 596 m s.l.m., nel comune di Genzano di Lucania, (coordinate UTM – 33T - E 0581487 N 4523387).

L'anemometro adottato per la determinazione della velocità media annua del vento, a diverse altezze dal terreno – 70 m, 50 m, 40 m, 20 m s.l.m. - è di tipo NRG #40C. L'orientamento del supporto dei sensori è, rispettivamente, a 310°; i sensori sono lunghi 100 e 300 cm.

I dati sono stati acquisiti con il data logger di tipo Campbell ad un intervallo di acquisizione di 10'.

Tabella 10.1. – Rapporto di prima installazione.

ALLEGATO A 1 alla pratica operativa								
Rapporto di prima installazione stazione								
Stazione Anemometrica di				GENZANO DI LUCANIA (PZ) H 69				
Codice Stazione				001-08723				
S I T O	Località							
	Poligono UTM	Map datum: European 1950	Altitudine: q.t. s.l.m. 596	Zona: 33 T	Longitudine X: E:81 0581487	Latitudine Y: NORTH 4523387		
	Suolo		Prevalenza Terra: <input checked="" type="checkbox"/>	Misto Terra-Roccia	Prevalenza Roccia			
	Territorio		Incolto: <input checked="" type="checkbox"/>	Semintivo	Prati	Abitato	Industriale	Pascolo
	Vegetazione		Arenile: <input checked="" type="checkbox"/>	Erba	Macchia	Foresta	Alberi sparsi	
Morfologia:		Montana	Collina	Fondovalle	Altopiano	Sommia	Orinale	
S T R U M E N T I	Descrizione		Matricola	Tipo	Orientamento direzione	Orientamento supporti sensori	Lunghezza supporti sensori	
	Sensore Velocità a m 70		00171	NRG #40C	---	310°	100 cm	
	Sensore Velocità a m 50		105555	NRG #40C	---	310°	300 cm	
	Sensore Velocità a m 40		97374	NRG #40C	---	310°	300 cm	
	Sensore Velocità a m 20		111879	NRG #40C	---	310°	300 cm	
	Sensore Velocità a m		---	---	---	---	---	
	Sensore Direzione a m 70		---	NRC #200P	0°	130°	100 cm	
	Sensore Direzione a m 50		---	NRC #200P	0°	130°	300 cm	
	Sensore Direzione a m 40		---	NRC #200P	0°	130°	300 cm	
	Sensore Direzione a m		---	---	---	---	---	
	Sensore Pressione a m		---	---	---	---	---	
	Sensore Umidità a m		---	---	---	---	---	
	Sensore Temperatura m 5		---	NRC #110S	---	---	---	
Logger		08723	Nomad 2 GSM	---	---	---		
Luca di Segnalazione		<input checked="" type="checkbox"/>	NO					
Memory Card		Compact Flash Card						
Forma filo		ES 60			Altezza: m 60			
Cavo schermato tripolare		Cavo UL Style 3x20 AWC			Metri: m 72-82-42			
Cavo schermato bipolare		Cavo UL Style 2x20 AWC			Metri: m 72-82-42-22			
Caldato in rame per scarico a terra		Gialloverde Ø 16			Metri: m 75			
Capitale di ferrami		Asa - capazione di rame			Metri: m 1.00-0.80			
Rinforzo di terra		M. 2 conduttori in acciaio zincato			Metri: m 1.50			
M O N T A G G I O	Installatore		EURO SERVICE S.r.l.					
	Installazione		Data: 21/07/2009					
	Avvio Logger		Data: 22/07/2009		Costo: 10.00.00			
Verifica corretta installazione e registrazione (Allegato A 6)				<input checked="" type="checkbox"/>	NO			

Figura 10. 4. – Sito installazione Anemometro.



Figura 10. 5. – Sito con Anemometro.

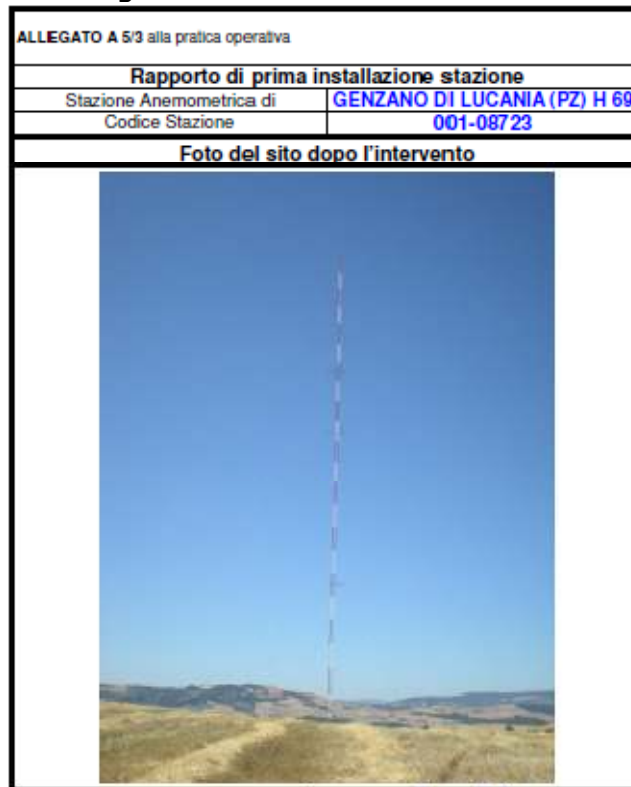


Tabella 10.3. – Verifica di prima installazione.

ALLEGATO A 6 alla pratica operativa					
Verifica prima installazione					
Stazione Anemometrica di			GENZANO DI LUCANIA (PZ) H 69		
Codice Stazione			001-08723		
N° codice sensore di velocità a m 70	86171	Verifica Struttura	C	NC	
N° codice sensore di velocità a m 50	10555	Verifica ancoraggi	X		
N° codice sensore di velocità a m 40	97374	Tensione degli stralli	X		
N° codice sensore di velocità a m 20	111879	Linearietà della torre	X		
N° codice sensore di velocità a m		Perpendicolarità della torre	X		
N° codice sensore di direzione a m 70	---	Controllo parafulmine	X		
N° codice sensore di direzione a m 50	---	Controllo dei supporti	X		
N° codice sensore di direzione a m 40	---	Controllo angolo di direzione	X		
N° codice sensore di direzione a m					
N° codice sensore di pressione a m		Verifica Trasmissione Dati			
N° codice sensore di umidità a m		Test e-mail			
N° codice sensore di temperatura a m 5	---	Prova collegamento			
N° codice logger	Nomad 2 GSM	Copertura GSM			90%
Verifica Strumentazione Elettrica		C	NC	Nota	
Controllo orario e data		X			
ora e data logger	ora attuale				
10.00.00	22/07/2009	10.00.00			
Controllo voltaggio batterie		X		B1 = 0.50 V; B2 = 0.50 V; P = 1.5 10 V;	
Controllo presenza segnale canale C1.A1		X			
Controllo presenza segnale canale C2.A2		X			
Controllo presenza segnale canale C3.A3		X			
Controllo presenza segnale canale C4.A4		X			
Controllo presenza segnale canale					
Controllo presenza segnale canale					
Controllo luce di segnalazione		X			
Controllo allacciamento cavi elettrici		X			
Controllo sensore di velocità a m 70		X		5.80 m/s velocità all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di velocità a m 50		X		4.80 m/s velocità all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di velocità a m 40		X		3.80 m/s velocità all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di velocità a m 20		X		3.80 m/s velocità all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di velocità a m				m/s velocità all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di direzione a m 70		X		358° direzione all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di direzione a m 50		X		354° direzione all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di direzione a m 40		X		353° direzione all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di direzione a m				direzione all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di pressione a m				mB pressione all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di umidità a m				% umidità all'inserimento della scheda	
Controllo sensore di temperatura a m		X		26.40 °C temperatura all'inserimento della scheda	
Controllo della Memory Card		X		100% - 470 days left	
Leggenda: C = CORRETTA; NC = NON CORRETTA					

Il seguente report tecnico è relativo alla stima di producibilità preliminare prodotta dal parco eolico di 18 turbine eoliche ubicato nel sito denominato "Piano delle Tavole" nei comuni di Banzi e Palazzo San Gervasio, in provincia di Potenza, Basilicata.

Questo report è stato redatto, tra l'altro, ai fini dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del sito stesso.

Questa analisi è stata condotta ipotizzando l'utilizzo di modello turbina REpower MM92 2.05 MW (con 18 WTG risulta in 36.9 MW nominali complessivi) avente diametro rotore 92.5 m e un'altezza mozzo 100 m. Per questa configurazione si prevede una producibilità stimata di 82.9 GWh/anno, pari a una efficienza di sistema di 2244 ore equivalenti. Queste performance rispettano anche i parametri imposti dal PEIAR regionale attualmente vigente.

Ai fini della raccolta dei dati relativi a direzioni ed intensità del vento, si è utilizzato un anemometro di altezza pari a 70 metri installato in situ, di cui si parlerà più approfonditamente in seguito.

10.1.1. – Anemologia.

La campagna anemologica al sito è attualmente condotta con una torre di misura unica (TDM) di altezza 70 m. Le caratteristiche tecniche di questa TDM sono sintetizzate nella tabella sottostante:

ubicazione TDM Banzi	UTMed50: 33T 581487,4523387 Gauss Boaga Roma1940: 2601429,4523201
Altezze anemometri calibrati	70 – 50 – 40 – 20 m
Altezze banderuole	70 – 50 - 40 m
Data installazione	22 luglio 2009
Descrizione area circostante	prativo

Tabella 10.4. – Caratteristiche Torre di Misura Unica (TDM).

Ai fini della rimozione di dati difettosi si è eseguito un quality checking sui dati dei 7 sensori. Si notano brevi periodi di dati difettosi ma nel complesso la copertura dati, superiore ad un anno, consente una valutazione idonea delle potenzialità del sito.

Il risultato dell'elaborazione dati a questa TDM unica è un'estrapolazione di distribuzione di frequenza all'anemometro più alto (70 m sopra il piano di campagna) e porta ad avere i risultati di sintesi della tabella sottostante per i 12 settori notevoli di ampiezza 30 gradi per le altezze 20 m (velocità media 5.25 m/s), 40 m (6.09 m/s) e 70 m (6.15 m/s) rispettivamente.

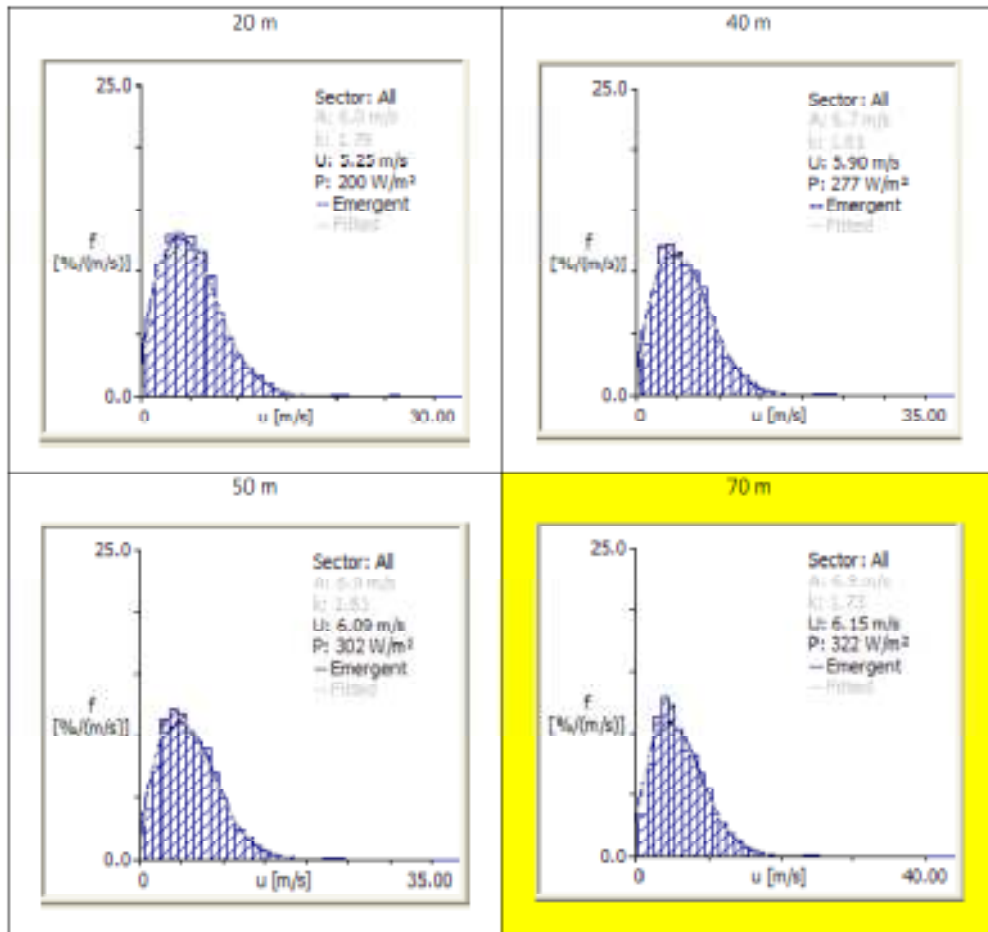


Figura 10.6. – Distribuzione di frequenza alle diverse altezze.

Risulta evidente una forte componente eolica da nord – nordovest. La velocità media a 70 m di altezza dal piano di campagna si assesta a 6.15 m/s con una densità energetica di 322 W/mq. In formato tabellare e per esteso sui 12 settori:

Sector number	Sector angle [°]	Wind dimante				Power	
		frequency [%]	Weibull-A [m/s]	Weibull-k	speed [m/s]	power [W/m²]	
1	0	8.1	5.7	2.27	5.08	136	
2	30	2.0	4.2	1.79	3.69	66	
3	60	1.2	3.8	1.72	3.35	52	
4	90	1.2	4.1	2.07	3.59	52	
5	120	5.7	7.3	2.01	6.48	316	
6	150	11.9	5.9	1.70	5.31	210	
7	180	5.9	4.6	1.55	4.12	110	
8	210	8.3	5.4	1.18	5.12	338	
9	240	12.3	7.5	1.40	6.84	592	
10	270	6.1	5.7	1.44	5.13	240	
11	300	10.7	7.4	2.19	6.52	298	
12	330	26.7	8.7	2.76	7.73	417	
All (emergent)					6.15	322	

Tabella 10.5. – Velocità media del vento e densità energetica.

In formato grafico di rosa dei venti rilevata a 70 m:

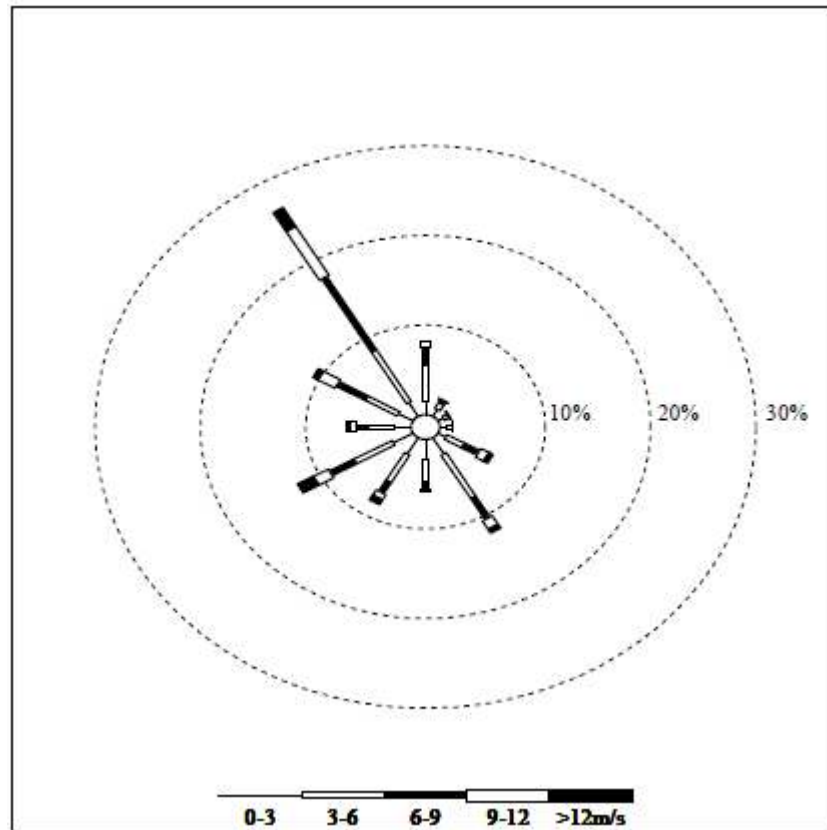


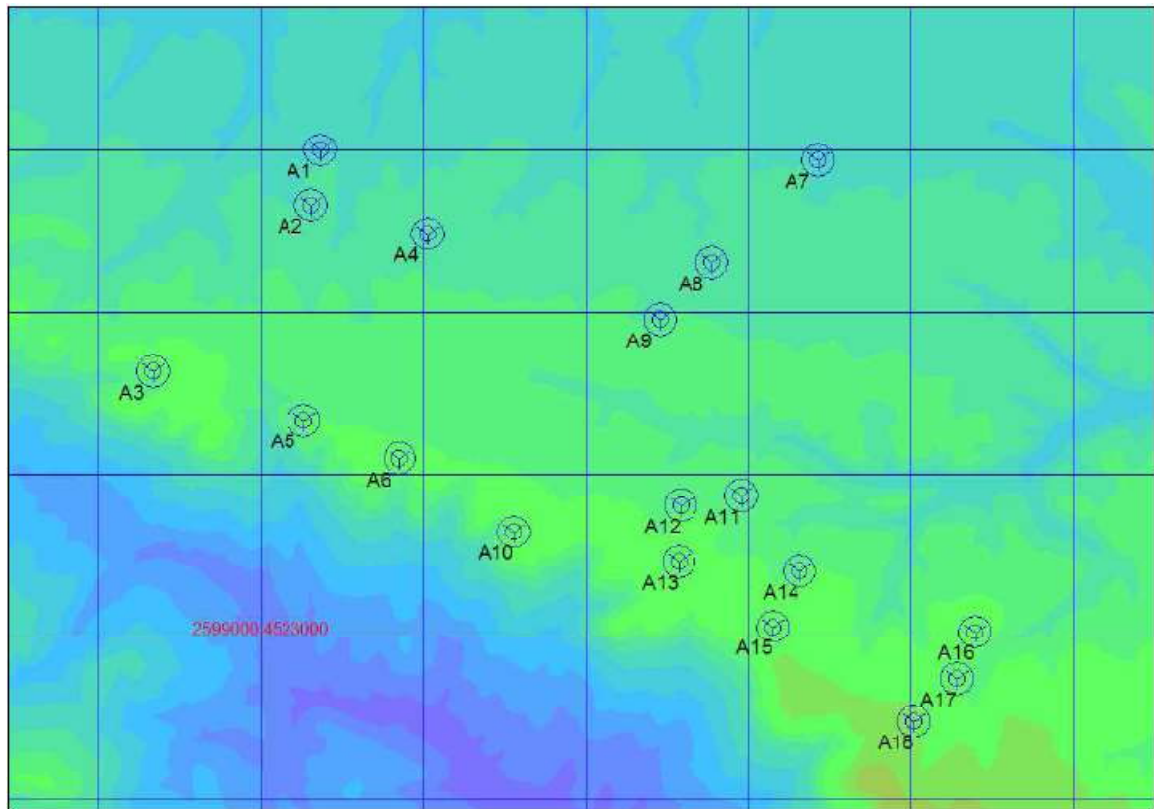
Figura 10.7. – Rosa dei venti a 70 m.

Relativamente al PEIAR Basilicata si ha un requisito di velocità rilevata alla stazione anemometrica $>4\text{m/s}$ a 25 m sopra il piano di campagna. Ebbene, i dati di misura mostrano una velocità di 5.25 m/s a 20 m, e 5.9 m/s a 40 m; per cui, tenendo conto dello wind shear risultante, pari a 0.168, risulta una velocità media stimata a 25 m di 5.45 m/s , dunque largamente superiore ai requisiti richiesti.

10.1.2. – Analisi orografica.

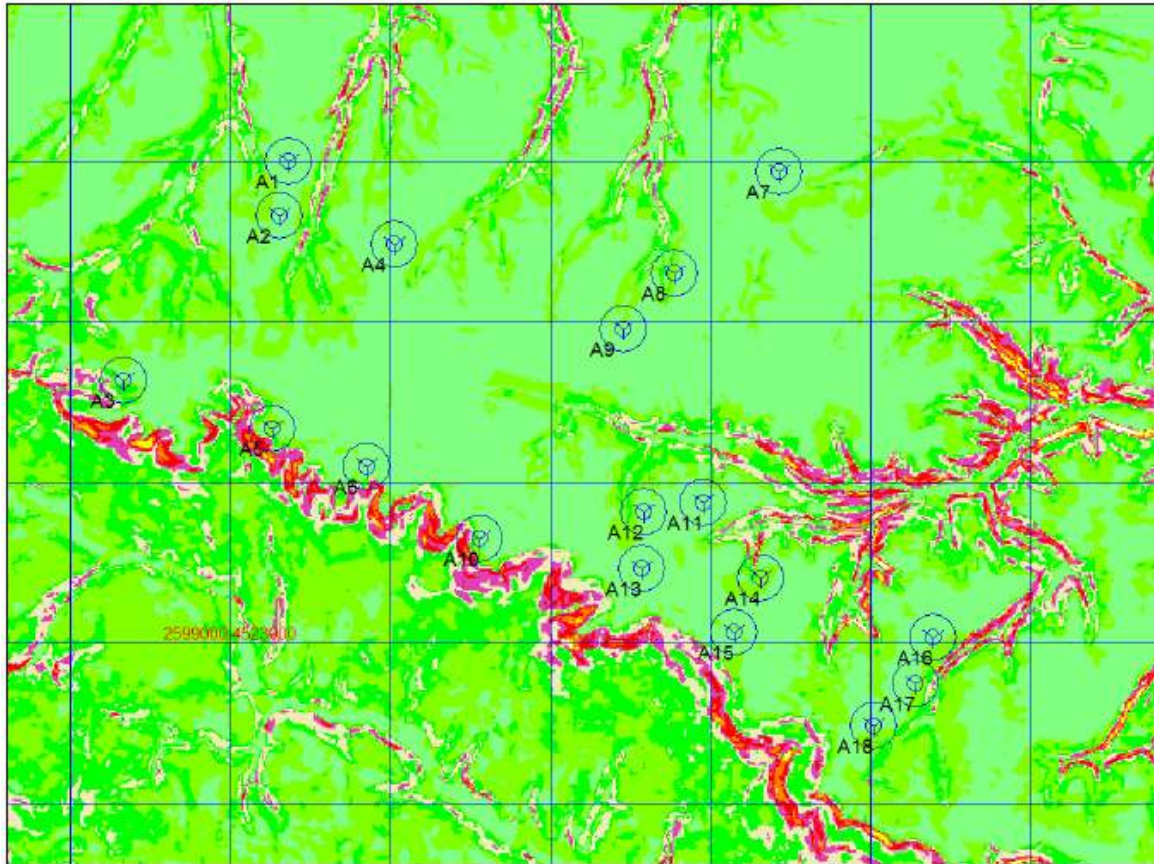
E' stato utilizzato un file DWG con passo di isoipsa 10 m come input di orografia. Il medesimo file è stato convertito in formato DTM passo 10 m per verificare criticità nel terreno del sito e del terreno circostante. Si riportano sotto in sequenza: DTM di altimetria, mappa clisimetrica con relative legenda.

Figura 10.8. – DTM di altimetria.



Fas...	Inferiore	Superiore
1	350.0	375.0
2	375.0	400.0
3	400.0	425.0
4	425.0	450.0
5	450.0	475.0
6	475.0	500.0
7	500.0	525.0
8	525.0	550.0
9	550.0	575.0
10	575.0	600.0
11	600.0	625.0
12	625.0	650.0
13	650.0	675.0
14	675.0	700.0
15	700.0	725.0

Figura 10.9. – Mappa clisimetrica (pendenze in gradi).



Fas...	Inferiore	Superiore
1	0.0	5.0
2	5.0	10.0
3	10.0	15.0
4	15.0	20.0
5	20.0	25.0
6	25.0	30.0
7	30.0	35.0
8	35.0	40.0

Annotazioni:

- Dalla mappa delle pendenze non si notano WTG poste in posizioni estremamente critiche ai fini della loro efficienza di producibilità o ai fini di uno stress eccessivo da carichi aerodinamici indotti;
- Informazioni da Google Earth sono state adottate per la definizione di una rugosità idonea di sito.

10.1.3. – Sintesi sulla metodologia di elaborazione post – anemologica.

I seguenti software sono stati adottati per l'elaborazione di mappe e l'estrapolazione dei dati di producibilità: AutoCAD LT2009, Map Editor 9.0, Google Earth 4.3, WASP 9.0 e Wind Farmer 4.1.

In sintesi gli step successivi seguiti nell'elaborazione:

- La sorgente mappa topografica è una mappa digitale da CTR con isoipse passo 10 m: il file DWG è stato convertito in formato DXF-MAP per WASP;
- L'informazione di rugosità aggiunta al MAP è stata ricavata da mappa di Google Earth opportunamente georiferita secondo coordinate Gauss Boaga Roma 1940 da CTR;
- Le informazioni anemometriche in formato TAB sono state elaborate congiuntamente a file MAP utilizzando WASP e ricavare file WRG-RSF (informazioni di risorsa eolica discretizzata) per le posizioni di TDM e WTG;
- Gli output da WASP di risorsa eolica discretizzata sono stati dunque messi tra gli input in Wind Farmer per modellare perdite di scia, turbolenza e tenere in conto di tutte le altre perdite energetiche dovute a diversi fattori;
- Da Wind Farmer si sono dunque estratti i risultati globali e individuali presentati nel paragrafo successivo.

10.1.4. – Estrapolazione dati di producibilità P50.

Le ipotesi di progetto in questo report prevedono altezza mozzo 100 m. Il modello di WTG di studio è la REpower MM92 2.05 MW, avente diametro rotore 92.5 m. I risultati di produzione globali stimati sono sotto riportati:

Capacità nominale di sito 18 WTG x 2.05MW	36.9	MW
Efficienza di disposizione	96.16	%
Efficienza elettrica	97	%
Disponibilità WTG	97	%
Ghiaccio e degradazione pale	99.5	%
Disponibilità BoP	99	%
Variazione della curva di potenza con la turbolenza	98	%
Isteresi	99.8	%
Gestione dei Settori	100	%
Produzione energetica annua netta stimata	82.9	GWh/anno
Fattore di capacità stimato	25.62	%
Ore equivalenti	2244	h

Tabella 10.6. – Stima delle produzioni globali di energia.

Si mostrano poi sotto, in formato tabellare e grafico, le produzioni stimate per mese dell'anno (in GWh e in Ore Equivalenti), trovate adottando il metodo della sensitivity energetica usando i dati anemometrici misurati sui 12 mesi dell'anno alla torre di misura unica a 70 m. Per riferimento, in termini di sensitivity energetica si è trovato che una variazione dell'1% della velocità vento al sito si riflette in una variazione media del 1.93% dell'energia netta estratta dal parco eolico.

Mese	Prod. stimata GWh/mese	Prod. stimata O.E./mese
Gen	8.8	238
Feb	10.0	271
Mar	6.9	187
Apr	6.5	177
Mag	7.0	189
Giu	6.6	179
Lug	5.9	160
Ago	4.7	126
Set	5.1	138
Ott	7.1	191
Nov	4.1	111
Dic	10.1	274

Tabella 10.7. – Produzioni energetiche stimate per mese.

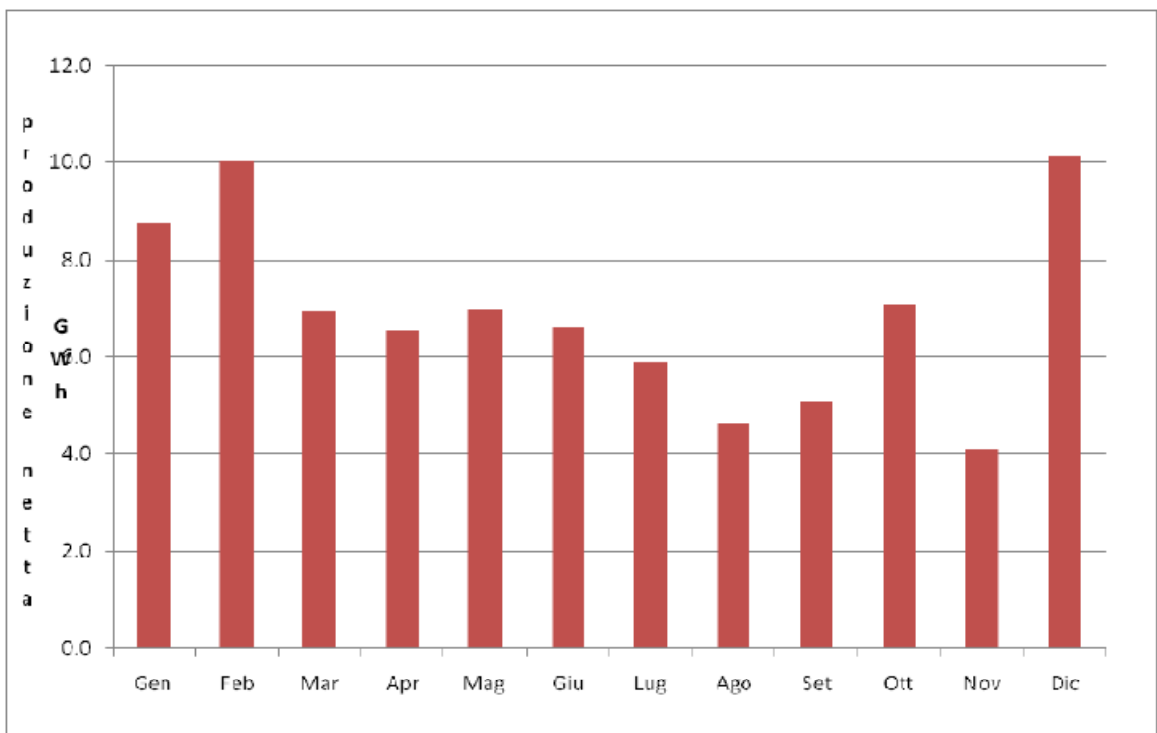


Figura 10.10. – Grafico delle produzioni energetiche stimate.

10.1.5. – Criteri PIEAR.

Il presente studio anemologico conferma il soddisfacimento del sito ai parametri anemologici imposti dal PIEAR della Regione Basilicata (Legge regionale 19 gennaio 2010, n. 1: NORME IN MATERIA DI ENERGIA E PIANO DI INDIRIZZO ENERGETICO AMBIENTALE REGIONALE D.LGS. N. 152 DEL 3 APRILE 2006 L.R. N. 9/2007). I parametri da verificare sono tre, come riassunto nella seguente tabella:

parametro	Valore PIEAR imposto
V_m (velocità media a 25 m in m/s)	> 4 m/s
E_v (densità volumetrica energia in kWh/anno/m ³)	> 0,2 kWh/anno/m ³
O.E. (ore equivalenti in h)	> 2000 h

Tabella 10.8. – Parametri PIEAR.

In dettaglio:

- la V_m stimata alla torre di misura a 20 m è pari a 5.25 m/s, e a 40 m è pari a 5.90 m/s: per cui, il valore minimo richiesto da PIEAR di 4 m/s imposto ad altezza 25 metri, altezza compresa tra i sensori a 20 m e a 40 m, è pienamente soddisfatto. In particolare, adottando il wind shear calcolato con i dati anemometrici dei sensori a 20 m e 40 m (pari a 0.168) si trova una velocità stimata di 5.45 m/s a 25 m;
- il valore di E_v è stato determinato dalla seguente equazione:

$$E_v = E / (18 \times D^2 \times H)$$
 dove **E** è l'energia media prodotta dalle WTG di parco (82.9 GWh/anno), **D** è il diametro rotore di WTG (92.5 m) e **H** è l'altezza mozzo + raggio di rotore (100 m + 92.5/2 = 146.25 m). In base a questi valori, la E_v si attesta a 0.204 kWh/anno/m³;
- le Ore Equivalenti (O.E.) si calcolano dividendo la produzione di parco (82900 MWh/anno) per i MW nominali di parco (36.9 MW).

parametro	Valore PIEAR imposto	Valore calcolato
V_m (velocità media a 25 m in m/s)	> 4 m/s	5.45 m/s
E_v (densità volumetrica energia in kWh/anno/m ³)	≥ 0,2 kWh/anno/m ³	0,204 kWh/anno/m ³
O.E. (ore equivalenti in h)	> 2000 h	2244 h

Tabella 10.9. – Relazione tra parametri anemologici del sito e PIEAR.

Il seguente report tecnico ha esaminato i seguenti aspetti relativi al parco eolico "Piano delle Tavole" situato nei comuni di Banzi e Palazzo S. Gervasio:

1. Anemologia di sito con dati raccolti per più di 1 anno da TDM di altezza 70 m sopra il piano di campagna. Queste rilevazioni hanno dimostrato una velocità media di 6.15 m/s e un vento prevalente da nord – nordovest;
2. Analisi orografica con focus su mappa altimetrica e clisimetrica al fine di individuare punti critici nella modellistica integrata: lo studio non ha evidenziato particolari criticità;
3. Estrapolazione della producibilità dell’impianto nell’ipotesi di utilizzo di modello turbina REpower MM92 Evo con altezza mozzo 100 m. I risultati dimostrano una producibilità globale P50 nell’ordine di 82.9 GWh/anno, pari a circa 2244 ore equivalenti;
4. Si conferma il soddisfacimento del sito in merito ai parametri anemologici imposti dal PIEAR della Regione Basilicata, Legge regionale 19 gennaio 2010.

11. CICLO DI VITA DELL'IMPIANTO.

11.1. PIANO DI MANUTENZIONE E GESTIONE.

La scelta del tipo di turbina eolica da installare in un determinato sito non dipende esclusivamente dalla potenza prodotta alle condizioni nominali, ma entrano in gioco una serie di fattori, tra cui anche la gestione dell'impianto e la successiva manutenzione ordinaria o straordinaria. In generale si può affermare che un aerogeneratore può essere installato in un parco eolico con una distanza minima di 5 volte il diametro del rotore tra una macchina e l'altra, lungo la direzione prevalente del vento.

Se le macchine sono posizionate su linee, perpendicolari alla direzione prevalente del vento, la distanza minima tra le macchine può essere anche di 2 diametri adottando opportune strategie di spegnimento programmato (Sector Management). Questi criteri progettuali sono soggetti a modifiche a seconda delle particolari condizioni definite da studi tecnici dettagliati.

I parametri principali da considerare nella selezione dell'aerogeneratore idoneo sono:

- ✓ le velocità estreme attese (con tempo di ritorno 50 anni), calcolate secondo standard IEC o codici di riferimento nazionali;
- ✓ l'intensità di turbolenza, determinata dal rapporto tra deviazione standard e velocità media misurata con intervallo di riferimento 10 minuti;
- ✓ la densità media dell'aria estrapolata da dati meteo di stazioni di misura locali;
- ✓ le pendenze del terreno intorno alle turbine, valutate in base all'orografia;
- ✓ la presenza di ostacoli e coperture vegetative;
- ✓ umidità, salinità, particolato, ecc. nell'aria;
- ✓ i requisiti della rete elettrica nel punto di connessione.

Un impianto eolico è costituito da un numero di aerogeneratori collegati tra loro a mezzo di un cavidotto elettrico che ne assicura la continuità di funzionamento e il convogliamento dell'energia prodotta fino al punto di consegna alla Rete di Trasmissione Nazionale. Ciascun aerogeneratore opera in modo autonomo e le modalità di connessione di ciascun aerogeneratore dipendono dal layout di cavidotto scelto per l'impianto.

Quando la velocità media del vento supera quella di avviamento (cut-in wind speed), la macchina si pone in marcia ed inizia a produrre energia fino a quando la velocità del vento non supera il valore massimo ammesso, punto in cui la macchina entra in emergenza e si ferma, in attesa che il vento rientri nel rango di sfruttamento.

In particolare, quando la velocità del vento supera il valore di avviamento, il sistema idraulico ruota l'angolo d'attacco delle pale e le porta a circa 45°, garantendo la massima portanza.

Avviato il moto rotatorio del rotore e raggiunta la velocità di giro necessaria all'avvio del generatore, la centrale inizia ad immettere energia in rete.

L'asse principale collegato da un lato al mozzo e dall'altro al moltiplicatore, poggia su due cuscinetti che ne attutiscono le vibrazioni trasmesse dal rotore. Il moltiplicatore aumenta il numero di giri dell'asse lento e accende il generatore che genera energia in bassa tensione. L'energia, perché raggiunga il punto di consegna, deve trasformare la propria tensione al fine di ridurre al minimo le perdite per effetto Joule.

A tal scopo un trasformatore di turbina converte l'energia da bassa a media tensione per immetterla nel cavidotto del parco eolico.

La turbina è controllata tramite input da sensori (velocità vento, direzione vento, temperatura, vibrazioni) posti esternamente e internamente alla turbina stessa e i segnali manuali inviati dal centro di controllo.



Figura 11.1. – Particolare di una navicella Modello MM92.

Tuttavia occorre precisare che in determinate condizioni di esercizio la turbina eolica è sottoposta ad uno stress di funzionamento che ne può compromettere la sua vita utile. Difatti in periodi di basso vento si possono registrare aumenti nel consumo energetico dovuto al riscaldamento e deumidificazione della navicella, nel caso di formazione di grande quantità di ghiaccio sulle pale o su altri elementi della macchina, è possibile registrare fermi non previsti dall'attività della turbina.

Inoltre, condizioni di vento elevato combinate con condizioni di alta temperatura o bassa temperatura o bassa densità o bassa tensione, possono indurre riduzioni di potenza nominale al

fine di assicurare che le condizioni termiche di alcuni componenti (moltiplicatore, generatore, trasformatore ecc...) siano conservate nei limiti ammessi. E' quindi raccomandabile nella gestione d'impianto garantire che :

- la tensione della rete elettrica sia conservata quanto più possibile vicina al valore nominale;
- nel caso di caduta di tensione sulla rete e basse temperature, è necessario aspettare del tempo per consentire il riscaldamento prima del nuovo avvio della macchina;
- tutti i parametri considerati durante la fase di avvio e di fermata (temperatura, velocità del vento) hanno un sistema di controllo associato a isteresi. In determinate situazioni può accadere che l'aerogeneratore si fermi anche se le condizioni ambientali sono tornate normali;
- le variazioni intermittenti o fluttuanti della frequenza sulla rete elettrica possono causare seri problemi agli aerogeneratori;
- le cadute di tensione non devono verificarsi per più di 52 volte all'anno.

Alla luce di quanto descritto risulta fondamentale il sistema di controllo e gestione dell'impianto.

11.2. SISTEMA DI GESTIONE DELL'IMPIANTO.

Il funzionamento principale degli aerogeneratori è regolato da un sistema di pitch control (sistema di controllo dell'angolo d'attacco pala) indipendente su ciascuna pala e con un sistema di controllo d'imbardata. Il sistema di controllo consente all'aerogeneratore di lavorare a velocità del vento variabili, massimizzando la potenza generata in ogni momento e minimizzando le sollecitazioni e il rumore.

Inoltre sono presenti una serie di altri sistemi di rilevazione dati e controllo che assicurano, il corretto funzionamento dell'unità, e se necessario l'eventuale messa in fermo della turbina per evitarne rotture o usure irregolari.

Descrizione del sistema di controllo

Il sistema di controllo seleziona i valori corretti di rotazione dell'aerogeneratore, l'angolo del sistema di pitch e le impostazioni di potenza. Ci sono modifiche in ogni istante a seconda della velocità del vento captata dai sensori anemometrici installati alla sommità della turbina, così da garantire la sicurezza e l'affidabilità nelle operazioni in tutte le condizioni di vento. I vantaggi principali del sistema di controllo delle turbine eoliche così come previste sono:

- ✓ Massimizzazione dell'energia prodotta;

- ✓ Limitazione dei carichi aerodinamici;
- ✓ Riduzione del rumore aerodinamico;
- ✓ Elevata qualità dell'energia.

Per velocità del vento superiori alla nominale, il sistema di controllo conserva il valore nominale della potenza. Con velocità del vento inferiori alla nominale, il sistema di controllo ottimizza l'energia prodotta, selezionando la configurazione più adatta alla rotazione e all'angolo di pitch.

Descrizione del sistema di controllo di Potenza

Il sistema di controllo di potenza assicura che la velocità e la torsione motrice dell'aerogeneratore trasmetta in rete energia elettrica stabile. Il sistema di controllo di potenza agisce su un'unità costituita da un generatore a doppia alimentazione, con rotore ad avvolgimento e contatti striscianti, un convertitore a 4 poli basato su conversione parziale IGBT, contattori, protezioni elettriche e software.

Elettricamente, l'unità di generazione e conversione è assimilabile a quella del generatore sincrono e quindi assicura un accoppiamento ottimale alla rete elettrica con agevoli procedimenti di connessione e sconnessione. L'unità di conversione-generazione può lavorare con velocità variabili per ottimizzare l'operatività e massimizzare la potenza generata alle varie velocità del vento.

Inoltre l'unità consente la gestione della potenza reattiva immessa in rete ed è supportata dal sistema di controllo remoto SCADA.

Descrizione del sistema di Monitoraggio

Il sistema di monitoraggio verifica continuamente lo stato dei diversi sensori e dei parametri interni rendendo disponibili le informazioni in tempo reale al software di gestione.

Tramite i sensori esterni vengono monitorati :

- ✓ velocità del vento e direzione;
- ✓ temperatura ambiente.

Mentre tramite i sistemi interni vengono controllati :

- ✓ temperatura, livelli dell'olio e pressione;
- ✓ vibrazioni, tensione media sui cavi, ecc;
- ✓ stato del rotore - velocità di rotazione e posizione del pitch;
- ✓ stato della rete - generazione dell'energia attiva e reattiva, tensione, corrente e frequenza.

Descrizione del sistema di gestione integrale di parco eolico SCADA

Gli aerogeneratori sono integrati tramite un sistema di controllo remoto SCADA, denominato REguard.

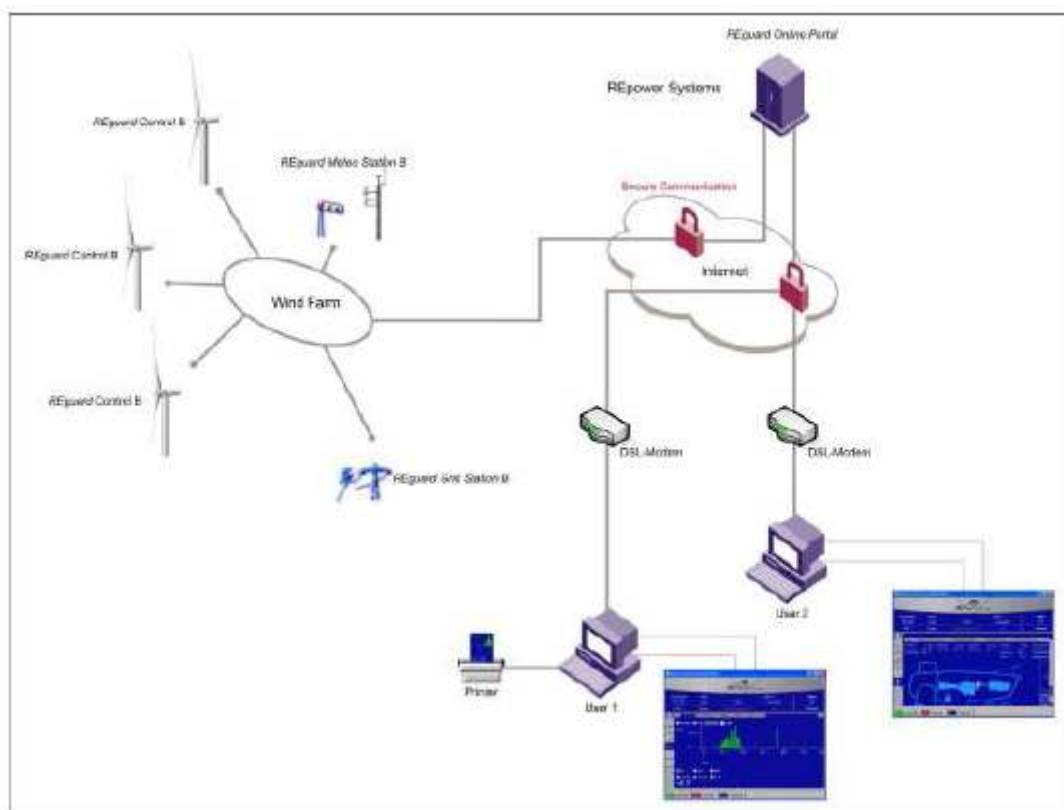


Figura 11.2. – Schema di interconnessione con Sistema SCADA REguard di REpower.

Con questo sistema è possibile controllare il corretto funzionamento del parco eolico ed agire immediatamente sui problemi come richiesto. Il sistema permette l'integrazione degli elementi principali del parco eolico, incluso le torri anemometriche e la sottostazione elettrica. Con questo strumento, in qualsiasi momento, l'utente può:

- ✓ essere informato sulla produzione di energia di ciascuna macchina del parco;
- ✓ controllare gli allarmi dei vari elementi del parco in tempo reale;
- ✓ conoscere tutti gli allarmi innescati nel parco;
- ✓ inviare ordini precisi di avvio, pausa o passaggio a modalità d'emergenza;
- ✓ analizzare l'evoluzione delle variabili nel tempo;
- ✓ avere accesso in tempo reale ai dati specifici di manutenzione;
- ✓ esportare i dati per creare elaborati di studio propri con l'ausilio di applicativi come Microsoft Office.



Figura 11.3. – SCADA: visualizzazione stato del Parco Eolico.

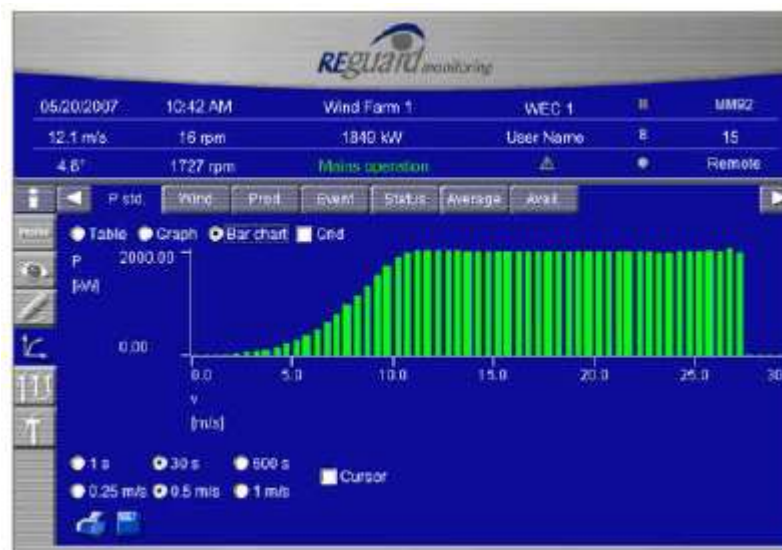


Figura 11.4. – SCADA: visualizzazione Curva di Potenza – Velocità.

Descrizione dei Sensori

Gli aerogeneratori sono equipaggiati con diversi sensori che verificano continuamente i vari parametri di funzionamento. Ci sono sensori che raccolgono segnali esterni alla macchina come la temperatura, la velocità e la direzione del vento. Altri sensori registrano i parametri di lavoro come la temperatura, i livelli di pressione, le vibrazioni e le posizioni delle pale. Tutte queste informazioni sono registrate e analizzate in tempo reale e servono al sistema di controllo per eseguire le operazioni di verifica e gestione del funzionamento.

Descrizione del Sistema di Protezione contro i Fulmini

Le turbine sono protette contro i fulmini con un sistema di trasmissione dalla pala ai ricettori sulla navicella, passando attraverso l'involucro, il telaio principale e la torre fino alla fondazione. Tale sistema serve per prevenire il passaggio del raggio su elementi funzionali critici. Il sistema elettrico prevede anche protezioni contro le sovratensioni. Tutte queste protezioni sono progettate per ottenere il massimo livello di protezione pari a Classe I, nel rispetto degli standard IEC 62305. Nella progettazione dell'intera installazione si sono considerati gli standard di riferimento IEC 61400-24 e IEC 61024.

Descrizione della Connessione alla Rete

Gli aerogeneratori possono essere forniti in diverse versioni in grado di lavorare in parallelo a reti a 50Hz e 60Hz, per cui il trasformatore è impostato alla tensione della rete elettrica. La stessa tensione non deve variare al di fuori dell'intervallo di $\pm 5\%$.

La frequenza della rete invece può variare nel limite del ± 3 Hz per reti a 50Hz e 60Hz. Il sistema di messa a terra, progettato, deve prevedere due anelli concentrici con un'impedenza minore di 100 hm (IEC 62305) e valore di correnti che rispettano gli standard IEC 60478-1 e IEC 61936-1. Naturalmente le prescrizioni locali prevalgono dove queste sono più restrittive rispetto a quelle internazionali adottate.

Descrizione delle Condizioni Ambientali di Funzionamento

L'aerogeneratore standard è progettato per lavorare con temperature esterne che vanno da -20°C a $+40^{\circ}\text{C}$. Sono ammessi range diversi a seconda delle condizioni registrate in sito. L'umidità relativa può raggiungere un massimo del 100% per un periodo di tempo che non deve superare il 10% dell'intero periodo di operatività. La protezione alla corrosione rispetta gli standard ISO 12944-2: tipologia C5 sull'esterno e C4 o C3 (a seconda dei componenti) per l'interno. Il grado di protezione interno alla navicella può, in condizioni estreme, avere un livello di protezione C4-H.

Descrizione delle Condizioni di Vento di Produzione

La distribuzione annuale del vento in un sito è normalmente definita da una distribuzione di Weibull.

Tale distribuzione è caratterizzata da un fattore di scala A e dal fattore di forma k. Il fattore A è proporzionale alla variazione della velocità del vento e il fattore k definisce la forma della distribuzione per diverse velocità di vento. La turbolenza è un parametro che quantifica le variazioni istantanee nella velocità del vento.

11.3. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.

Le turbine eoliche includono un programma di manutenzione preventivo e correttivo, sviluppato dalla società costruttrice e basato principalmente sull'analisi delle vibrazioni, quindi ottimizzato sul normale funzionamento degli aerogeneratori.

Le principali caratteristiche del sistema sono le seguenti:

- ✓ Monitoraggio continuo dei componenti critici dell'aerogeneratore;
- ✓ Analisi del segnale e capacità di segnalare un allarme;
- ✓ Integrato con il sistema PLC e con la rete SCADA del parco eolico;
- ✓ Rende la manutenzione più semplice.

Generalmente, l'obiettivo primario del sistema di manutenzione è quello di individuare con anticipo i problemi o il consumo dei principali elementi dell'aerogeneratore., in modo da:

- ✓ Ridurre le azioni correttive richieste;
- ✓ Proteggere i componenti dell'aerogeneratore;
- ✓ Migliorare le funzioni dell'aerogeneratore ed estendere della sua vita utile.

Per le schede di manutenzione tipo per ciascun componente della turbina Eolica, che riportano l'insieme delle operazioni da eseguire per assicurare il corretto funzionamento dell'aerogeneratore durante la sua vita utile, si rimanda all'allegato relativo al PIANO DI GESTIONE E MANUTENZIONE.

12. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO.

Nella presente relazione sono previsti gli interventi per la dismissione, alla fine del ciclo di vita utile del parco eolico. All'atto della dismissione, seguendo le indicazioni della "European Best Practice Guidelines for Wind Energy Development", predisposte dalla EWEA, "European Wind Energy Association", saranno effettuate alcune operazioni che, nell'ambito di un criterio di "praticabilità" dell'intervento, porteranno al reinserimento paesaggistico delle aree interessate dalla costruzione del parco.

Definizione delle operazioni di dismissione

Il progetto descrive gli interventi di rimozione (smontaggio e smaltimento) degli aerogeneratori, dei cavi elettrici di collegamento, delle apparecchiature elettromeccaniche all'interno della cabina di raccolta, della sottostazione (opere civili e opere elettriche) ed il ripristino dello stato geomorfologico e vegetazionale dei siti ad eccezione del potenziamento della viabilità preesistente, che dunque potrà continuare ad essere utilizzata migliorando in tal modo le infrastrutture territoriali.

Descrizione e quantificazione delle operazioni di dismissione

Qui di seguito verranno analizzati i componenti di un aerogeneratore e le relative opere accessorie in maniera da identificare le operazioni necessarie alla dismissione e allo smaltimento dei componenti degli stessi. Ogni aerogeneratore è costituito da un numero elevato di componenti sia strutturali, sia elettrici, sia di controllo.

La tipologia, la forma e i materiali dei differenti componenti è comunque diversa, ed essendo fondamentalmente materiali di carattere riciclabile, il che costituisce valore aggiunto considerevole, l'operazione essenziale che caratterizza la dismissione d'impianto è il recupero e la rigenerazione/utilizzo in altri processi produttivi.

Qui di seguito verranno descritti i principali componenti e materiali dell'aerogeneratore, così come il codice assegnato dalla Lista Europea dei Rifiuti ai materiali in seguito alla dismissione. Inoltre verrà descritta la pericolosità ed il codice delle operazioni di eliminazione e valorizzazione per ciascuno dei materiali.

12.1. PROCEDIMENTO DI SMONTAGGIO.

Così come durante il processo di montaggio di tutti i componenti dell'aerogeneratore, anche nel caso dello smontaggio si procede con gru e operai. Prima e durante la realizzazione dei lavori

verranno adottate tutte quelle misure preventive per la realizzazione del lavoro nella massima sicurezza per gli operai. Le medesime condizioni si applicheranno relativamente ai liquidi potenzialmente contaminati.

Qui di seguito un elenco delle operazioni di smantellamento:

1. Ritiro dei cavi di rete e di connessione, quadri e armadi;
2. Ritiro dei liquidi, oli idraulici e condotti di trasmissione degli stessi;
3. Smontaggio del rotore dalla navicella per poi essere posto in terra;
4. Una volta a terra, si realizza lo smontaggio delle bielle del rotore;
5. Smontaggio delle pale dal rotore;
6. Smontaggio della navicella dalla torre, carico e trasporto;
7. Smontaggio dei trami che compongono la torre, dei pezzi di snodo dalla base, carico e
8. Trasporto.

Nel caso in cui sia richiesto il restauro dell'area di installazione degli aerogeneratori sarà necessario, a seconda dei casi, ritirare in parte o totalmente le fondazioni. Il ritiro della struttura di calcestruzzo e ferro si realizza con macchinari pesanti, come martelli, cesoie idrauliche ecc.

Ritiro del materiale smantellato

Sia nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, sia durante lo sfruttamento del parco, sia allo smantellamento finale dello stesso, alla fine della sua vita utile, una volta sostituito o smantellato integralmente il parco o parte dei componenti dell'aerogeneratore, si procederà al ritiro in maniera controllata dell'area di installazione del parco. Questa attività si realizzerà con mezzi uguali a quelli utilizzati per il montaggio iniziale.

Selezione e separazione dei componenti ritirati

Il ritiro di uno o più componenti generati sia in operazioni di manutenzione sia di smantellamento degli aerogeneratori, il cui destino sia l'eliminazione (come rifiuti) del ciclo produttivo eolico, si realizzerà in funzione delle caratteristiche materiali e d'accordo a quanto stabilito dalla normativa vigente.

Come in tutto il sistema di gestione dei rifiuti, l'identificazione, la selezione e la separazione di ognuno dei componenti o rifiuti generati saranno operazioni necessarie per una gestione efficace.

Queste operazioni si realizzeranno durante la manutenzione, nello sfruttamento ed in particolar modo durante lo smantellamento finale dell'aerogeneratore.

In base ai dati che descrivono le caratteristiche per ognuno dei componenti, o gruppo di componenti, si realizzerà una classificazione degli stessi. I componenti si classificheranno in base alla natura del materiale di cui sono fabbricati.

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

Nell'ambito territoriale afferente le opere di progetto sarà condotta un'indagine mirata ad individuare i possibili siti di discarica autorizzata utilizzabili per la dismissione del parco eolico. Per quanto riguarda le discariche si farà riferimento all'elenco degli impianti autorizzati dalla Provincia di Potenza e compresi nel Piano Provinciale per la Gestione dei Rifiuti .

12.2. ANALISI PUNTUALE PER SINGOLO/MACRO COMPONENTE

Le pale

Ogni aerogeneratore dispone di tre pale di dimensioni prestabilite e caratteristiche strutturali particolari, adatte alla potenza dell'aerogeneratore installato. Le pale sono realizzate in fibra di vetro, come componente principale, a cui si aggiungono altri componenti della famiglia delle resine.

Oltre alla fibra di vetro, in determinati modelli di pale, si utilizza la fibra di carbonio per alleggerire il peso delle stesse. Le pale si compongono di due parti:

- ✓ una interna (l'anima della pala) ,
- ✓ una esterna che rappresenta la parte visibile della pala.

Entrambe sono realizzate principalmente in fibra di vetro e carbonio. Le pale sono gli elementi esteriori che più soffrono il deterioramento dovuto agli effetti negativi delle scariche elettriche e anche lo sforzo strutturale dovuto alla continua tensione alle quali sono sottoposte. A volte si rende necessaria la sostituzione di qualche pala durante la vita utile. Vengono quindi inviate a discarica autorizzata dei rifiuti inerti, data la non pericolosità degli stessi.

Ad oggi possono tuttavia ipotizzarsi due alternative per l'eliminazione o il riciclaggio delle pale fabbricate in fibra di vetro e carbonio che riducano l'impatto generato dalla loro eliminazione alla discarica degli inerti.

Queste alternative sono:

- ✓ Valorizzazione come combustibile e materia prima di processo nella produzione industriale di Cemento Clinker. Questo processo richiede un trattamento fisico a monte che permetta la sua introduzione in forma controllata nei forni di produzione del Clinker;

- ✓ Riciclaggio del materiale per la fabbricazione di altri componenti attraverso il processo di separazione dei differenti componenti (processo di pirolisi). Attraverso questo processo si ottiene di nuovo la fibra di vetro da una parte e la resina dall'altra sebbene la fibra di vetro recuperata in questo forma non conservi la totalità delle proprietà iniziali. Infatti, per questa ragione in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

La navicella

La navicella o gondola costituisce il nucleo centrale dell'aerogeneratore. In essa si opera la trasformazione in energia elettrica a partire dal movimento delle pale per la forza del vento. E' la parte più complessa dell'aerogeneratore, dato l'elevato numero di componenti, unita e diversi sistemi installati.

La maggior parte dei componenti della navicella sono fabbricati in diversi tipi di acciaio e leghe. Poi ci sono i componenti del sistema elettrico, come i circuiti, le placche di controllo, ecc.

Il numero dei componenti della navicella a elevato, pertanto si analizzeranno soltanto i componenti di maggiore importanza e dimensione.

Il mozzo

Il mozzo unisce le pale solidali all'asse lento. E' accoppiato all'asse di bassa velocità dell'aerogeneratore attraverso il quale viene trasmesso il movimento di rotazione generato dalla forza del vento nelle pale. Il materiale utilizzato per la fabbricazione del mozzo è acciaio lavorato meccanicamente ed il tappo con il cono di chiusura sono realizzati in lamiera di acciaio rivettato.

Il riutilizzo come componenti di seconda mano è particolarmente ristretto per il mozzo, data la necessità di resistenza strutturale che si esige per questo componente. Questi componenti alla fine vengono riciclati come rottame di acciaio.



Figura 12.1. – Particolare del mozzo.

L'asse di bassa velocità

L'asse di bassa velocità dell'aerogeneratore collega il mozzo del rotore al moltiplicatore.

All'interno dell'asse scorrono condotti del sistema idraulico o elettrico. Tale asse è fabbricato totalmente in acciaio, pertanto alla fine della vita utile sarà riciclato come rottame. A causa delle sue dimensioni e della sua forma specifica differente per ogni modello di aerogeneratore e, poiché è un componente sottoposto a continua usura, non è possibile il suo riutilizzo in applicazioni parallele.

Il moltiplicatore

Il moltiplicatore è costruito in acciaio ed il suo formato dipende dal modello della macchina. Il moltiplicatore è composto da altri componenti del sistema idraulico come valvole, condotti di olio e filtri. Inoltre per il suo funzionamento richiede una determinata quantità di olio lubrificante, che viene periodicamente sostituita durante lo sfruttamento del parco.

Una volta smantellato il moltiplicatore, se si trova in buono stato, si potrà riutilizzare come ricambio per gli altri aerogeneratori. Nel caso in cui dovesse rimanere inutilizzato, si procederà allo smantellamento dei blocchi più piccoli che verranno riciclati come rottami. Prima dello smantellamento, si ritirerà in maniera completamente controllata la totalità dell'olio idraulico e lubrificante all'interno del moltiplicatore, così come i condotti e i filtri idraulici.

Sia gli oli che i filtri dell'olio si ricicleranno tramite un gestore autorizzato mediante processi di valorizzazione energetica.

L'asse di alta velocità

L'asse di alta velocità è dotato di un freno a disco di emergenza. E' fabbricato in acciaio, ma si trova protetto da una cassa metallica. La totalità dei componenti a fabbricata in acciaio e alla fine verranno riciclati come rottame. L'asse lento, il moltiplicatore e l'asse di alta velocità formano il sistema di trasmissione. Questi componenti hanno tutti un alto grado di usura dovuto al loro movimento giratorio continuo. Per questa ragione, quando questi componenti vengono smantellati sono destinati a diventare rottame, o riutilizzati se in buone condizioni.

Il generatore

Il generatore a l'elemento della turbina che ha il compito di convertire l'energia meccanica in energia elettrica. I generatori elettrici si compongono principalmente di una carcassa e di un supporto interno di acciaio. All'interno di questa struttura si trova un avvolgimento di cavo di rame. Tanto l'acciaio quanto il rame sono destinati al riciclaggio come rottame. Bisogna prestare particolare attenzione al recupero del rame, a causa del suo elevato costo sul mercato.

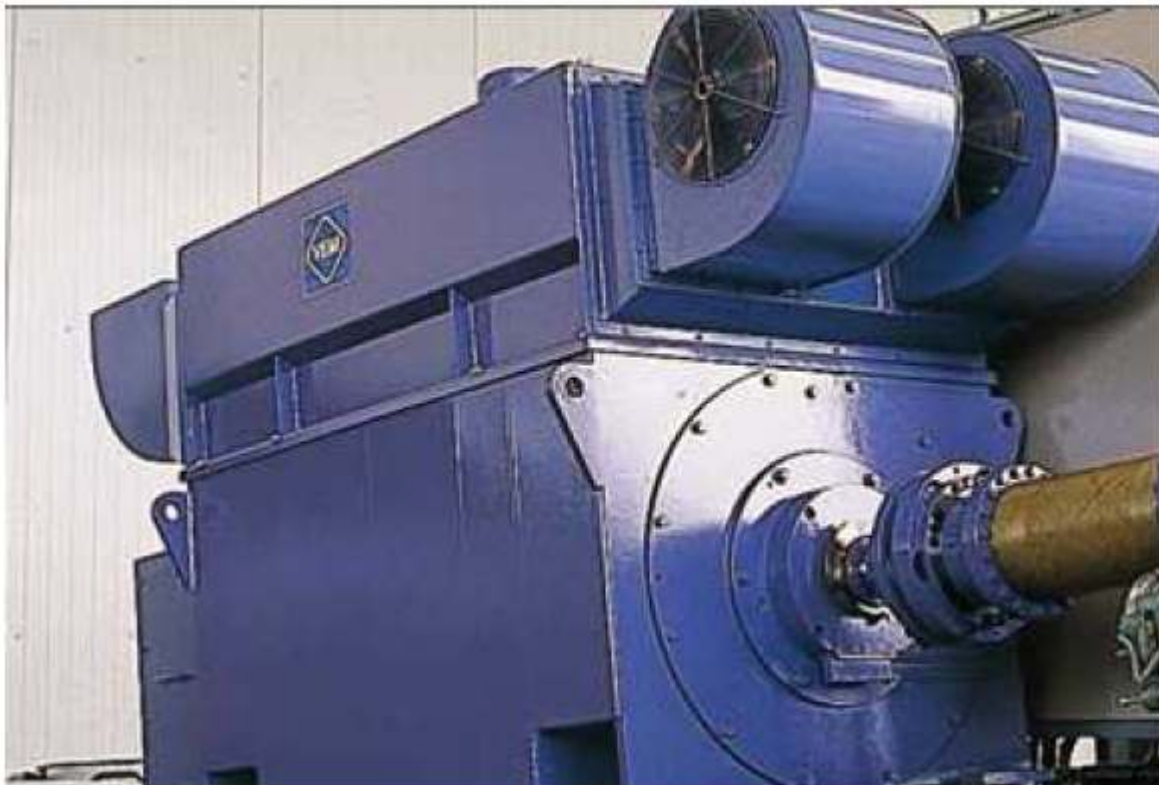


Figura 12.2. – Particolare del generatore.

Motori di giro e riduttori

Il meccanismo di posizionamento della turbina a favore di vento si realizza tramite movimento circolare. Si ottiene con dei motori e riduttori fissi alla gondola che fanno presa sull'ingranaggio della corona di orientamento. Il segnale di posizionamento corretto viene ricevuto dal sistema di controllo della turbina, insieme alla veletta e all'anemometro installati in ogni turbina.

Sia i motori elettrici di giro sia i riduttori sono fabbricati in acciaio e ferro. Nel caso dei motori, grazie alla loro grande resistenza e durata, si possono utilizzare come ricambi in altre macchine simili.

D'altro canto, grazie alla loro compatibilità in altre applicazioni al di fuori del settore eolico, questi motori potranno essere utilizzati in un mercato di macchine usate. Nel caso in cui tali componenti si trovino in forte stato di deterioramento verranno riciclati come rottame.

Gruppo o sistema idraulico

E' composto da un gruppo di pressione, valvole di controllo e un sistema di condotti idraulici che distribuiscono il liquido idraulico (olio idraulico) tra il rotore e la navicella.

Il gruppo di pressione ha il compito di somministrare fluido idraulico ad una determinata pressione per consentire l'azionamento del sistema di captazione, orientamento e trasmissione. Lo stesso dispone di un deposito di azoto. Il sistema è fabbricato totalmente in acciaio e viene riciclato come rottame. Nel caso in cui si trovi in buono stato potrà essere riutilizzato come ricambio.

I condotti idraulici canalizzano il fluido idraulico fino al punto di utilizzo nei componenti che si trovano sottoposti a movimenti continui di rotazione come rotore, assi, moltiplicatori, motori di giro e posizionamento dell'aerogeneratore. Fondamentalmente ed in funzione delle esigenze tecniche, questi condotti sono fabbricati in polimeri sintetici e caucciù, ed alcuni sono rinforzati internamente con una maglia di filo d'acciaio.

Dal momento che nel materiale e nella struttura sono molto simili ai pneumatici delle automobili, verranno valorizzati da un gestore autorizzato come combustibile energetico o come materia prima per la fabbricazione dell'arredo urbano.

Le valvole di controllo adattano la pressione e la portata del fluido idraulico che circola attraverso i differenti sistemi installati nella navicella. Nella maggior parte dei casi sono fabbricati in acciaio ed altre leghe, e vengono inviate al riciclaggio come rottame.



Figura 12.3. – Particolare Idraulico di Imbardata.

Trasformatore

I trasformatori installati allo stato attuale sono di tipo a secco, la loro principale caratteristica è che sono raffreddati in aria con isolamento classe F, utilizzando la resina epossidica come mezzo di protezione degli avvolgimenti, non essendo necessaria qualsiasi manutenzione successiva all'installazione.

Fondamentalmente sono costituiti da un'installazione di placche e avvolgimenti di piattini di rame. I trasformatori, come parte del sistema elettrico dell'aerogeneratore si devono considerare nel momento dell'eliminazione degli stessi in maniera controllata. I materiali costituenti l'armatura e la carcassa esteriore verranno rottamati, così come il rame generato che si recupererà per la sua rifusione.

Telaio anteriore e posteriore

Il telaio anteriore si compone di un pezzo e il telaio posteriore di due pezzi. Tutti questi pezzi si assemblano tra di loro per formare la base sulla quale si posiziona la totalità dei componenti meccanici, elettrici ed idraulici che formano la navicella. Allo stesso modo, al telaio

anteriore si assembla la corona di giro e gli ancoraggi di supporto alla torre di appoggio dell'aerogeneratore.

I telai sono fabbricati in acciaio meccanizzato saldato e la sua struttura è progettata specificatamente per il supporto della struttura della navicella, pertanto una volta arrivati alla fine della vita utile dell'aerogeneratore vengono riciclati come rottame.

Carcassa

Tutta la navicella si trova ricoperta dalla carcassa esteriore. Questa carcassa si compone generalmente di uno o due pezzi (inferiore e superiore). Così come le pale, la carcassa è costituita da fibre di vetro, come componente principale, al quale si aggiungono le resine, pertanto si ottiene un materiale con una sufficiente resistenza strutturale ed isolamento contro la corrosione prodotta dai fenomeni meteorologici.

Visto che le necessità di resistenza strutturale sono molto minori per la carcassa rispetto a quelle richieste per le pale, il materiale della carcassa è più povero di fibra di vetro. Come per le pale, per l'eliminazione di questi componenti prima di provvedere alla dismissione completa di un parco eolico si pianificano due alternative per l'eliminazione o il riciclaggio delle carcasse, che riducano l'impatto generato dall'eliminazione di queste strutture in una discarica di inerti. Le principali alternative sono due:

- ✓ Valorizzazione come combustibile e materia prima di processo nella produzione industriale di Cemento Clinker. Questo processo richiede un trattamento fisico a monte che permetta la sua introduzione in forma controllata nei forni di produzione del Clinker;
- ✓ Riciclaggio del materiale per la fabbricazione di altri componenti attraverso il processo di separazione dei differenti componenti (pirolisi). Attraverso questo processo si ottiene di nuovo la fibra di vetro da una parte e la resina dall'altra sebbene la fibra di vetro recuperata in questa forma non conservi la totalità delle proprietà iniziali. Infatti, per questa ragione in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

Torri

Le torri di sostegno ed i conchi di fondazione di ancoraggio alla base degli aerogeneratori si fabbricano interamente a partire dalle piastre di acciaio e, sia all'interno sia all'esterno, sono ricoperte da vari strati di pittura. Le loro dimensioni e caratteristiche strutturali variano in funzione della potenza della macchina da installare. In generale le torri installate si compongono di tre o più

trami assemblati tra di loro ed ancorati alla base di cemento. All'interno delle torri si installano vari componenti come scale, cavi elettrici di connessione dell'aerogeneratore, porta della torre e casse di connessione, ecc. Tali componenti sono fabbricati in acciaio o ferro galvanizzato visto che all'interno sono protetti dalla corrosione. Nel caso in cui questi componenti vengano smantellati, il loro riutilizzo nell'ambito nel settore eolico si presenta poco fattibile, a causa delle esigenze di resistenza strutturale che richiede, per cui l'opzione più attuabile relativamente alla gestione finale dei trami che costituiscono le torri e il riciclaggio come rottame.



Figura 12.4. – Particolare Interno Tubolare WTG.

Componenti elettrici e di controllo

In tutto l'aerogeneratore e, in particolare all'interno della navicella, si installa un elevato numero di cavi e dispositivi di controllo. Da un lato si trovano i cavi che evacuano l'energia generata all'esterno e dall'altro i cavi appartenenti al sistema di controllo dell'aerogeneratore.

Questi cavi connettono i differenti meccanismi all'unità di controllo dell'aerogeneratore, nella quale si gestiscono tutte le informazioni dei molteplici sensori installati. La maggior parte dei cavi installati sono fabbricati in rame, sebbene si trovino anche cavi in alluminio. L'isolamento esterno nella maggior parte dei casi è in PVC, polietilene (PE) o altri polimeri. Quasi tutto il cavo è recuperabile per il riutilizzo dei metalli, che risultano essere importanti visto che il rame e l'alluminio hanno un elevato valore di mercato.

Il processo per il recupero del cavidotto è basato sulla triturazione iniziale del cavo e sulla separazione del conduttore metallico e dell'isolante plastico. La parte isolante di PVC e PE è sfruttabile in diverse applicazioni come materia prima per la fabbricazione di strumenti e applicazione per il giardinaggio, ecc. Inoltre si dovrà tenere conto di tutti quei componenti del sistema di controllo che sono fabbricati con piombo in una matrice di vetro o ceramica.

Allo stesso modo le lampade di scarica e gli schermi degli strumenti si dovranno gestire in maniera controllata visto il contenuto di metalli pesanti come piombo e mercurio

Minuteria

Come la maggior parte dei componenti della navicella, gli elementi di assemblaggio, supporto, armatura di supporto della carcassa esterna, elementi di protezione dei componenti mobili sono fabbricati in acciaio, alluminio ed altre leghe. Nel caso della dismissione del parco eolico il volume di questi piccoli pezzi sarà considerevole per cui si dovrà stabilire una metodologia o procedimento per lo stoccaggio e la gestione degli stessi.

L'uso finale di questi componenti dovrà essere il riutilizzo come rottame per la sua rifusione.

Oli ed altri liquidi refrigeranti (idraulici e meccanici)

Gli oli meccanici vengono utilizzati principalmente per la lubrificazione degli elementi di giro, installati all'interno e all'esterno della navicella, come il rotore, l'asse principale ed il moltiplicatore.

L'olio del sistema idraulico si estende per quasi la totalità della navicella, attraverso condotti per l'azionamento dei vari sistemi installati. Vista la composizione degli stessi, questi oli sono considerati pericolosi e la loro eliminazione è sottoposta a controllo. Devono essere rimossi in forma controllata prima dell'inizio dei lavori di smontaggio di uno dei componenti o dello smantellamento dell'aerogeneratore.

Gli oli esausti, una volta recuperati adeguatamente, hanno la possibilità di essere reimpiegati come combustibile in impianti di generazione dell'energia. I liquidi di refrigerazione devono essere, allo stesso modo, rimossi in forma controllata specialmente quando contengano cromo esavalente. A causa della loro grande tossicità queste soluzioni saranno trattate in impianti speciali per l'eliminazione di componenti pericolosi.

Fondazioni

Tutti i modelli degli aerogeneratori si sostengono su una base monoblocco costruita con cemento armato e cono di fondazione di sostegno di acciaio. La struttura varia le sue dimensioni in funzione del modello di aerogeneratore installato. Lo smantellamento della base

dell'aerogeneratore coincide esclusivamente con lo smantellamento completo del parco. Per questi casi, come norma generale, si stabilisce il ritiro parziale della parte superiore della base, che rimane in vista (30 o 40 cm dalla base).

Nel caso in cui venga richiesto il ripristino allo stato iniziale dello spazio occupato dagli aerogeneratori, si realizzerà il taglio della struttura metallica sporgente. Poi si procederà all'estrazione con martello idraulico della parte superiore della fondazione costruita in calcestruzzo.

Si ottiene, pertanto, una parte metallica composta dal concio di fondazione e dai resti dell'abbattimento della piazzola. Questa parte metallica è destinata al riciclo come rottame. La base in calcestruzzo si può eliminare tramite il deposito in discarica dei rifiuti inerti o può essere riciclata come agglomerato per usi nelle costruzioni civili.



Operazione di demolizione di opera in cemento armato con martellone idraulico

Operazione di triturazione del materiale proveniente dalla demolizione delle opere in cemento armato



Figura 12.5. – Particolare Demolizione Fondazioni o Opere in C.A.

Linee elettriche ed apparati elettrici e meccanici della sottostazione

I cavi elettrici sia quelli utilizzati all'interno dell'impianto eolico per permettere il collegamento tra le varie turbine con la cabina di raccolta, sia quelli utilizzati all'esterno dell'impianto per permettere il collegamento della cabina con la sottostazione, sono posati tutti sotto il manto stradale esistente.

L'operazione di dismissione prevede le seguenti operazioni:

- ✓ scavo a sezione ristretta lungo la trincea dove sono stati posati i cavi,

- ✓ rimozione dello strato di sabbia cementata e asfalto ove presente,
- ✓ rimozione in sequenza di nastro segnalatore, tubo corrugato e tegolino protettivo ove presenti, rimozione dei conduttori;

Dopo aver rimosso in sequenza i materiali, saranno ripristinati i manti stradali utilizzando il più possibile i materiali di risulta dello scavo stesso. I materiali da smaltire, sono relativi ai componenti prima descritti, ovvero escludendo i conduttori che hanno un loro valore commerciale, restano da eliminare il nastro segnalatore, il tubo corrugato, la coppella protettiva, i pozzetti di ispezione ed i materiali edili di risulta dello scavo e precisamente la sabbia cementata e l'asfalto, il tutto se presenti.

Sottostazione Elettrica di Trasformazione

Per il ripristino della sottostazione di trasformazione elettrica bisogna considerare la rimozione dei quadri elettrici e di tutte le apparecchiature elettromeccaniche relative al livello di tensione previsto in fase di realizzazione, in particolare saranno smontati i trasformatori di misura amperometri, quelli volumetrici, il sezionatore e l'interruttore. Sarà asportato inoltre il trasformatore MT/AT.

Per quanto riguarda la parte civile, sarà recuperata come ricovero di attrezzi la sala quadri mentre sarà abbattuta la recinzione di protezione e trasportati a discarica i residui. Le parti delle fondazioni relative alle apparecchiature elettromeccaniche saranno ricoperte con terreno vegetale.

Saranno altresì rimosse le pavimentazioni in calcestruzzo o asfalto presenti sul piazzale e trasportate presso discariche autorizzate.

Piazzole

In merito agli interventi di dismissione delle piazzole si può considerare quanto segue :

- ✓ rimozione di parte del terreno di riporto per le piazzole in rilevato. Il materiale di risulta sarà trasportato a discarica;
- ✓ disfaccimento della pavimentazione, costituita da uno strato di misto granulare naturale con sovrastante strato di misto artificiale e successivo trasporto a discarica del materiale;
- ✓ rinverdimento con formazione di un tappeto erboso con preparazione meccanica del terreno erboso, concimazione di fondo, semina manuale o meccanica di specie vegetali autoctone.

12.3. QUANTIFICAZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE.

La destinazione finale dei componenti derivanti dallo smantellamento di ogni aerogeneratore dipenderà dalle caratteristiche descritte nei paragrafi precedenti e dal loro stato di conservazione finale.

La valutazione deve tener conto quindi:

- ✓ dei tempi di riutilizzo dei materiali che costituiscono questi componenti;
- ✓ della valutazione dei componenti nel mercato attuale.

Sarà pertanto il bilancio economico ottenuto alla fine della gestione che determinerà la destinazione finale di ognuno dei componenti dell'aerogeneratore.

Le possibilità di gestione dei componenti sono le seguenti:

- ✓ riutilizzo dei componenti in buono stato e garanzia di funzionamento in macchine simili o con componenti simili;
- ✓ riutilizzo di macchine e componenti e di macchine interi ed in buono stato per la vendita ai paesi di maggiore esigenza tecnologica e minore possibilità economica e successiva installazione per continuare il processo produttivo;
- ✓ riciclaggio dei componenti che grazie al loro materiale e alla loro valutazione economica rendono possibile la loro trasformazione per altri usi;
- ✓ valorizzazione dei componenti che per le loro dimensioni, forma o struttura rendono impossibile una gestione vantaggiosa degli stessi per cui si effettuano operazioni di adeguamento del componente per facilitarne la gestione;
- ✓ eliminazione, come ultima delle operazioni di gestione, eventualmente indicata per quei componenti per i quali non si dispone di una via di approvvigionamento o che, per la loro natura pericolosa, devono essere eliminati in maniera controllata.

Riciclaggio di materiali ferrosi

Il rottame di materiali ferrosi viene ritrasformato in prodotto attraverso un'unica operazione in forni ad arco elettrico. Come risultato la scoria formata può essere reintrodotta nel processo o eliminata in forma controllata. Questa operazione è caratterizzata da un recupero di metalli dato che il rifiuto (rottame) è trasformato quasi completamente in prodotto. Il risultato del processo (acciaio) ha caratteristiche simili a quelle del prodotto iniziale ed è una delle condizioni necessarie per considerare questo processo come riciclaggio.

Il riciclaggio del rottame di acciaio ha attualmente un elevato valore di mercato ed il suo valore si è duplicato negli ultimi due anni. Ai valori ottenuti dalla vendita dell'acciaio è necessario sottrarre i costi del trasporto e della trasformazione. In questo caso si presterà particolare importanza ai trasporti a causa del loro elevato costo.

Compositi nella produzione di cemento

Le plastiche rinforzate con fibre minerali (compositi) possono essere introdotte nel processo di produzione del cemento Clinker. La ragione dell'introduzione dei compositi in questo processo è dovuta alla loro composizione. Da una parte, quando il materiale utilizzato come rinforzo a la fibra di vetro, questa parte inorganica formata fondamentalmente da composti di silicio sostituisce le materie prime naturali di silicio, alluminio e calcio.

I restanti elementi che costituiscono il composito sono costituiti esclusivamente da composti organici, che contribuiscono come combustibili, agendo da fonte di energia necessaria per parte del processo di produzione del Clinker. La parte organica dei composti varia dal 10% al 70%.

L'utilizzo dei compositi come fonte di energia o come materia prima minerale dipenderà da aspetti puramente quantitativi e da parametri fisici e chimici che controllano il processo. Dal punto di vista ambientale e del recupero dei rifiuti, la via di valorizzazione attraverso il processo del Clinker sembra essere la forma più positiva.

In tal senso, al completamento della gestione attraverso la via del Clinker, si produrranno unicamente emissioni in atmosfera provenienti dalla combustione dei componenti organici. Il resto del materiale non sottoposto a combustione si incorpora nel materiale del Clinker.

D'altronde l'invio a discarica richiede la costruzione di infrastrutture di grandi dimensioni e con elevati impatti sul suolo dove si impianta.

Riciclaggio dei materiali e dei componenti elettrici

Il materiale e i componenti elettrici, anche se in minore proporzione, rivestono una grande importanza nel bilancio economico finale della gestione dell'intero aerogeneratore. Da un lato, la maggior quantità si trova nel cavidotto di potenza e di connessione dei diversi strumenti, realizzato in rame e alluminio. La via di gestione per questi componenti è il riciclaggio attraverso i processi di rifusione dei metalli, dopo aver separato il materiale plastico che forma l'isolante. Il processo di riciclaggio di questi componenti ha un alto rendimento e il prodotto finale ottenuto è di alta qualità ed è utilizzabile in tutte le applicazioni.

Dall'altro lato, all'interno dei componenti elettrici si trovano i pannelli di controllo, gli schermi, la circuiteria e uno svariato numero di componenti specifici. Il riciclo di questi componenti si realizza sia a partire dal componente completo, sia a partire dal triturato.

Il valore di questo materiale si trova in metalli come il rame, lo stagno, il piombo, l'oro, il platino, che si trovano in diverse proporzioni e che apportano un alto valore aggiunto alla gestione.

Il processo per il riciclaggio di questi componenti elettrici consiste nella rifusione del materiale bruto utilizzando il materiale plastico come combustibile per raggiungere una maggiore temperatura e come agente riduttore, così come da composto organico viene distrutto nella combustione.

A causa della differente composizione dei metalli, il materiale fuso viene sottoposto ad una serie di diversi processi nei quali si separeranno tutti i metalli. Alla fine ogni metallo ottenuto dalla forma bruta viene sottoposto ad un processo di raffinazione attraverso il quale si possono raggiungere elevati gradi di purezza fino al 98%.

Mercati emergenti degli aerogeneratori usati

La tecnologia si è evoluta a tal punto negli ultimi anni che, allo stato attuale, gli aerogeneratori hanno una potenza 30 volte superiore ai loro "antenati" di 2 decenni indietro e i proprietari dei parchi stanno operando il ri-potenziamento con macchine di ultima generazione per modernizzare le loro installazioni.

Tuttavia, la stragrande maggioranza delle "vecchie" macchine continua a funzionare perfettamente, il che sta dando vita ad un mercato eolico di seconda mano vedendo nei paesi con economie emergenti il suo principale cliente. Parliamo dell'Est europeo e anche del Sud Est asiatico.

Il prezzo ridotto di questi componenti li rende estremamente appetibili nei paesi che si addentrano in queste tecnologie. Allo stato attuale questo mercato si realizza attraverso le imprese che operano tramite i portali di internet. Le macchine vengono vendute con tutte le garanzie, infatti vengono fornite dettagliate indicazioni sui dati tecnici e fotografie che mostrano il loro stato di conservazione.

Questo mercato, d'altronde, ha l'incertezza relativa al rischio che hanno le macchine di aver avarie ed altri problemi nella loro nuova ubicazione, soprattutto se le nuove condizioni di ubicazioni sono diverse dalle precedenti. Questa opzione, nonostante sia poco sviluppata attualmente, offrirebbe una grande convenienza per quegli aerogeneratori che, essendo in buono stato, potrebbero essere riutilizzati.

12.4. GESTIONE COSTI DI DISMISSIONE IMPIANTO.

La maggior parte dell'area del parco è già attualmente destinata ad attività legate alla agricoltura e alla pastorizia e non subirà modifiche nella sua destinazione d'uso, sia per ciò che concerne la fase di esercizio dell'impianto eolico che per la fase di dismissione.

Le opere d'arte, la viabilità, le opere di sostegno e di salvaguardia idrogeologica dell'area finalizzata al parco costituiranno in fase di dismissione, senza dubbio, un vantaggio per gli addetti all'agricoltura. Inoltre gran parte dei materiali di risulta provenienti dalle operazioni di dismissione sono riutilizzabili e questo comporterà la possibilità di ridurre i costi del ripristino allo stato originario.

In funzione di quanto sopra definiti si allega al presente relazione una stima dei costi da sostenere per :

- ✓ il conferimento presso idonei impianti di recupero e/o di smaltimento regolarmente autorizzati. Non è possibile realizzare un calcolo dettagliato del costo relativo allo smaltimento di tutti i componenti, dipendendo lo stesso dallo stato in cui si troveranno le apparecchiature ed i cavi alla fine della vita utile del parco eolico;
- ✓ le operazioni di ripristino dei luoghi, laddove necessario;
- ✓ le operazioni di rinverdimento con specie autoctone;
- ✓ ecc.

Va precisato che detta stima è comunque suscettibile a variazioni in funzione dell'evoluzione della tecnologia di settore.

Nr.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	Quantità	I M P O R T I	
				unitario	TOTALE
1	E.02.016	Demolizione di strutture in cemento armato, entro e fuori terra, compreso l'onere del carico e dell'allontanamento del materiale di rifiuto nelle pertinenze stradali, compreso l'eventuale taglio dei ferri, eseguita con mezzi meccanici o martelli demolitori. MISURAZIONI: Corona Aereogeneratori Fondazioni Aereogeneratori Fondazioni apparecchiature elettriche			
			141,30		
			8294,40		
			2500,00		
		SOMMANO mc	10935,70	53,19	581669,88
2	E.02.017	Trasporto e rifiuto di materiali di risulta provenienti dalle demolizioni e/o da scavi in luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori e/o a discarica o impianto autorizzato, escluso oneri di discarica. MISURAZIONI: Trasporto rifiuto a discarica			
			164040,00		
		SOMMANO mc/km	164040,00	0,51	83660,40
3	B.25.004.08	Conferimento a discarica autorizzata e/o ad impianto di recupero di materiale proveniente dagli scavi privo di scorie e frammenti diversi. Lo smaltimento dovrà essere certificato da formulario di identificazione rifiuti, compilato in ogni sua parte, che sarà consegnato alla D.L. per la contabilizzazione. calcestruzzi cementizi armati CER 17.01.01. MISURAZIONI: Conferimento a discarica autorizzata			
			16404000,00		
		SOMMANO kg	16404000,00	0,06	984240,00
4	B.01.021.02	Rinterro dei cavi eseguiti per la costruzione delle opere d'arte, fondazioni o dello scavo aperto per la posa delle tubazioni compresi gli oneri per il trasporto delle materie dai luoghi di deposito o di cava, la preparazione del fondo, la rinalzata prima della ricopertura, la pistonatura o la compattazione meccanica: con materiale arido; MISURAZIONI: Reinterro cavi di fondazione Reinterro cavi di fondazione apparecchiature elettriche Reinterro scavi per rimozione cavidotto			
			10794,40		
		SOMMANO mc	10794,40	12,06	130180,46
5	F.01.001.08	Stesa e modellazione di terra di coltivo: compresa la fornitura di terreno vegetale con ottima dotazione di sostanza organica, con struttura di medio impasto esente da ciotoli, pietrame, e scervo da radici o altri materiali estranei: operazione meccanica per quantità superiori a mq. 100. MISURAZIONI: Stesa terra di coltivo fondazioni			
			2304,00		
		SOMMANO mc	2304,00	29,25	67392,00

6	B.01.001	<p>Scavo a sezione aperta, o di sbancamento, o del piano derivante dallo sbancamento, per dare luogo al piano di impostazione del fabbricato, eseguito con mezzo meccanico, in terreni sciolti di qualsiasi natura (argille, sabbia, ghiaia, ecc.), e consistenza esclusa la roccia dura da mina, compreso gli oneri per gli esaurimenti delle acque piovane o di infiltrazione o freatiche anche con pompe a mano o elettriche, con un deflusso delle stesse fino ad un battente massimo di cm. 30, compresi il carico con mezzo meccanico del materiale, il trasporto all'interno del cantiere secondo le disposizioni della Direzione Lavori. Compreso il deposito e la ripresa, in prossimità dello scavo, del materiale da impiegare per il riporto ed escluso il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento, eseguito con idonei mezzi meccanici in terreni sciolti con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq.</p> <p>MISURAZIONI: Rimozione pacchetto piazzole Scavo per rimozione cavidotto</p>				
		SOMMANO mc	14400,00	3,76	54144,00	
7	E.02.017	<p>Trasporto e rifiuto di materiali di risulta provenienti dalle demolizioni e/o da scavi in luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori e/o a discarica o impianto autorizzato, escluso oneri di discarica.</p> <p>MISURAZIONI: Trasporto rifiuto a discarica - Materiale Piazzole - Cavidotto</p>	216000,00			
		SOMMANO mc/km	216000,00	0,51	110160,00	
8	B.25.004.14	<p>Conferimento a discarica autorizzata e/o ad impianto di recupero di materiale proveniente dagli scavi privo di scorie e frammenti diversi. Lo smaltimento dovrà essere certificato da formulario di identificazione rifiuti, compilato in ogni sua parte, che sarà consegnato alla D.L. per la contabilizzazione. Terre e rocce CER 17.05.04.</p> <p>MISURAZIONI: Conferimento a discarica autorizzata</p>	14400000,00			
		SOMMANO kg	14400000,00	0,03	432000,00	
9	F.01.001.08	<p>Stesa e modellazione di terra di coltivo: compresa la fornitura di terreno vegetale con ottima dotazione di sostanza organica, con struttura di medio impasto esente da ciottoli, pietrame, e scervo da radici o altri materiali estranei: operazione meccanica per quantità superiori a mq. 100.</p> <p>MISURAZIONI: Stesa terra di coltivo zona piazzole</p>	8640,00			
		SOMMANO mc	8640,00	29,25	252720,00	
		TOTALE euro			2696166,74	

Tabella 12.1. – Computo previsionale opere di smantellamento.

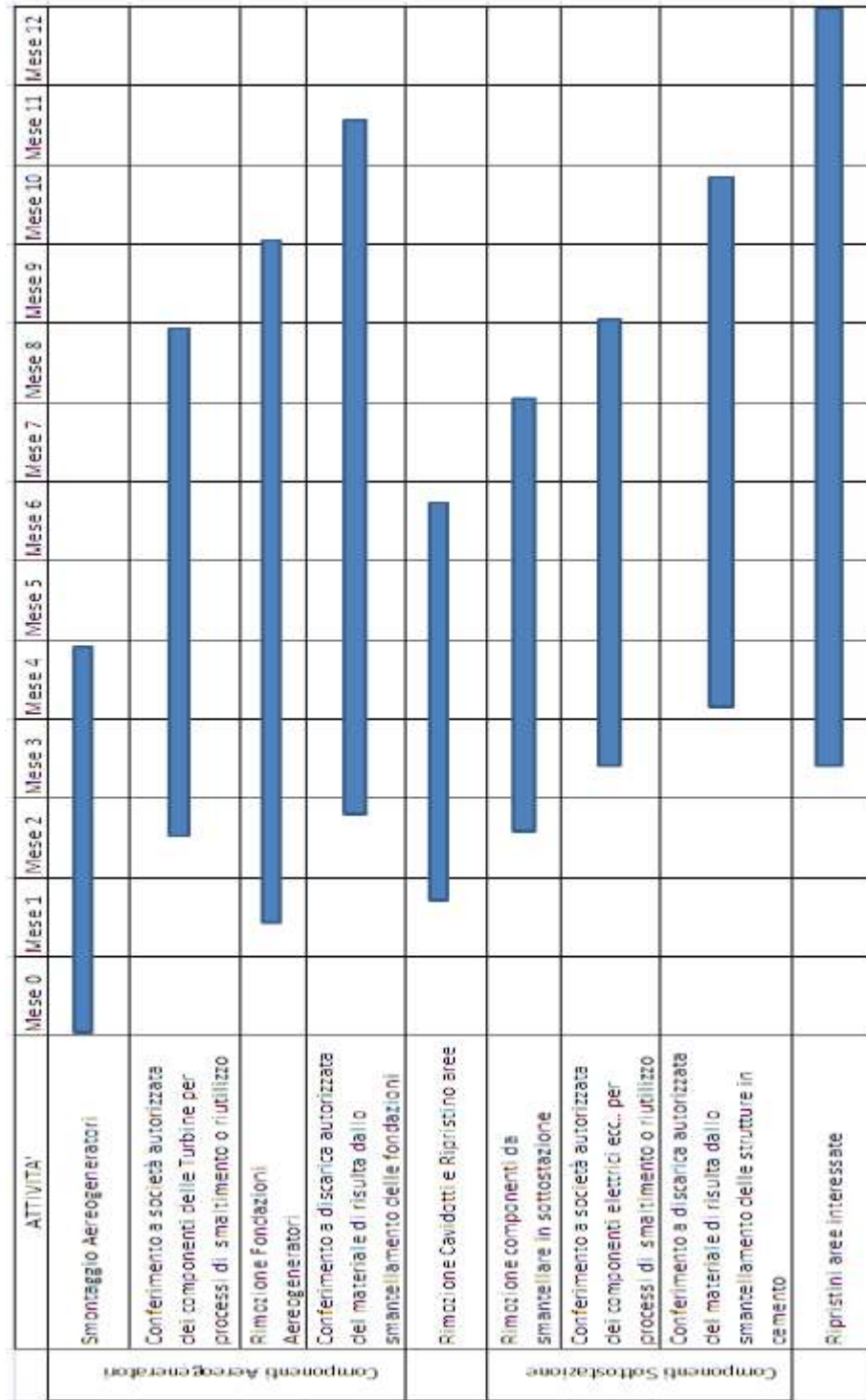


Figura 12.6. – Cronoprogramma previsionale – smantellamento parco eolico.

13. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO ED AUTORIZZATIVO.

Per la realizzazione del presente progetto definitivo si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- ✓ Energie rinnovabili:
 - D.P.R. 24 maggio 1988, n.203 ("Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884 e 85/203 concernenti norma in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183");
 - Legge 9 gennaio 1991, n.9 ("Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali");
 - Legge 9 gennaio 1991, n.10 ("Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia");
 - Decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 ("Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica");
 - Decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 ("Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità");
 - Atto di indirizzo per il corretto inserimento degli impianti eolici sul territorio regionale ("Delibera di Giunta Regionale della Basilicata n. 2920/04 Pubblicato sul BUR n. 92 del 22/12/2004);
 - Legge Regionale della Basilicata n. 47/1998 ("Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale e norme per la tutela ambientale");
 - Legge Regionale della Basilicata n. 01/2010 del 19/01/2010.

- ✓ Elettrodotti, linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione:
 - Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1175 (“Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”);
 - Decreto del Presidente della Repubblica 18 marzo 1965, n. 342 (“Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica”);
 - Legge 28 giugno 1986, n. 339 (“Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”);
 - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 (“Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”);
 - Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 (“Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”);
 - Legge 22 febbraio 2001, n. 36 (“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”);
 - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 (“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”);
 - Norme CEI 11-1, Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
 - Norme CEI 11-17, Impianti di produzione, trasmissione, e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
 - Norme CEI 11-32, Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria;
 - Norme CEI 64-8, Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

- Norme CEI 103-6, Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto;
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- DPCM 8 luglio 2003 – "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" – G.U. n. 200 del 29/08/03;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 – "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" – G.U. n. 55 del 07/03/2001 ,e relativo regolamento attuativo;
- Decreto Legislativo 19 novembre 2007, n. 257 – G.U. n. 9 dell' 11 gennaio 2008;
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 34/05, Disposizioni in merito alla vendita di energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 281/05, Disposizioni in merito alle modalità di connessioni alle reti con obbligo di connessione di terzi;
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 182/06, Modificazioni della delibera 04/05 in merito ai metodi di rilevazione delle misure di energia per i punti di immissione e prelievo;
- DM 21/03/88 "Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche ed integrazioni;
- Circolare Ministero Ambiente e Tutela del Territorio DSA/2004/25291 del 14/11/04 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto;
- DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- D.M.LL.PP 21/03/88 n° 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

- D.M.LL.PP 16/01/91 n° 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- D.M.LL.PP. 05/08/98 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche esterne";
- Artt. 95 e 97 del D.Lgs n° 259 del 01/08/03;
- Circolare Ministeriale n. DCST/3/2/7900/42285/2940 del 18/02/82 "Protezione delle linee di telecomunicazione per perturbazioni esterne di natura elettrica – Aggiornamento delle Circolare del Mini. P.T. LCI/43505/3200 del 08/01/68;
- Circolare "Prescrizione per gli impianti di telecomunicazione allacciati alla rete pubblica, installati nelle cabine, stazioni e centrali elettriche AT", trasmessa con nota Ministeriale n. LCI/U2/2/71571/SI del 13/03/73;
- CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici;
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- CEI EN 50110-1-2 esercizio degli impianti elettrici;
- CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;
- CEI 11-32 V1 Impianti di produzione eolica, telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", 1° Ed.;

- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)", 1a Ed.;
 - Delibera AEEG 168/03 Condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79;
 - Delibera AEEG 05/04 Intimazione alle imprese distributrici ad adempiere alle disposizioni in materia di servizio di misura dell'energia elettrica in corrispondenza dei punti di immissione di cui all'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 30 gennaio 2004, n. 5/04;
 - Delibera AEEG ARG/elt 98/08 Verifica del Codice di trasmissione e di dispacciamento in materia di condizioni per la gestione della produzione di energia elettrica da fonte eolica;
 - Delibera AEEG ARG/elt 99/08 Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA);
 - Delibera AEEG ARG/elt 04/10 Procedura per il miglioramento della prevedibilità delle immissioni dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili relativamente alle unità di produzione non rilevanti;
 - Delibera AEEG ARG/elt 05/10 "Condizioni per il dispacciamento dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili non programmabili";
 - Codice di Rete TERNA.
- ✓ Opere civili e sicurezza: Criteri generali:
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 ("Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica");

- D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 ("Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche");
 - D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ("Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi");
 - D.M. 14 gennaio 2008 ("Norme Tecniche delle costruzioni");
- ✓ Opere civili e sicurezza: Zone sismiche
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 ("Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche");
 - D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ("Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche");
 - Ordinanza 3431 Presidenza del Consiglio dei Ministri del 03.05.2005 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
 - D.M. 14 gennaio 2008 ("Norme Tecniche delle costruzioni");
- ✓ Opere civili e sicurezza: Terreni e fondazioni
- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 ("Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e successive istruzioni);
 - D.M. 14 gennaio 2008 ("Norme Tecniche delle costruzioni");
- ✓ Opere civili e sicurezza: Norme tecniche
- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Norme tecniche n. 78 del 28 luglio 1980, Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane;

- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Norme Tecniche n° 90 del 15 aprile 1983;
 - D.M. 05/11/2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e successive modifiche e integrazioni (D.M. 22/04/2004).
 - D.M. 19/04/2006 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.
 - D.M. 14 Gennaio 2008 (“Norme tecniche per le costruzioni”);
- ✓ Opere civili e sicurezza: Sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.Leg. 494/1996 (“Attuazione delle direttive 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili”);
 - D.Leg. 528/1999 (“Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n° 494 recante attuazione delle direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili”);
 - DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 (“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”) e ss.mm.ii.;

Elenco delle autorizzazioni, nulla osta, pareri comunque denominati e degli Enti competenti per il loro rilascio compresi i soggetti gestori delle reti infrastrutturali

L'elenco degli Enti competenti preposti a rilasciare il proprio parere di competenza di conformità alla normativa vigente sono:

1. Regione Basilicata - Dip. Ambiente e Territorio, uff. Compatibilità Ambientale;
2. Regione Basilicata - Dip. Ambiente e Territorio, uff. Urbanistica e Tutela del Paesaggio;
3. Regione Basilicata - Dip. Ambiente e Territorio, uff. Foreste e Tutela del Territorio;
4. Regione Basilicata - Dip. Ambiente e Territorio, uff. Ciclo dell'Acqua;
5. Regione Basilicata - Dip. Ambiente e Territorio, uff. Cave e Miniere;

6. Regione Basilicata - Dip. Ambiente e Territorio, uff. Risorse Naturali in Agricoltura;
7. Regione Basilicata - Dip. Ambiente e Territorio, uff. Geologico ed Attività Estrattive;
8. Regione Basilicata – Dip. Infrastrutture e mobilità, uff. Infrastrutture;
9. Regione Basilicata – Dip. Infrastrutture e mobilità, uff. Espropri;
10. Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio – Potenza ;
11. Soprintendenza per i Beni Archeologici – Potenza;
12. UTF – Agenzia delle Dogane;
13. Ministero dello Sviluppo Economico – UNMIG;
14. Comando Reclutamento e Forze di Completamento Regionale Basilicata;
15. Ministero della Difesa - Direzione Generale dei Lavori e del Demanio;
16. Ispettorato delle Infrastrutture dell'Esercito - Ufficio Demanio e Servitù Militari (Napoli);
17. Ispettorato delle Infrastrutture dell'Esercito - 10° Reparto Infrastrutture Ufficio B.C.M. (Napoli);
18. Comando in Capo del Dipartimento Militare Marittimo dello Ionio e del Canale d'Otranto (Taranto);
19. Aeronautica Militare - comando III Regione aerea - rep. Territorio e Patrimonio (Bari);
20. ASP Azienda Sanitaria Locale di Potenza;
21. Provincia di Potenza;
22. Comune di Banzi;
23. Comune di Palazzo San Gervasio;
24. Ministero delle Comunicazioni Ispettorato Territoriale Puglia – Basilicata;
25. Regione Basilicata: Ex Genio Civile;
26. Ufficio provinciale Agricoltura di Potenza;
27. Autorità di Bacino della Basilicata;
28. Autorità di Bacino della Puglia;
29. Enel S.p.a.;
30. Comando dei Vigili del Fuoco;
31. Acquedotto Lucano;
32. Consorzio di Bonifica Vulture-Alto Bradano;
33. ARPA Basilicata;

- 34. SNAM;
- 35. TERNA;
- 36. ENAC; ENAV.

Normativa tecnica di riferimento

Le normative tecniche a cui gli Enti titolari dei vincoli ambientali devono fare riferimento sono:

- ✓ Legge 24/07/90 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi";
- ✓ - DPCM 08/06/01 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità";
- ✓ D. Lgs n. 42 del 22/01/2004;
- ✓ Norme di Attuazione dell'Autorità di Bacino della Basilicata;
- ✓ Norme Tecniche di Attuazione dell'Autorità di Bacino della Puglia;
- ✓ R. D. 25/07/1904 n. 523;
- ✓ T.U. n. 1775/33;
- ✓ D.P.R. N. 156 DEL 29/03/1973;
- ✓ D. Lgs. 01/08/2003 n. 259;
- ✓ R.D.L. 30/12/1923 n. 3267;
- ✓ D.P.R. 233/2007 e ss.mm.ii.;
- ✓ D.P.R. 91/2009;
- ✓ D.P.C.M. 14/11/1997;
- ✓ D.P.C.M. 08/07/2003;
- ✓ D.M. 29/05/2008;
- ✓ D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.;
- ✓ D. Lgs 387/2003 e ss.mm.ii.