



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

Comuni di

TERRANOVA DA SIBARI (CS), SPEZZANO ALBANESE (CS)

e

CORIGLIANO-ROSSANO(CS)

Località "Masseria Tarsia" - "Case Tarsia" - "Apollinara"

A. PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

OGGETTO

Codice: ITW_TRS	Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs 387/2003 e D.Lgs 152/2006
N° Elaborato: A17	SIA - Quadro di riferimento Progettuale

Tipo documento	Data
Progetto definitivo	Giugno 2022

Progettazione

Proponente

ITW Terranova Srl
Via del Gallitello n.89 85100
Potenza (PZ)
P.IVA 02082800760 -
pec: itwterranova@pec.it

Rappresentante legale

Emmanuel Macqueron

Progettisti

Ing. Vassalli Quirino

Ing. Speranza Carmine Antonio

REVISIONI

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	Giugno 2022	Emissione	LD	QV/AS/DR	QI

ITW_TRS_A17_SIA_Quadro Progettuale.doc	ITW_TRS_A17_SIA_Quadro Progettuale.pdf
--	--

Il presente elaborato è di proprietà di ITW Terranova S.r.l. Non è consentito riprodurlo o comunque utilizzarlo senza autorizzazione di ITW Terranova S.r.l.

ITW Terranova Srl • Via del Gallitello n.89 • 85100 Potenza (PZ) • P.IVA 02082800760 • pec: itwterranova@pec.it

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. COERENZA DEL PROGETTO CON OBIETTIVI EUROPEI DI DIFFUSIONE DELLE FER	4
1.2. STRUTTURA DEL SIA	5
1.3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	10
2.2. DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI CONSIDERATE	12
2.3. DEFINIZIONE DEL LAYOUT DI PROGETTO DELL'IMPIANTO.....	18
2.4. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO EOLICO DA PROGETTO	19
<i>DESCRIZIONE PARCO EOLICO</i>	21
2.4.1. <i>AEROGENERATORI</i>	22
2.4.1.1. TORRE.....	23
2.4.1.2. NAVICELLA.....	23
2.4.1.3. Rotore e pale	25
2.4.1.4. Pitch system	26
2.4.1.5. Sistema di imbardata	26
2.4.1.6. Sistema di arresto.....	27
2.4.1.7. Generatore.....	27
2.4.1.8. Convertitore	28
2.4.1.9. Trasformatore	28
2.4.1.10. Cavi ad alto voltaggio.....	29
2.4.1.11. Quadri di controllo	30
2.4.1.12. Sistema di controllo anomalie e controllo gestionale.....	31
2.4.1.13. Sistemi di protezione	31
2.4.1.14. Ausiliari	32
2.4.2. <i>Descrizione Opere civili</i>	33
2.4.2.1. Opere di fondazione	33
2.4.2.2. Piazzole.....	34
2.4.2.3. Viabilità.....	35
2.4.2.4. Stazione di trasformazione MT/AT.....	37
2.4.2.5. Strade e piazzole.....	38
2.4.2.6. Smaltimento acque meteoriche e fognarie	38
2.4.2.7. Ingressi e recinzioni	38
2.4.2.8. Illuminazione.....	38
2.4.3. <i>Descrizione Opere elettriche</i>	39
2.4.3.1. Cavidotto in MT.....	39
2.4.3.1.1. Caratteristiche tecniche cavidotto e fibra ottica	41
2.4.3.1.2. Descrizione del tracciato	42
2.4.3.1.3. Giunzioni	43
2.4.3.1.4. Terminazione ed attestazione cavi MT	43
2.4.3.1.5. Giunti di isolamento cavi MT	44
2.4.3.1.6. Terminazione ed attestazione cavi in fibra ottica	44
2.4.3.1.7. Coesistenza tra cavi elettrici e altre condutture interrate	45
2.4.3.2. Stazione elettrica di trasformazione MT/AT e Cavidotto AT	47
2.5. ANALISI DI MICROSITING E STIMA DI PRODUCIBILITÀ	48

2.5.1.	<i>Analisi dei dati di ventosità del sito</i>	48
2.5.2.	<i>Analisi della turbolenza del sito d' impianto</i>	52
2.5.3.	<i>Layout impianto</i>	52
2.5.4.	<i>Stima di producibilità</i>	53
2.5.5.	<i>Riepilogo stima producibilità e idoneità economica associata</i>	55
3.	REALIZZAZIONE IMPIANTO, RISORSE NATURALI IMPIEGATE ED EMISSIONI	56
3.2.	ATTIVITÀ DI CANTIERE	56
3.2.1.	<i>Montaggio degli elementi costituenti l'aerogeneratore</i>	57
3.3.	FASE DI ESERCIZIO	59
3.3.1.	RIPRISTINO AREE PER LA FASE DI ESERCIZIO	59
3.4.	DISMISSIONE IMPIANTO	60

1. PREMESSA

Oggetto di tale relazione è lo *Studio di Impatto Ambientale (SIA)*, parte integrante della procedura di Valutazione di impatto ambientale (VIA) svolta nell'ambito del più ampio Provvedimento Unico in materia Ambientale¹ - PUA - ai sensi dell'art. 27 Parte II *D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.*

Il progetto su cui verte il SIA viene proposto dalla società ITW TERRANOVA SRL ed è finalizzato alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia eolica della potenza di 70 MW e delle opere connesse da stanziare nell'agro dei comuni di Spezzano Albanese, Terranova da Sibari e Corigliano-Rossano, nella provincia di Cosenza (CS) rispettivamente nelle località "Case Tarsia", "Masseria Tarsia" e "Apollinara".

Le procedure di valutazione di impatto ambientale sono disciplinate dal *D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. Parte II.; l'opera preposta rientra tra gli "impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW"*, così come precisato nell'*All.II alla Parte II del D.Lgs. 152/2006 (così modificato all'art. 22 del d.lgs. n. 104 del 2017)* e pertanto ricade tra le tipologie di impianti da sottoporre alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) di competenza statale.

Per quanto appena esposto, affinché venga approvata la realizzazione del progetto in esame, la Società ITW TERRANOVA SRL - in quanto soggetto proponente - deve fornire al Ministero dell'Ambiente, oggi Ministero della Transizione Ecologica (MiTE²) - *Direzione generale valutazioni ambientali - Divisione V - Procedure di valutazione VIA e VAS* - quale autorità competente di concerto con il MiC - *Direzione generale archeologia, belle arti e paesaggio* - tutte le informazioni utili all'espressione del parere favorevole alla realizzazione.

¹ Il PUA - Provvedimento Unico in materia Ambientale - è "il provvedimento di VIA rilasciato nell'ambito di un provvedimento unico comprensivo delle autorizzazioni ambientali tra quelle elencate al comma 2 richieste dalla normativa vigente per la realizzazione e l'esercizio del progetto. A tal fine, il proponente presenta un'istanza ai sensi dell'articolo 23, avendo cura che l'avviso al pubblico di cui all'articolo 24, comma 2, rechi altresì specifica indicazione delle autorizzazioni di cui al comma 2, nonché la documentazione e gli elaborati progettuali previsti dalle normative di settore per consentire la compiuta istruttoria tecnico-amministrativa finalizzata al rilascio di tutti i titoli ambientali di cui al comma 2." (art. 27 Parte II D.Lgs. 152/06)

² Il 21 aprile 2021 le Camere hanno approvato definitivamente il disegno di legge di conversione del decreto-legge 1° marzo 2021, n. 22 recante disposizioni urgenti in materia di riordino delle attribuzioni dei ministeri. Il provvedimento istituisce il *Ministero della Transizione Ecologica - MiTE* - che sostituisce il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - MATTM. Ampio l'ambito di azione del nuovo dicastero, che assorbe, oltre a tutte le competenze dell'ex Ministero dell'Ambiente, anche alcune delle competenze chiave nel processo della transizione ecologica, inerenti principalmente il settore dell'energia.

L'opera in oggetto è soggetta altresì alla *Procedura di Autorizzazione Unica* di cui all'*art. 12 del D.Lgs. 387/03³ e ss.mm.ii.* per la relativa autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e delle opere connesse. Per tale procedura l'autorità responsabile e di riferimento è la *Regione CALABRIA - Dipartimento Regionale Tutela dell'Ambiente Settore 07 - Infrastrutture Energetiche, Fonti Rinnovabili e Non Rinnovabili.*

1.1. Coerenza del progetto con obiettivi europei di diffusione delle FER

La realizzazione di tale impianto si pone in perfetto allineamento con i principi e gli obiettivi stabiliti dal Protocollo di Kyoto - provvedimento stipulato, a livello mondiale, per combattere l'emissione in atmosfera dei gas climalteranti ed il conseguente riscaldamento globale (vedasi paragrafo Settore energia: Strategia, pianificazione e normativa) - così come dal successivo Accordo di Parigi, il quale, con il Quadro Clima-Energia fissa gli obiettivi al 2030, innalzando il quantitativo di emissioni di gas climalteranti da ridurre pari al 40% rispetto ai livelli registrati nel 1990.

La proiezione degli obiettivi strategici europei suddetti viene applicata al contesto nazionale con la SEN 2017 secondo la quale ruolo chiave nella riduzione dell'emissione dei gas climalteranti viene esplicitato dalla riduzione del consumo, fino alla totale rinuncia, delle fonti classiche di energia quali i combustibili fossili in favore di un'adozione sempre crescente delle fonti di energia rinnovabile (FER): si parla di una riduzione del consumo dei combustibili fossili pari al 30% e di un aumento delle FER di circa il 27% rispetto ai livelli registrati nel 1990.

La SEN 2017 prevede di intensificare il processo di decarbonizzazione secondo lo scenario *Roadmap2050* ponendo l'accento sull'obiettivo "non più di 2°C" che, accanto agli obiettivi per la riduzione dell'inquinamento atmosferico (con i conseguenti benefici per l'ambiente e per la salute) pone le basi per un' economia a basse emissioni di carbonio e alla base di un sistema che:

- assicuri energia a prezzi accessibili a tutti i consumatori;
- renda più sicuro l'approvvigionamento energetico dell'UE;
- riduca la dipendenza europea dalle importazioni di energia;

³ D.Lgs. 387/03: "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"

- crei nuove opportunità di crescita e posti di lavoro.

La realizzazione del progetto proposto dalla società ITW TERRANOVA SRL è perfettamente in linea con l'obiettivo di aumento delle FER da portare al 27% entro il 2030 questo perché, tra le FER, le fonti *eolico* e *fotovoltaico* sono tra quelle riconosciute come più mature ed economicamente vantaggiose al giorno d'oggi.

A conferma e potenziamento degli obiettivi appena enunciati vi è il recente PNRR (vedasi paragrafo *Settore energia: Strategia, pianificazione e normativa - Pianificazione energetica nazionale*) il quale pone l'accento sull'importanza di esecuzione di investimenti finalizzati alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, all'aumento della quota di energia ottenuta da fonti rinnovabili così come al raggiungimento di ulteriori altri obiettivi quali l'efficienza energetica, l'integrazione del sistema energetico, le nuove tecnologie energetiche pulite e l'interconnessione elettrica.

1.2. Struttura del SIA

Lo strumento che raccoglie in sé tutte le informazioni essenziali è lo *Studio di Impatto Ambientale (SIA)*, il quale viene predisposto dal proponente secondo le indicazioni ed i contenuti di cui all'art. 22 e all' *All. VII Parte II* del *D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.*; nel dettaglio il SIA deve contenere le seguenti informazioni:

- a) una descrizione del progetto, comprendente informazioni relative alla sua ubicazione e concezione, alle sue dimensioni e ad altre sue caratteristiche pertinenti;
- b) una descrizione dei probabili effetti significativi del progetto sull'ambiente, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio e di dismissione;
- c) una descrizione delle misure previste per evitare, prevenire o ridurre e, possibilmente, compensare i probabili impatti ambientali significativi e negativi;
- d) una descrizione delle alternative ragionevoli prese in esame dal proponente, adeguate al progetto ed alle sue caratteristiche specifiche, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle ragioni principali alla base dell'opzione scelta, prendendo in considerazione gli impatti ambientali;
- e) il progetto di monitoraggio dei potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto, che include le responsabilità e le risorse necessarie per la realizzazione e la gestione del monitoraggio;
- f) qualsiasi informazione supplementare di cui all'allegato VII relativa alle

caratteristiche peculiari di un progetto specifico o di una tipologia di progetto e dei fattori ambientali che possono subire un pregiudizio." (*comma 3 art. 22 Titolo III D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.*)

Lo Studio di Impatto Ambientale viene inoltre redatto secondo i *quadri di riferimento*:

- *programmatico*: in cui viene esaminata la coerenza dell'opera progettata con la pianificazione e la programmazione territoriale e settoriale vigente mettendo in luce eventuali disarmonie (art. 3 DPCM 1988);
- *progettuale*: in cui, a seguito di uno studio di inquadramento dell'opera nel territorio, si mettano in luce le motivazioni tecniche che vi sono alla base delle scelte progettuali del proponente; provvedimenti/misure/interventi per favorire l'inserimento dell'opera nell'ambiente interessato; condizionamenti da vincoli paesaggistici, aree occupate (durante le fasi di cantiere e di esercizio)... (art. 4 DPCM 1988);
- *ambientale*: matrici ambientali direttamente interessate e non (atmosfera, ambiente idrico, flora, fauna, suolo, salute pubblica...), stima quali e quantitativa degli impatti indotti dalla realizzazione dell'opera; piano di monitoraggio (art. 5 DPCM 1988).

Accanto ai quadri di riferimento programmatico, progettuale ed ambientale, il SIA deve essere corredato dagli *elaborati* di progetto e da una *Sintesi non Tecnica* "delle informazioni di cui al comma 3, predisposta al fine di consentirne un'agevole comprensione da parte del pubblico ed un'agevole riproduzione." (*comma 3 art. 22 Titolo III D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.*)

La presente relazione costituisce la Parte Seconda del SIA - Quadro Di Riferimento Progettuale - che si concentra, come sopra menzionato, principalmente sulla descrizione approfondita del progetto, trattandone le caratteristiche fisiche e tecniche, e di tutte le fasi che determinano la vita dell'opera, nonché le ragionevoli alternative considerate; per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo successivo "Quadro di Riferimento Progettuale".

1.3. Inquadramento territoriale

Il progetto di parco eolico prevede l'installazione di n°12 aerogeneratori di potenza unitaria di 5.8 MW per una potenza complessiva di impianto pari circa a 70 MW da

stanziare nel territorio comunale di Spezzano Albanese (CS), Terranova da Sibari (CS) e Corigliano-Rossano (CS) - vedasi Tabella 1.

Gli aerogeneratori saranno collegati fra loro ed alla stazione di trasformazione e consegna mediante un elettrodotto interrato a 30 kV; l'energia elettrica da essi prodotta giungerà e sarà immessa, mediante collegamento in antenna a 150 kV, sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV "Laino - Rossano TE".

Il sito scelto per l'installazione del parco eolico è da individuare in parte alla località "Case Tarsia" in agro del Comune di Spezzano Albanese (CS) ed in parte alle località "Masseria Tarsia" del Comune di Terranova da Sibari (CS) e "Apollinara" del comune di Corigliano-Rossano (CS). L'area è dislocata in direzione nord-est dei centri abitati di Spezzano Albanese e di Terranova da Sibari, da ambo distante (in linea d'aria) all'incirca 4 km.

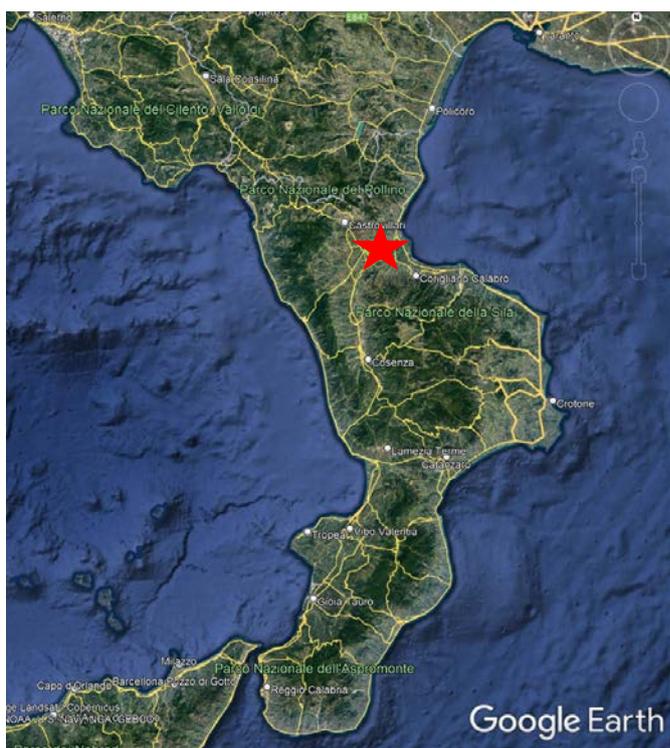


Figura 1: Inquadramento territoriale del progetto eolico in esame

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]
WTG01	614961	4395479
WTG02	616466	4395571
WTG03	617409	4395546
WTG04	618023	4395566
WTG05	619050	4395741
WTG06	615497	4395055
WTG07	615977	4394456
WTG08	616383	4394093
WTG09	617428	4394333
WTG10	618037	4394420
WTG11	617366	4393761
WTG12	617857	4393932

Tabella 1: coordinate dell'impianto da progetto nel sistema di riferimento UTM WGS84

Dei n°12 aerogeneratori da progetto, n°2 di essi ricadono nel territorio del comune di Spezzano Albanese alla località "Case Tarsia", n° 1 nel territorio del comune di Corigliano-Rossano alla località "Apollinara" e la restante parte - assieme al cavidotto esterno - ricade nel territorio afferente il comune di Terranova da Sibari alla località "Masseria Tarsia". La superficie complessiva del parco è pari a circa 450 ha.

Per l'esatta ubicazione delle macchine si veda l'elaborato grafico "A16A3 -Inquadramento Impianto su Ortofoto" di cui uno stralcio viene riportato in Figura 2; le coordinate geografiche di ciascun aerogeneratore (WTG) sono riportate nel sistema di coordinate UTM WGS84 nella Tabella 1. Per quanto concerne la connessione e l'accesso all'area del parco di progetto significativo è il ruolo svolto dalla SP 178 - la quale consente, assieme a strade interpoderali, collegamento diretto al parco dalla direzione nord - assieme alla SP 179 - che invece dà accesso dalla direzione sud-est - Figura 3.

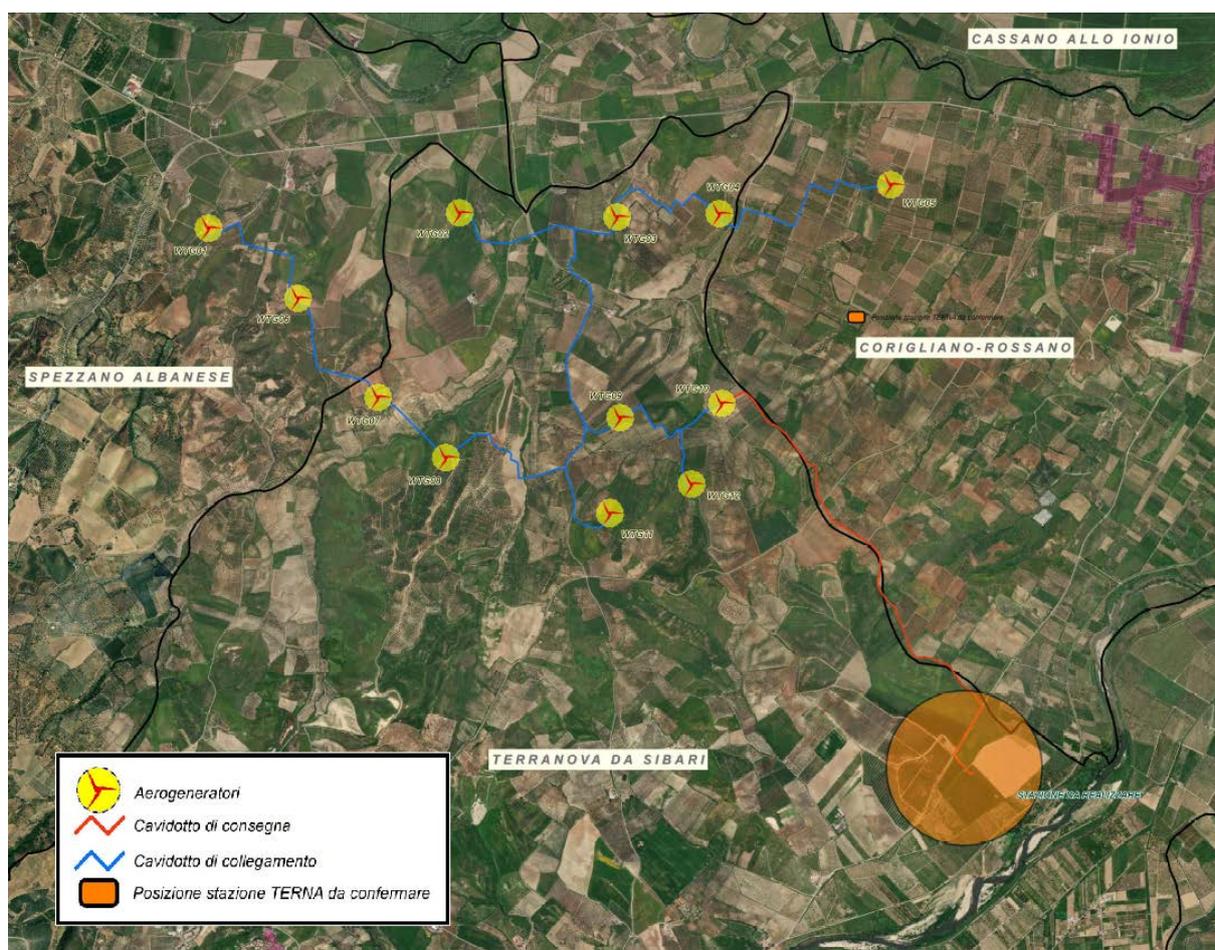


Figura 2: Inquadramento dell'area di realizzazione dell'impianto di n°12 aerogeneratori per una potenza complessiva di 70 MW in agro dei comuni di Comuni di Spezzano Albanese (CS), Terranova da Sibari (CS) e Corigliano-Rossano (CS) - stralcio dell'elaborato cartografico "A16A3 - Inquadramento Impianto su Ortofoto"

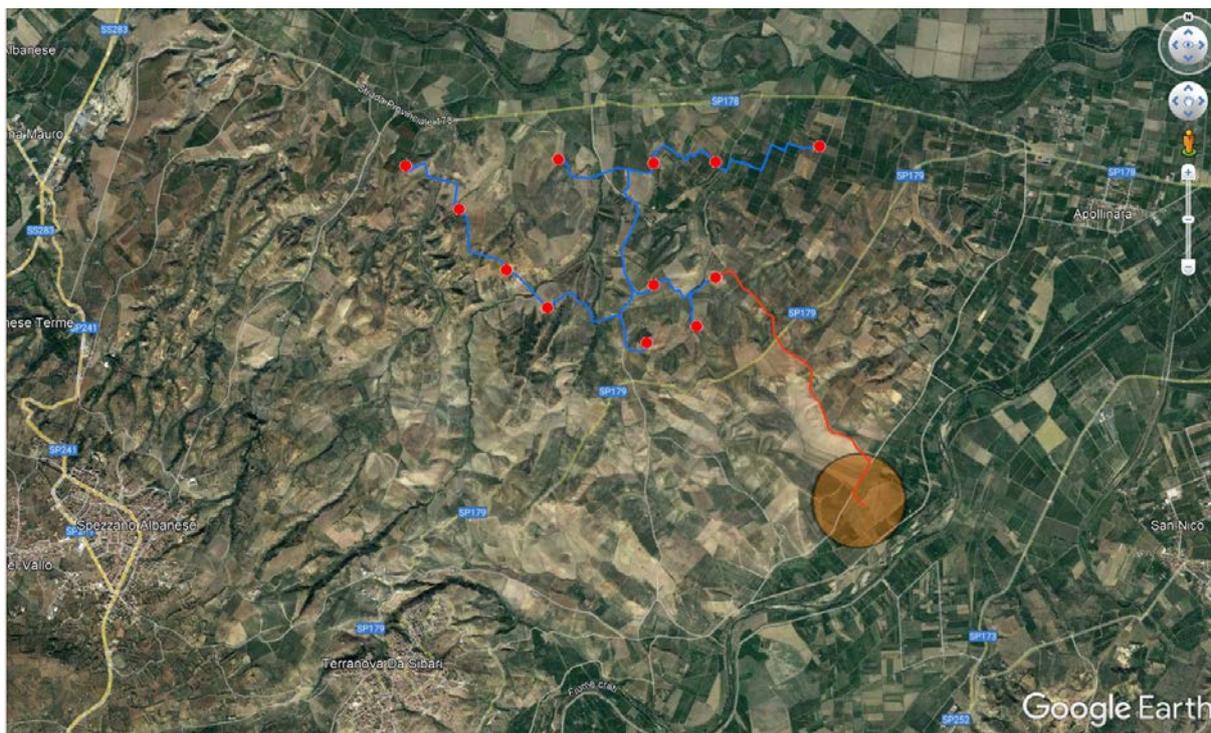


Figura 3: Accesso all'area del parco eolico da 70 MW sito nei Comuni di Spezzano Albanese (CS), Terranova da Sibari (CS) e Corigliano-Rossano (CS); località "Case Tarsia", "Masseria Tarsia" e "Apollinara". - Fonte: Google Earth

2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Come anticipato in premessa la presente relazione rappresenta il quadro di riferimento progettuale, secondo quanto riportato dall'art. 4 del DPCM 1988, pertanto "*descrive il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati, nonché l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come area vasta interessata*".

Particolare attenzione si presterà agli impatti che il progetto determina nella fase di realizzazione, nella fase di costruzione, nella fase di esercizio e nella fase di dismissione. La descrizione approfondita del progetto - e di tutte le fasi che determinano la vita dell'opera - permette di definire puntualmente le diverse tipologie d'impatto ad esso ascrivibili. Pertanto, nella presente relazione, verrà analizzato il progetto proposto dando la descrizione delle singole attività necessarie per la costruzione dell'impianto, le attività e le modalità con cui sarà espletata la fase di produzione dell'impianto ed anche indicazione delle attività che dovranno portare alla dismissione dell'impianto a fine vita utile. In tal modo saranno individuati i potenziali fattori causali di impatto, rimandando al quadro di riferimento ambientale la descrizione delle misure mitigative e di prevenzione adottate.

2.1. CRITERI PROGETTUALI

Ferma restando l'adesione alle norme vigenti in materia di tutela paesaggistica e ambientale, la proposta progettuale va ad indagare e ad approfondire i seguenti imprescindibili aspetti:

- *Caratteristiche orografiche e geomorfologiche del sito*, con particolare riguardo ai sistemi che compongono il paesaggio (acqua, vegetazione, uso del suolo, viabilità carrabile e percorsi pedonali, conformazione del terreno, colori),
- *Disposizione degli aerogeneratori sul territorio*, lo studio della loro percezione e dell'impatto visivo rispetto a punti di vista prioritari (insediamenti concentrati o isolati), a visioni in movimento (strade);
- *Caratteri delle strutture*, le torri, con indicazioni riguardanti materiali, colori, forma, ecc. e con particolare attenzione alla manutenzione e durabilità;
- *Qualità del paesaggio*, nel dettaglio i caratteri del territorio e le trasformazioni proposte (interventi di rimodellazione dei terreni, di ingegneria naturalistica, di inserimento delle nuove strade e strutture secondarie, ecc.), la gestione delle aree e degli impianti, i collegamenti tra le strutture;

- *Forme e sistemi di valorizzazione e fruizione pubblica* delle aree e dei beni paesaggistici (accessibilità, percorsi e aree di fruizione, servizi, ecc.);
- Indicazioni per l'uso di *materiali* nella realizzazione dei diversi interventi previsti dal progetto (percorsi e aree fruibili, strutture), degli impianti arborei e vegetazionali (con indicazione delle specie autoctone previste), eventuali illuminazioni delle aree e delle strutture per la loro valorizzazione nel paesaggio.

Con riferimento agli obiettivi e ai criteri di valutazione suddetti si richiamano alcuni criteri di base utilizzati nella scelta delle diverse soluzioni individuate, al fine di migliorare l'inserimento dell'infrastruttura nel territorio senza tuttavia trascurare i criteri di rendimento energetico determinati dalle migliori condizioni anemometriche:

- *Rispetto dell'orografia* del terreno (limitazione delle opere di scavo/riporto);
- *Massimo riutilizzo della viabilità esistente*; realizzazione della nuova viabilità rispettando l'orografia del terreno e secondo la tipologia esistente in zona o attraverso modalità di realizzazione che tengono conto delle caratteristiche percettive generali del sito;
- Impiego di *materiali* che favoriscano l'integrazione con il paesaggio dell'area per tutti gli interventi che riguardino manufatti e sistemi vegetazionale;
- attenzione alle condizioni determinate dai cantieri e ripristino della situazione "ante operam" con particolare riguardo alla reversibilità e rinaturalizzazione o rimboschimento delle aree occupate temporaneamente da camion e autogrù nella fase di montaggio degli aerogeneratori.

A tutto questo vanno aggiunte alcune considerazioni più generali legate alla natura stessa del fenomeno ventoso e alla conseguente caratterizzazione dei siti idonei per lo sfruttamento di energia eolica. E' possibile allora strutturare un impianto eolico riappropriandosi di un concetto più vasto di energia associata al vento, utilizzando le tracce topografiche, gli antichi percorsi, esaltando gli elementi paesaggistici, facendo emergere le caratteristiche percettive (visive e sonore) prodotte dagli stessi aerogeneratori. L'asse tecnologico e infrastrutturale dell'impianto eolico, ubicato nei punti con migliori condizioni anemometriche e geotecniche, incrociandosi con le altre trame, diventa occasione per far emergere e sottolineare le caratteristiche peculiari di un sito.

2.2. DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI CONSIDERATE

Nel presente capitolo è stata motivata la scelta del sito di sviluppo del progetto e la scelta della soluzione tecnica di progetto, in particolare per quel che concerne il layout degli aerogeneratori.

2.2.1. Alternativa "0"

L'alternativa zero consiste nel rinunciare alla realizzazione del progetto, prevede di conservare le aree in esame come suoli prettamente agricoli. Tale alternativa non consente la possibilità di sfruttare a pieno le potenzialità del sito che, oltre alla predisposizione agricola dei suoli, si caratterizza anche per l'elevato potenziale eolico.

Si consideri che l'utilizzo della tecnologia eolica, ben si innesta nell'uso continuo dei suoli come agricoli, in quanto le occupazioni di superficie sono limitate, riducendo notevolmente l'utilizzo dei combustibili convenzionali con due importanti conseguenze ambientali:

- Risparmio di fonti energetiche non rinnovabili;
- Riduzione delle emissioni globali di CO₂.

L'alternativa zero è assolutamente in controtendenza rispetto agli obiettivi, internazionali (rif. Accordo di Parigi sul Clima) e nazionali (rif. Strategia Energetica Nazionale) di decarbonizzazione nella produzione di energia e di sostegno alla diffusione delle fonti rinnovabili nella produzione di energia. Il mantenimento dello stato attuale, allo stesso tempo, non incrementa l'impatto occupazionale connesso alla realizzazione dell'opera. La realizzazione dell'intervento prevede la necessità di risorse da impegnare sia nella fase di cantiere che di gestione dell'impianto, aggiungendo opportunità di lavoro a quelle che derivano dalla coltivazione dei suoli. In definitiva, la "non realizzazione dell'opera" permetterebbe di mantenere lo stato attuale, senza l'aggiunta di nuovi elementi sul territorio, ma, allo stesso tempo, limiterebbe lo sfruttamento delle risorse disponibili sull'area e i notevoli vantaggi connessi con l'impiego delle tecnologia eolica quali:

- Incrementare la produzione di energia da fonte rinnovabile coerentemente con le azioni di sostegno che i governi continuano a promuovere anche sotto la spinta della comunità europea che ha individuato in alcune FER, quali l'eolico, una concreta alternativa all'uso delle fonti energetiche fossili, le cui riserve seppure in tempi medi sono destinate ad esaurirsi. Il vento, al contrario, è una fonte inesauribile, abbondante e disponibile in molte località del nostro paese;

- Ridurre le emissioni in atmosfera di composti inquinanti e di gas serra che sarebbero difatti emessi dalla produzione della stessa quantità di energia con fonti fossili, in coerenza con le previsioni della Strategia Energetica Nazionale 2017 che prevede anche la decarbonizzazione al 2030, ovvero la dismissione entro tale data di tutte le centrali termo elettriche alimentate a carbone sul territorio nazionale;
- Ridurre le importazioni di energia nel nostro paese, e di conseguenza la dipendenza dai paesi esteri;
- Ricadute economiche sul territorio interessato dall'impianto con la creazione di un indotto occupazionale soprattutto nelle fasi di costruzione e dismissione dell'impianto.

Per quanto concerne gli eventuali impatti connessi, questi molto dipendono dalle scelte progettuali effettuate e dalle modalità con le quali l'opera viene inserita nel contesto. Per tale motivo molta attenzione è stata mostrata nella scelta dei criteri progettuali d'inserimento, al fine di ridurre o limitare per quanto possibile l'insorgere di eventuali impatti.

2.2.2. *Alternative tecnologiche*

Il conseguimento dei vantaggi in parte citati al paragrafo precedente, concernenti in particolare la produzione di energia a basse emissioni di CO₂, il contenimento del consumo delle risorse naturali, il sostegno all'occupazione, possono essere raggiunti attraverso la realizzazione di un impianto alimentato da fonti energetiche rinnovabili.

Nel caso in esame si è scelto di far riferimento alla risorsa eolica. Una possibile alternativa potrebbe essere quella fotovoltaica. In primo luogo si riportano le motivazioni cardini che hanno determinato la scelta dell'installazione eolica a quella fotovoltaica.

- A parità di potenza installata la producibilità dell'impianto eolico è di gran lunga superiore a quella determinata da un impianto fotovoltaico. Pertanto anche in termini di investimento, l'impianto eolico fornisce delle garanzie maggiori.
- Sempre a parità di potenza, l'installazione di un impianto fotovoltaico richiede un rapporto MW/ha maggiore rispetto ad un impianto eolico. Nel caso in esame, per avere l'equivalente potenza di 70 MW dell'impianto proposto, l'impianto fotovoltaico occuperebbe una superficie maggiore di 70 ha (considerando l'ipotesi ideale di un rapporto MW/ha pari ad 1:1), senza considerare l'occupazione delle opere connesse. Nel caso dell'impianto eolico di progetto, l'occupazione di suolo,

determinata dall'ingombro delle piazzole di regime, dalla base torre e dalla viabilità di progetto, risulta pari a circa 17 ettari. In un territorio a fortissima vocazione agricola, è doveroso scegliere una tecnologia che consenta il minor consumo possibile di suolo agricolo.

Dal punto di vista degli impatti ambientali mettendo a confronto le due tecnologie emerge che:

- L'impatto visivo determinato dall'impianto eolico è sicuramente maggiore dato lo sviluppo verticale degli aerogeneratori anche se non risulterebbe trascurabile l'impatto determinato da un impianto fotovoltaico di notevole estensione soprattutto sulle aree prossime a quelle d'installazione.
- In termini di occupazione di superficie, l'installazione eolica come già detto risulta essere molto vantaggiosa. Inoltre, la sottrazione di suolo determinata dall'impianto fotovoltaico è totale (anche perché tale tipologia d'impianto prevede una recinzione perimetrale), mentre nel caso dell'impianto eolico le pratiche agricole possono continuare indisturbate su tutte le aree contigue a quelle di installazione.
- L'impatto determinato dall'impianto eolico sulle componenti naturalistiche, come argomentato nel quadro ambientale e nello studio naturalistico, è basso. L'impatto che determinerebbe un impianto fotovoltaico, a parità di potenza, e dunque di notevole estensione, risulterebbe sicuramente non trascurabile soprattutto in termini di sottrazione di habitat. L'occupazione di una superficie così ampia per una durata di almeno 20 anni potrebbe determinare impatti non reversibili o reversibili in un periodo molto lungo.
- Dal punto di vista acustico l'impatto determinato da un impianto eolico sicuramente è maggiore anche se nel caso in esame risultano essere rispettati tutti i limiti di legge.
- Dal punto di vista dell'elettromagnetismo, per entrambe le tipologie di installazione gli impatti sono trascurabili anche se nel caso dell'impianto fotovoltaico in prossimità dei punti di installazione le emissioni sono di maggiore entità.

Una seconda ipotesi potrebbe contemplare il ricorso ad un *impianto a biomassa*, in tal caso il problema più grande sarebbe rappresentato dall'approvvigionamento di materia prima:

non potendo fornirsi all'interno di una certa area e dovendosi dunque allontanare ciò comporterebbe uno svantaggio economico del quale però non si potrebbe fare a meno non bastando, per l'alimentazione dell'impianto, i sottoprodotti da attività agricola.

L'aumento del traffico e del movimento dei mezzi porterebbe inevitabilmente ad un aumento dell'inquinamento atmosferico a causa dell'emissione di sostanze inquinanti e/o gas climalteranti.

In definitiva - escludendo il ricorso ad un impianto a biomassa per le motivazioni appena menzionate - considerando che a parità di potenza installata:

- L'eolico garantisce una produzione maggiore e quindi è più vantaggioso dal punto di vista economico;
- L'occupazione superficiale e l'impegno territoriale determinato da un impianto eolico è molto più basso rispetto a quello di un impianto fotovoltaico; tale aspetto assume un grande rilievo in un territorio a forte vocazione agricola.
- Gli eventuali impatti determinati dall'eolico sono tutti reversibili nel breve tempo a seguito della dismissione dell'impianto.

Dunque, per le ragioni appena esposte, al fine della realizzazione di un impianto alimentato da fonti rinnovabili di potenza pari a 70 MW è stata scelta la tecnologia eolica.

2.2.3. *Alternativa dimensionale*

Esistono diversi modelli di aerogeneratori in commercio che possono distinguersi in base alla potenza e alle dimensioni nelle tre seguenti categorie:

- Macchine di piccola taglia, con potenza inferiore a 200 kW, diametro del rotore inferiore a 40 m, altezza del mozzo inferiore a 40 m;
- Macchine di media taglia, con potenza fino a 1000 kW, diametro del rotore fino a circa 70 m, altezza del mozzo inferiore a circa 70 m;
- Macchine di grande taglia, con potenza superiore a 1000 kW, diametro del rotore superiore a 70 m, altezza del mozzo superiore a 70 m.

Le macchine di piccola taglia si prestano principalmente ad installazioni di tipo domestico o singole e hanno una bassa producibilità, con un rapporto superficie occupata su Watt prodotto molto alto e quindi risultano essere poco adatte alla realizzazione di impianti di grande potenza. Ipotizzando l'installazione di macchine di media taglia, con potenza unitaria di circa 800 kW, sarebbero necessari 87 aerogeneratori per raggiungere la potenza di progetto di 70 MW, a fronte dei 12 previsti. Ciò determinerebbe:

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

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

Per tali motivi per la realizzazione della centrale eolica di progetto di potenza pari a 70 MW si è scelto l'installazione di aerogeneratori di grande taglia con potenza unitaria 5,8 MW, diametro del rotore 170 m e altezza al mozzo 135 m.

2.2.4. Alternativa localizzativa

Le alternative di localizzazione riguardano il posizionamento fisico dell'opera in un punto piuttosto che in un altro dell'area in esame. La scelta localizzativa è stata stabilita in base alle seguenti considerazioni:

- presenza di fonte energetica: questa risulta essere un'area molto ventosa;
- assenza di altre particolari destinazioni d'uso per i territori coinvolti: le aree sono caratterizzate dalla presenza di oliveti ed agrumeti; purtuttavia non sono riconosciute come aree ad alto valore naturalistico (per maggiori dettagli si consulti il paragrafo "*Analisi qualità del suolo e sottosuolo*" del *Quadro di Riferimento Ambientale - SIA*);
- vincoli: l'area di localizzazione degli aerogeneratori del parco eolico in esame non rientra tra quelle individuate dalla Regione Calabria come aree non idonee all'installazione dell'eolico (per maggiori dettagli si faccia riferimento al paragrafo "*Vincoli e tutela dell'ambiente*" del *Quadro di Riferimento Programmatico - SIA*);
- distanza da aree naturali protette: l'area prescelta è sufficientemente distante da tutte le aree protette.

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

- la disponibilità della risorsa vento ai fini della produzione di energia da fonte eolica;
- la fase di trasporto della componentistica delle macchine attraverso la viabilità principale e secondaria di accesso al sito la quale verrà adeguata nei tratti che risultano non accessibili;
- i condizionamenti ambientali (caratteristiche morfologiche, geologiche, vegetazionali, faunistiche, insediative, archeologiche e storico-culturali ecc.), di estrema importanza per realizzare una progettazione che determini un impatto sostenibile sul territorio;
- le caratteristiche infrastrutturali della rete elettrica per la successiva immissione dell'energia prodotta alla RTN, in accordo con quanto indicato dal Gestore di Rete nel preventivo di connessione (STMG).

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

- ▲ le buone condizioni di ventosità dell'area, conseguenti alle particolari condizioni orografiche e di esposizione;
- ▲ le idonee condizioni geologiche e morfologiche locali, contraddistinte da morbidi rilievi;
- ▲ le favorevoli condizioni infrastrutturali e di accessibilità generali derivanti dalla contiguità dei siti di installazione degli aerogeneratori al sistema della viabilità comunale ed interpodereale, che si presenta generalmente in buone condizioni di manutenzione e con caratteristiche geometriche per lo più idonee al transito dei mezzi di trasporto della componentistica delle turbine. Il percorso di trasporto della componentistica degli aerogeneratori, dallo scalo portuale più vicino al sito di intervento, sarà previsto lungo arterie stradali di preminente importanza regionale e locale, verranno pertanto accertate le caratteristiche del tracciato planoaltimetrico di detta viabilità. Verrà inoltre eseguita una ricognizione operata dal trasportatore incaricato, al fine di valutare l'idoneità al transito dei mezzi speciali di

trasporto. L'area di impianto è raggiungibile percorrendo la suddetta viabilità principale prevedendo puntuali interventi di adeguamento realizzando limitati spianamenti o allargamenti in curva, per favorire il transito dei mezzi di trasporto alla viabilità di impianto.

Per quanto attiene alla fase operativa di funzionamento dell'impianto, l'esercizio degli aerogeneratori non arrecherà pregiudizio alle condizioni di fruibilità dei fondi da parte degli operatori agricoli e non contrasterà con il proseguimento delle tradizionali pratiche di utilizzo dei terreni. La particolare configurazione del layout, con sviluppo lineare impostato principalmente su esistenti strade, consente di limitare al minimo l'esigenza di realizzare nuove piste di accesso a servizio delle postazioni di macchina. Laddove la realizzazione di tali piste si è resa indispensabile, i nuovi tracciati stradali sono stati impostati, per quanto possibile, in sovrapposizione con l'esistente viabilità rurale. In conclusione la soluzione adottata risulta quella più idonea.

2.3. DEFINIZIONE DEL LAYOUT DI PROGETTO DELL'IMPIANTO

Un criterio generale di progettazione stabilisce che, allo scopo di minimizzare le mutue interazioni che s'ingenerano fra gli aerogeneratori, dovute ad effetto scia, distacco di vortici, ecc., le macchine debbano essere distanziate come minimo di 3 diametri dell'elica dell'aerogeneratore in direzione perpendicolare al vento dominante e minimo 5 diametri in direzione parallela al vento dominante. In realtà i moderni software di progettazione utilizzano sistemi più complessi per la determinazione delle distanze da tenersi tra aerogeneratori contigui in modo da non comprometterne la produttività e da limitare al minimo le interferenze. Nel caso in esame i rotori degli aerogeneratori di progetto hanno diametro pari a 170 metri, per cui si devono rispettare mutue distanze tra le torri di almeno 850 metri nella direzione di vento più produttiva e di almeno 510 metri nella direzione ad essa ortogonale.

Nel suo insieme, tuttavia, la disposizione delle macchine sul terreno dipende oltre che da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori, anche da fattori legati alla presenza di vincoli ostativi, alla natura del sito, all'orografia, all'esistenza o meno delle strade, piste, sentieri, alla presenza di fabbricati, allo sviluppo dei limiti catastali e, non meno importante, da considerazioni relative all'impatto paesaggistico dell'impianto nel suo insieme. Tenere "un passo" regolare nel

distanziamento tra le strutture di impianto giova certamente sotto l'aspetto visivo. Modeste variazioni e spostamenti, dalla suddetta configurazione planimetrica regolare, sono stati introdotti, sia per garantire il rispetto dei requisiti di distanza ed evitare le cosiddette "aree non idonee" (aree interessate da vincoli ostativi), sia per contenere, nella definizione dei percorsi viari interni all'impianto, gli interventi di modificazione del suolo, quali sterri, riporti, opere di sostegno, ecc., cercando di sfruttare, nel posizionamento delle macchine, ove possibile, la viabilità esistente.

Si fa presente che sia la localizzazione che la progettazione dell'impianto eolico sono state svolte proprio tenuto conto delle indicazioni provenienti dalla pianificazione territoriale ed urbanistica, avendo avuto cura di evitare di localizzare gli aerogeneratori all'interno e in prossimità delle aree soggette a tutela ambientale e paesaggistica. Non a caso gli aerogeneratori di progetto NON ricadono in nessuna delle aree definite "non idonee" dal dalla DGR n.55 del 30/01/2006 (Regolamento attuativo del Decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10 settembre 2010, "Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Calabria") e dalla pianificazione ambientale preesistente (Aree Naturali Protette, Rete Natura 2000, aree IBA).

Il layout definitivo dell'impianto eolico così come scaturito è risultato il più adeguato sia sotto l'aspetto produttivo, sia sotto gli aspetti di natura vincolistica e orografica, sia sotto l'aspetto visivo.

2.4. Descrizione generale dell'impianto eolico da progetto

A valle degli accorgimenti esposti precedentemente si è progettato, nei comuni di Spezzano Albanese (CS) e Terranova di Sibari (CS), un impianto costituito da:

- N° 12 *Aerogeneratori* completi delle relative torri di sostegno di potenza nominale 5,8 MW;
- N°1 *Cabina di trasformazione* (all'interno della torre) e n°1 *Cabina di raccolta*;
- *Opere civili* quali:
 - Fondazioni delle torri in calcestruzzo armato (con relativo impianto di messa a terra);

- Piazzole provvisorie per il montaggio degli aerogeneratori e lo stoccaggio degli elementi;
 - Piazzole definitive per l'esercizio dell'impianto;
 - Strade per l'accesso alle piazzole e dunque alle turbine;
 - Adeguamento della viabilità esistente.
- *Cavidotto BT* per il convogliamento dell'energia elettrica prodotta da ogni singolo aerogeneratore a bassa tensione (690 V) fino alla cabina BT/MT posta alla base della torre stessa dove è trasformata a 30kV;
 - *Cavidotti interrati in MT a 30 kV* per l'interconnessione tra le macchine a mezzo di linee di cavo che collegano le varie cabine MT/BT alla cabina di consegna - tali linee costituiscono il cavidotto di collegamento interno, mentre la linea in cavo che collega la cabina di raccolta alla stazione di trasformazione 30/150 kV costituisce il cavidotto esterno;
 - *N°1 Stazione Utente* di trasformazione da MT/AT (30/150 kV) con relativo ufficio di controllo, in adiacenza alla linea 380 kV di "*Laino-Rossano TE*";
 - *Cavidotto AT* in antenna di raccordo aereo della suddetta stazione di trasformazione alla stazione RTN a 150/380 kV di da realizzarsi nel comune di Terranova di Sibari (CS).

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

- *Opere civili*: plinti di fondazione degli aerogeneratori, realizzazione delle piazzole di accesso agli stessi, ampliamento ed adeguamento della rete viaria esistente e realizzazione della viabilità interna all'impianto; realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici, realizzazione del punto di consegna dell'energia elettrica - costituito da una stazione di trasformazione 30/150 kV di utenza;
- *Opere impiantistiche*: installazione degli aerogeneratori con relative apparecchiature di elevazione/trasformazione dell'energia prodotta, esecuzione dei collegamenti elettrici - tramite cavidotti interrati - tra gli aerogeneratori, la cabina e la stazione di trasformazione. Installazioni, prove e collaudi delle apparecchiature elettriche (quadri, interruttori, trasformatori ecc.) nelle stazioni di trasformazione e smistamento. Realizzazione degli impianti di terra delle turbine, della cabina di raccolta e della stazione e realizzazione degli impianti relativi ai servizi ausiliari e ai servizi generali;

- *Opere Elettriche*: ne è prevista la realizzazione in quanto necessaria per la connessione dell'impianto alla RTN; le opere sono descritte nel paragrafo riportato di seguito "*Descrizione Opere Elettriche*".

SCHEDA RIASSUNTIVA DATI PROGETTUALI	
OGGETTO	Realizzazione di un parco eolico con n. 12 aerogeneratori di potenza unitaria 5.8 MW
COMMITTENTE	QAIR Italia S.R.L.
LOCALIZZAZIONE AEROGENERATORI	Comuni di Spezzano Albanese (CS)/Terranova di Sibari (CS)/Corigliano- Rossano (CS)
LOCALIZZAZIONE OPERE CONNESSIONE UTENTE	Terranova di Sibari (CS)
N° AEROGENERATORI	12
MODELLO AEROGENERATORE	Siemens- Gamesa SG170
POTENZA SINGOLA	5.8 MW
POTENZA COMPLESSIVA	70 MW
H AEROGENERATORI s.l.m.	135 m
COLLEGAMENTO ALLA RETE	Cavidotto MT da 30, sottostazione elettrica di trasformazione 30/150 kV da ubicare nel Terranova di Sibari (CS)
PRODUZIONE ANNUA ENERGIA STIMATA	232.020 GWh/y
NUMERO DI ORE EQUIVALENTI	3315 h/y
MANCATE EMISSIONI di INQUINANTI	
CO ₂ [TON/y]	52'060
CO [TON/y]	19
NO _x [TON/y]	42
SO _x [TON/y]	9
Combustile [TEP/y]	38'745

Tabella 2: sintesi caratteristiche impianto eolico di Comuni di Spezzano Albanese (CS), Terranova da Sibari (CS) e Corigliano-Rossano (CS); località "Case Tarsia", "Masseria Tarsia" e "Apollinara".

DESCRIZIONE PARCO EOLICO

Viene di seguito riportata la descrizione particolareggiata di ciascuna delle parti costituenti il parco eolico.

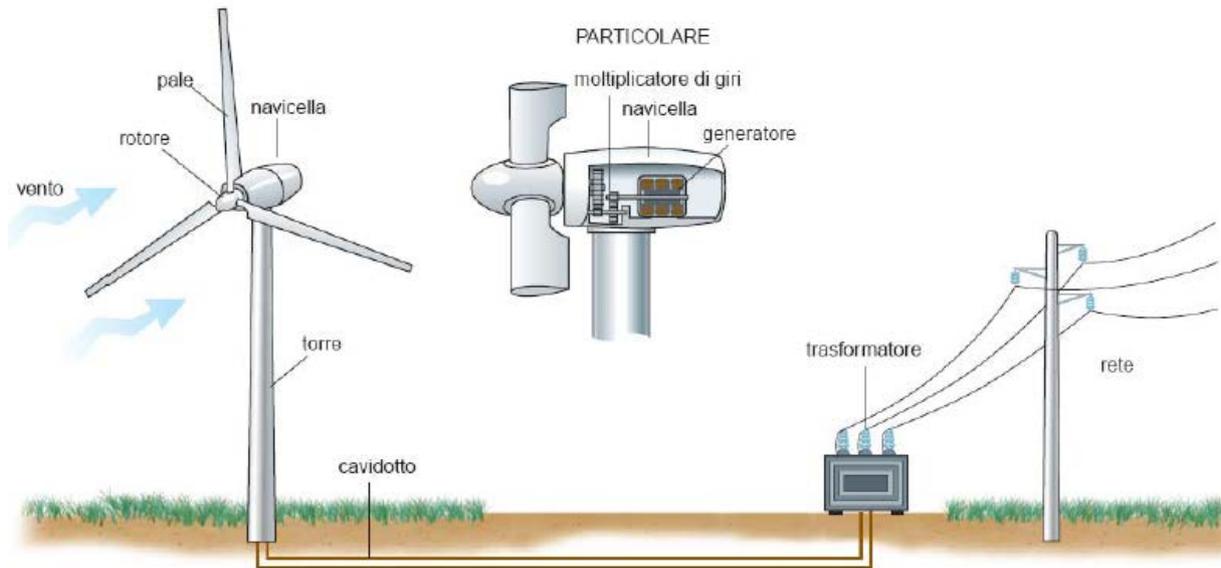


Figura 4: illustrazione delle componenti principali di un aerogeneratore

2.4.1. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore ad asse orizzontale (*HAWT - Horizontal Axis Wind Turbines*) è la soluzione tecnologica attualmente più diffusa nella costruzione di impianti di energia da fonte eolica; esso si compone di una torre tubolare alta e snella in acciaio in cima alla quale viene posizionato il rotore tripala con navicella in vetroresina responsabile della captazione del vento e quindi della produzione di energia elettrica.

L'energia elettrica si ottiene per trasformazione dell'energia meccanica ottenuta a sua volta dall'energia eolica. Il vento colpendo in direzione ortogonale il rotore avvia il movimento delle pale ma solo se supera un valore minimo di soglia chiamato di *cut-in* (2-4 m/sec); ovviamente ad esso per contrapposizione corrisponde un valore di velocità definito di *cut-out* (25 m/sec) raggiunto il quale la turbina, a vantaggio di sicurezza, va ad arrestarsi.

Avviato il movimento delle pale l'energia cinetica del vento viene trasformata in energia meccanica grazie a componenti elettromeccanici collocati all'interno della navicella: il rotore collegato all'albero di trasmissione lo fa girare e, grazie alla presenza di un generatore elettrico, trasforma l'energia rotazionale dell'albero di trasmissione in energia elettrica.

L'aerogeneratore è dotato anche di un sistema di orientamento, di un sistema di arresto e di un sistema di controllo.

La società proponente - per il raggiungimento della potenza complessiva - è ricorsa al modello SG170 da 5,8 MW prodotto dalla Siemens-Gamesa.

Segue la descrizione dettagliata di ciascuna componente.

2.4.1.1. TORRE

La torre è costituita in acciaio ed è di forma tubolare troncoconica, zincata e verniciata. La scelta del colore della vernice è vincolata dal potenziale impatto paesaggistico per mitigare il quale si scelgono tonalità tali da aver un inserimento "morbido" della turbina nel paesaggio. In tal caso per il modello SG170 della Siemens-Gamesa le colorazioni utilizzate sono illustrate in Tabella 3.

Colore della torre	
Colore Standard	RAL 7035 (grigio luminoso)
Varianti	RAL 9018 (bianco)

Tabella 3: colorazione esterna della torre di tipo Siemens-Gamesa

La torre - alta 135 m - funge da accesso alla turbina tramite apposita porta allocata nella parte inferiore; alla base della torre vi sono dei sistemi di illuminazione ausiliari, elementi per il passaggio dei cavi elettrici e una scala con sistemi di sicurezza anti-caduta funzionale all'accesso alla navicella; talvolta è presente anche un ascensore montacarichi. Oltre alla funzione di accesso, la torre funge da sostegno per la navicella (posta sulla sua sommità) nella quale sono allocati tutti gli elementi che consentono la trasformazione dell'energia cinetica del vento in energia meccanica e poi in energia elettrica.

2.4.1.2. NAVICELLA

Nella navicella - a cui si ha accesso grazie ad un foro - sono allocati tutti gli elementi elettromeccanici per la produzione di energia elettrica; infatti qui vi è allocato il trasformatore avente una potenza in ingresso di 800 V restituendo in uscita una tensione variabile tra 19 e 36 kV.

La navicella è totalmente chiusa al fine di proteggere gli elementi ivi presenti dalle intemperie delle condizioni meteorologiche che potrebbero accelerarne l'usura; il telaio di copertura è costituito in fibra di vetro e poggia su una banda in gomma a sua volta allocata sul sistema di imbardata funzionale all'orientamento della navicella.

Sulla parte superiore della navicella è presente una botola che agevola l'uscita ai manutentori in caso di emergenza e/o manutenzione.

È presente anche un paranco di servizio della portata di 800 kg - che può essere integrata fino a 6400 kg - per il sollevamento delle componenti principali.

Per quanto concerne l'impatto percettivo che si ha della navicella essa viene realizzata in colorazioni tali da rendere "morbido" il suo inserimento paesaggistico; per il colore scelto per il modello SG170 della Siemens-Gamesa consultare la Tabella 4.



Figura 5: navicella del modello Siemens-Gamesa SG 170

Colore delle navicelle	
Colore Standard	RAL 7035 (grigio luminoso)
Varianti	RAL 9018 (bianco)
Lucido	< 30% DS/EN ISO 2813

Tabella 4: colorazione scelta per la navicella della turbina SG170

2.4.1.3. Rotore e pale

Il rotore è l'elemento collegato all'albero motore principale che a sua volta è collegato al generatore tramite un sistema di trasmissione; il sistema di trasmissione - collegato al generatore - svolge il compito di moltiplicare il numero di giri: l'aerogeneratore è infatti in grado di funzionare con un basso numero di giri oscillante tra 4.9 e 12.6 Rpm.

Sebbene in commercio siano disponibili diverse tipologie di turbine - tra cui quelle ad asse orizzontale o verticale con monopala, bipala, tripala, multipala - l'adozione più comune, nella realizzazione di parchi eolici, è quella della tripala poiché, anche se a efficienza minore (in accezione di captazione del vento), risulta visivamente più piacevole (favorendo un inserimento armonico della turbina nel paesaggio) senza contare il fatto che, maggiore è il numero di pale, maggiore sarà il rumore da esse apportato.

Le pale affinché possano captare il vento devono disporsi in direzione dello stesso e opporre maggiore superficie possibile; non a caso vengono realizzate:

- Con materiali resistenti quali fibra di vetro rinforzata con resina epossidica o fibra di carbonio: le pale devono essere infatti resistenti ma, al tempo stesso, il più leggere possibile per minimizzare gli stress strutturali;
- Con profilo aerodinamico: il profilo delle pale viene realizzato in maniera del tutto simile alle ali di un aereo e grazie ad un sistema di controllo del passo a microprocessore *OptiTip* si ha l'ottimizzazione dell'angolo di pitch in base alle condizioni di vento prevalente. L'angolo di pitch può oscillare tra 0° e 90°. L'angolazione a 0° viene assunta in corrispondenza della *cut-in wind speed* (2-4 m/sec) di modo che, nell'inesco della rotazione delle pale, si opponga maggiore resistenza possibile al passaggio del vento.

Man mano che il valore della velocità procede verso quello della *cut-out wind speed* (24.5 m/sec) l'angolazione va a raggiungere i 90°, valore che corrisponde ad una posizione di taglio e che pertanto va a costituire un sistema di frenata aerodinamica - vedasi paragrafo "*Sistema di arresto*" - riducendo il rischio di rottura di elementi elettromeccanici e/o strutturali della turbina.

Le pale sono direttamente calettate al mozzo (hub) il quale serve a trasferire i carichi di reazione e la coppia all'asse principale. La struttura del mozzo supporta anche i cuscinetti delle pale e i cilindri costituenti il pitch system.

Segue schema riassuntivo delle caratteristiche specifiche del rotore installato:

Rotore	
Diametro	170 m
Area spazzata	22698 mq
Velocità, intervallo di funzionamento dinamico	4.9 - 12.6 rpm
Senso di rotazione (vista frontale)	In senso orario
Orientamento rotore	sopravento
Numero di pale	3
Freno aerodinamico	Pale in bandiera
Pale	
Lunghezza	83 m
Corda max	4.5 m
Tipologia	Guscio strutturale alare
Materiale	Resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, fibre di carbonio e Punta in metallo solido (SMT)
Connessione delle pale	Con punte di acciaio
Profili alari	Con elevato sollevamento

Tabella 5: caratteristiche specifiche del rotore e delle pale ad esso connesse del modello Siemens-Gamesa SG170

Esattamente come avviene per la torre anche le pale - per minimizzare la percezione visiva dell'aerogeneratore - vengono verniciate con determinati colori; per il modello SG170 fare riferimento alla Tabella 6.

Colore delle pale	
Colore Standard	RAL 7035 (grigio luminoso)
Varianti	RAL 9018 (bianco)
Lucido	< 30% DS/EN ISO 2813

Tabella 6: colorazione scelta per le pale della turbina SG170

2.4.1.4. Pitch system

Il pitch system è costituito da un cilindro idraulico montato sul mozzo e da un'asta del pistone montata ai cuscinetti delle pale.

La turbina è equipaggiata con sistema idraulico individuale per ciascuna lama; ciascun pitch system è collegato all'unità di trasferimento idraulico rotante.

2.4.1.5. Sistema di imbardata

Il sistema di imbardata è un sistema attivo che serve ad orientare la navicella (su di esso appoggiata), e di conseguenza il rotore, in direzione del vento; sistema attivo poiché

dipende dal funzionamento di motori di orientamento attivati da una banderuola situata sulla copertura della navicella stessa.

2.4.1.6. Sistema di arresto

I sistemi di frenata di cui è dotato l'aerogeneratore sono due e sono indipendenti ma interconnessi fra loro; essi sono attivati idraulicamente e, nel dettaglio, sono:

- un sistema di frenata *aerodinamico*: è il sistema di regolazione delle pale che può essere utilizzato per frenare la turbina semplicemente variando l'angolazione delle pale (da 0° a 90°) rispetto al loro asse longitudinale facendo sì che il rotore esponga meno superficie al vento - già accennato nel paragrafo "*Rotore e pale*";
- un sistema di frenata *meccanico*: il quale 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. La frenata avviene in maniera controllata, al fine di tutelare il sistema (carichi ridotti al minimo) prolungandone la vita, e consiste nella regolazione del passo delle pale a bassa pressione idraulica. Al contrario, in casi di emergenza, la frenata può avvenire a pressione elevata attivando le ganasce idrauliche.

Il sistema idraulico connesso al sistema di frenatura è in grado di fornire sempre il fluido in pressione - a prescindere dalla fornitura elettrica - grazie ad una riserva di energia permanente di cui è dotato.

2.4.1.7. Generatore

Il sistema costituito dalle tre pale si innesta direttamente sull'albero principale il quale trasmette la potenza al moltiplicatore di giri.

Il moltiplicatore di giri a sua volta trasferisce la potenza al generatore elettrico.

Il generatore - a magneti permanenti trifase - è collegato alla rete attraverso un convertitore in scala reale. L'alloggiamento del generatore consente la circolazione di aria di raffreddamento all'interno dello statore e del rotore.

Il calore generato dalle perdite viene rimosso da uno scambiatore di calore aria-acqua.

Si riportano in tabella le caratteristiche dell'aerogeneratore.

Generatore	
Tipologia	Generatore asincrono a magneti permanenti
Potenza nominale	Fino a 6150 kW (in funzione del tipo di turbina)
Range di frequenza	0-138 Hz
Voltaggio	690 V
N° poli	36
Tipo di avvolgimento	Forma con impregnazione pressurizzata sottovuoto
Velocità operativa	0-460 rpm
Sensori temperatura	sensori PT100 posti nei punti caldi dello statore

Tabella 7: caratteristiche specifiche del generatore del modello Siemens- Gamesa SG170

2.4.1.8. Convertitore

Il convertitore è un sistema di conversione in scala reale che controlla sia il generatore che la potenza consegnata alla rete. Il convertitore è composto da 4 unità di conversione lato macchina e 4 unità di conversione lato linea che funzionano in parallelo con un controller comune.

Il convertitore controlla la conversione della corrente alternata a frequenza variabile del generatore in corrente alternata a frequenza fissa con i livelli di potenza attiva e reattiva desiderati (e altri parametri di connessione alla rete) e adatti alla rete.

Il convertitore si trova nella navicella ed ha una tensione nominale di rete di 720 V.

La tensione nominale del generatore è nominalmente 800 V ma dipende dalla velocità del generatore.

Convertitore	
Potenza apparente nominale	6850 kVA
Tensione di rete nominale	3 x 720 V
Tensione nominale del generatore	3 x 800 V
Corrente nominale di griglia	5500 A

Tabella 8: caratteristiche specifiche del convertitore del modello Siemens- Gamesa SG170

2.4.1.9. Trasformatore

Il trasformatore - tre fasi, tre arti, due avvolgimenti e a liquido immerso - è a respiro aperto e dotato di un circuito esterno di raffreddamento ad acqua. Il liquido isolante utilizzato è rispettoso dell'ambiente e a bassa infiammabilità.

Il trasformatore di alta tensione si trova in una stanza chiusa a chiave nella parte posteriore della navicella; esso è progettato secondo gli standard IEC ed è disponibile nella versione Ecodesign conforme al Tier 2 del regolamento europeo sulla progettazione ecocompatibile n° 548/2014 stabilito dalla Commissione Europea.

Segue tabella riassuntiva delle caratteristiche del trasformatore - Tabella 9.

Trasformatore		
Tipologia	Trasformatore ad immersione con design ecocompatibile.	
Standards	IEC 60076-1, IEC 60076-16, IEC 61936-1	
Potenza nominale	7000 kVA	
Voltaggio nominale (Lato turbina)	U _m 1.1kV	0.720 kV
Voltaggio nominale (lato griglia)	U _m 24.0kV	19.1-22.0 kV
	U _m 36.0kV	22.1-33.0 kV
	U _m 40.5kV	33.1-36.0 kV
Frequenza	50 Hz / 60 Hz	
Sistema isolamento	Sistema di isolamento ibrido. Isolamento di avvolgimento: 120 (E), carta per aggiornamento termico 130 (B), isolamento ad alta temperatura Altri materiali possono avere classi diverse.	
Livello di potenza sonora	≤ 80 dB(A)	
Aumento della temperatura media degli avvolgimenti	Class 120 (E) ≤75 K 1	
Liquido di isolamento, Tipologia/Punto di fuoco	Esteri sintetici, biodegradabili / classe K (> 300°C)	
Liquido isolamento (quantitativo)	≤ 3000 kg	
Peso	≤11000 kg	

Tabella 9: caratteristiche specifiche del trasformatore del modello Siemens- Gamesa SG170

2.4.1.10. Cavi ad alto voltaggio

Il cavo ad alta tensione scorre dal trasformatore - nella navicella - lungo la torre, verso il quadro HV situato nella parte inferiore della torre; esso può essere di due diverse tipologie:

- a tre fili, isolato con isolamento in gomma, senza alogeni e con un conduttore di terra diviso in tre parti;

- a quattro fili, privo di alogeni e isolato in gomma.

Segue tabella riassuntiva delle caratteristiche dei cavi ad alto voltaggio (Tabella 10).

Cavi ad alto voltaggio	
Composto di isolamento dei cavi ad alta tensione	Materiale EPR migliorato a base di etilene-propilene (EP) o gomma Etilene-propilene ad alto modulo o grado duro - HEPR
Pre-terminati	Connettore T di Tipo C a fine trasformatore. Connettore T di Tipo C a fine quadro.
Voltaggio Massimo	24 kV (per voltaggio nominale 19.1-22.0 kV) 42 kV (per voltaggio nominale 22.1-36.0 kV)
Sezioni trasversali del conduttore	3x70 + 70 mm ² (anima PE singola) 3x70 + 3x70/3 mm ² (nucleo in PE spezzato)

Tabella 10: caratteristiche specifiche dei cavi ad alto voltaggio del modello Siemens- Gamesa SG170

2.4.1.11. Quadri di controllo

Un quadro di comando isolato in gas è installato sul fondo della torre come parte integrante della turbina. I suoi comandi sono integrati con il sistema di sicurezza della turbina che monitora le condizioni dei dispositivi di comando e di sicurezza oltreché i quadri AT della turbina.

Questo sistema "*Ready to Protect*" garantisce che tutti i dispositivi di protezione siano operativi ogni volta che le componenti AT nella turbina vengono energizzate.

Affinché il quadro sia sempre pronto ad operare esso è dotato di circuiti di intervento ridondanti costituiti da una bobina di sgancio attiva e da una bobina di sgancio sotto tensione.

In caso di interruzione della rete, l'interruttore automatico disconnetterà la turbina dalla rete dopo un tempo regolabile. Al ritorno della connessione alla rete tutti i dispositivi di protezione pertinenti verranno automaticamente accesi tramite UPS⁴; quando questi saranno tutti operativi, l'interruttore si richiuderà dopo un tempo regolabile. Inoltre é possibile utilizzare la funzionalità di richiusura implementando un'energizzazione sequenziale delle turbine del parco eolico di modo da evitare che la corrente fluisca simultaneamente in tutte le turbine al ritorno della rete a seguito dell'interruzione.

Nel caso in cui l'interruttore di circuito sia scattato a causa di un rilevamento di guasto, esso verrà bloccato e riconnesso solo tramite ripristino manuale.

⁴ *Uninterruptible Power Supply* - UPS: garantisce l'alimentazione elettrica per il riavvio dopo la disconnessione dalla rete

Al fine di evitare l'accesso non autorizzato nella stanza del trasformatore il sezionatore di terra dell'interruttore automatico contiene un sistema di interblocco sottochiave con la sua controparte installata sulla porta di accesso alla stanza del trasformatore.

Il quadro può essere configurato in base al numero di cavi di rete previsti da far entrare nella singola turbina. Il design viene ottimizzato in modo che i cavi della griglia possano essere collegati al quadro ancor prima che la torre sia installata e mantenga così la sua protezione dalle condizioni meteorologiche e dalla condensa interna dovute a un imballaggio a tenuta di gas.

Il quadro è disponibile in una versione IEC e in una versione IEEE; le caratteristiche dipendono dalla tipologia di cabina quadro scelta.

2.4.1.12. Sistema di controllo anomalie e controllo gestionale

L'impianto non richiede un presidio continuo in loco, in quanto all'interno di ciascuna torre e all'interno dell'edificio quadro della sottostazione saranno installati sistemi di supervisione e controllo operanti in remoto. Tali sistemi consistono in attrezzature computerizzate in grado di monitorare costantemente il funzionamento dell'impianto e inviare i dati, tramite fibra ottica alloggiata lungo il tracciato del cavidotto, alla stazione di controllo, ove sarà possibile rilevare eventi che richiedono l'intervento della squadra di tecnici specializzata.

I parametri monitorati saranno: corrente, tensione, frequenza, fattore di potenza, potenza prodotta, numero di giri del rotore, temperatura ambiente e dei componenti dell'impianto, vibrazioni, velocità del vento, direzione del vento, ecc.

Il personale tecnico potrà agire quindi per allertamento. Lo stesso personale è addetto alla gestione e alla conduzione, quindi è in grado di garantire sia la conduzione dell'impianto in conformità alle procedure stabilite sia le manutenzioni preventive ed ordinarie programmate in conformità a procedure prefissate.

2.4.1.13. Sistemi di protezione

La turbina è dotata di alcuni sistemi di protezione che fungono da *dispositivi di sicurezza* e vanno ad arrestare la turbina in caso di malfunzionamento; tra questi il:

- *Sistema di protezione overspeed*: per evitare che la velocità eccessiva possa inficiare sull'incolumità strutturale della turbina; per tale motivo l'albero di

trasmissione e il generatore rpm sono direttamente connessi a sensori induttivi per il successivo innesco del freno aerodinamico;

- *Freno aerodinamico*: come già accennato in "*Sistema di arresto*" tale tipologia di freno interviene specie nei casi di alta velocità del vento ossia quando si è prossimi al valore di cut out wind-speed;
- *Sistema di illuminazione - Lightning Protection System (LPS)*: per la protezione della turbina da danni fisici arrecati da un eventuale fulminazione; il sistema si compone di:
 - parafulmini i quali, ad eccezione dei Solid Metal Tips (SMT), non sono mai verniciati;
 - un sistema per condurre verso il basso la corrente;
 - protezione da sovratensione o sovracorrente;
 - protezione contro campi magnetici ed elettrici;
 - sistema di messa a terra.

Il sistema di controllo consente, oltreché il controllo globale della turbina, anche il monitoraggio da remoto della stessa e l'analisi dei dati operativi tramite l'utilizzo del sistema SCADA.

2.4.1.14. Ausiliari

Oltre alle componenti principali vi sono quelle ausiliari altrettanto essenziali per il corretto funzionamento dell'aerogeneratore come ad esempio:

- *Dispositivo idraulico per la lubrificazione* delle parti meccaniche tra cui il moltiplicatore di giri;
- *scambiatori di calore* per il raffreddamento dell'olio e del generatore, ivi compresi pompe e ventilatori;
- *anemometri e banderuole* per il controllo della turbina (sulla sommità della navicella);
- *luci di segnalazione* per gli aerei;
- diversi *sensori* per monitorare lo stato dei vari componenti e segnalare eventuali malfunzionamenti che necessitano di operazioni di manutenzione.

2.4.2. Descrizione Opere civili

2.4.2.1. Opere di fondazione

Tutte le opere di fondazione saranno progettate in funzione della tipologia del terreno in sito, opportunamente indagato tramite indagine geognostica, geologica e idrogeologica, nonché del grado di sismicità (zona 2 in accordo alla classificazione definita dall'OPCM n.3274 del 20/3/2003).

A valle delle indagini geologiche e geotecniche che verranno eseguite sul terreno sarà possibile scegliere per quale tipologia di fondazione optare di modo da poter impiantare le turbine nel terreno e fare in modo che le stesse possano resistere agli sforzi di ribaltamento e di slittamento cui sono sottoposte oltreché peso proprio, spinta del vento ed azioni sismiche.

Si opta generalmente per fondazioni a pianta circolare: vengono realizzati dei plinti in calcestruzzo armato di idonee dimensioni, dotati nell'eventualità le condizioni geotecniche del sito lo richiedano, di una serie di pali di profondità da determinare in base a calcoli geotecnici e strutturali.

Ai plinti, dotati di piastre di ancoraggio, sarà possibile ancorare direttamente il concio della fondazione in acciaio delle torri mediante l'utilizzo di bulloni.

Ma vediamo nel dettaglio *l'iter di realizzazione* dei plinti di fondazione, da definire in maniera dettagliata a seguito degli studi geologici e geotecnici sopra menzionati; in ordine:

- Scotico e livellamento dell'area interessata per la rimozione della copertura vegetale (spessore di 50-80 cm) - il terreno rimosso può essere utilizzato nella fase di cantiere per ripristini e rinterri;
- Scavi fino alla quota di imposta delle fondazioni (2.40 - 2.60 m circa al di sotto del piano campagna rispetto all'asse verticale della torre);
- Posa della base circolare ed armatura in ferro, completamente interrata sotto il terreno di riporto, lasciando sporgenti in superficie solo i "dadi" tondi di appoggio nei quali sarà inghisata la virola di fondazione;
- Posa di una serie di conduit in plastica, opportunamente sagomati e posizionati (fuoriusciranno all'interno del palo metallico successivamente posato);
- Inserimento, nei conduit plastici, dei cavi elettrici di comando e controllo di interconnessione delle apparecchiature - tra aerogeneratori e quadri elettrici di controllo/trasformatori elevatori - e per i collegamenti di messa a terra.

- Installazione di una maglia di terra in rame - o materiale equivalente buon conduttore - opportunamente dimensionata. Tale maglia sarà idonea a disperdere nel terreno e a mantenere le tensioni di "passo" e di "contatto" entro i valori prescritti dalle normative, nonché a scaricare a terra eventuali scariche elettriche dovute ad eventi meteorici (fulmini);
- Interconnessione - di tutte le masse metalliche costituenti l'impianto (apparecchiature esterne e tutte le masse metalliche che costituiranno le armature metalliche delle fondazioni) - alla maglia;
- Collegamento della rete di terra al sistema di dispersione delle scariche atmosferiche;
- Livellamento del terreno intorno alle fondazioni con materiali idonei compattati (tessuto non tessuto e misto granulometrico di idoneo spessore).

2.4.2.2. Piazzole

Le piazzole che vengono realizzate sono:

- Di montaggio;
- Di stoccaggio;
- Temporanee.

Le piazzole di *stoccaggio* e le piazzole *temporanee* sono funzionali alla sola fase di cantiere: quelle di stoccaggio servono alla posa degli elementi costituenti la turbina, mentre quelle temporanee sono adibite al montaggio della gru o alla posa delle pale in attesa che queste vengano montate. Una volta dunque terminata la fase di cantiere saranno eliminate con il ripristino dello stato dei luoghi e sarà svolta la rinaturalizzazione del terreno di modo che sia riportato quanto più possibile alla situazione antecedente alla fase di cantiere.

La piazzola di *montaggio* avrà dimensioni stabilite in base a quelle della turbina; in tal caso le dimensioni previste sono di circa 50 m x 55 m per una superficie totale pari a 2750 mq.

Nella piazzola di montaggio viene posizionata la gru per il montaggio della turbina la quale verrà assemblata pezzo per pezzo - vedasi paragrafo "*Montaggio degli elementi costituenti l'aerogeneratore*".

A prescindere dalla tipologia di piazzola però vengono tutte create con lo stesso iter:

- Asportazione della copertura vegetale (spessore del terreno di 50 cm);

- Raggiungimento della quota del piano di posa della massicciata stradale (eventuale aggiunta di materiale da scavo se la quota del terreno scoticato risulta essere inferiore a quella del piano di posa);
- Geotessuto e/o geogriglia (solo per la piazzola di montaggio);
- Realizzazione massicciata stradale con terreno dalla pezzatura grossolana (spessore da realizzare di 40 cm);
- Strato di finitura con terreno a pezzatura fine (spessore da realizzare 10 cm).

Da notare che la piazzola di montaggio persisterà durante la fase di esercizio perché funzionale all'accesso della turbina, specie in caso di manutenzione; chiaramente verrà opportunamente ridimensionata (riduzione della superficie da 2100 mq a 1400 mq circa).

2.4.2.3. Viabilità

La viabilità utile al raggiungimento dell'impianto è garantita dalle strade interpoderali e comunali assieme alla *SP178* e alla *SP179*.

Per consentire il transito di mezzi speciali funzionali al trasporto degli aerogeneratori si esegue una verifica della viabilità mediante sopralluogo e prove di portanza di modo da stabilirne l'idoneità; se necessario un adeguamento (limitatamente alla fase di cantiere) si eseguiranno interventi di consolidamento e adeguamento del fondo stradale, allargamento delle curve, abbattimento temporaneo e ripristino di qualche palizzata e/o recinzione in filo spinato (laddove e se esistenti), modifica di qualche argine stradale esistente ecc...

Gli interventi temporanei di adeguamento appena elencati saranno ripristinati, al termine della fase di cantiere, come "ante-operam".

Per il progetto proposto si prevede di impiegare in massima parte la viabilità secondaria esistente. In alcuni tratti, in particolare per l'accesso alle piazzole degli aereogeneratori, verranno realizzati nuovi percorsi interni. Tali percorsi interni sono realizzati in sterrato, si riportano di seguito le fasi costruttive e le caratteristiche tecniche:

- ▲ *tracciamento stradale*: consistente nello scorticamento superficiale per uno spessore complessivo di 50 cm;
- ▲ *formazione sezione stradale*: con opere di scavo, consolidamento scarpate e rilevati a maggior pendenza;

- ▲ *formazione sottofondo stradale*: posizionamento di terreno naturale o di riporto su cui viene posta la soprastruttura costituita da materiale suddiviso in 2/3 di pietrisco a pezzatura grossolana (con diametro medio 15 cm) ed 1/3 di pietrisco a pezzatura fine (con diametro medio di circa 3 cm) fino a raggiungere uno spessore complessivo di strato compattato di 30 cm.

I nuovi tratti di viabilità, al contrario di quelli già esistenti, non prevedono una finitura con pavimentazione stradale bituminosa ma saranno realizzati con materiali drenanti.

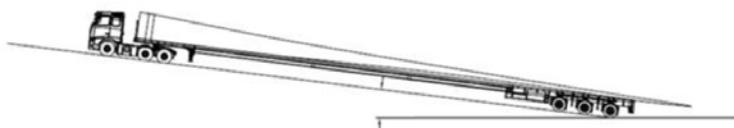
Per assicurare il passaggio agevole dei mezzi di trasporto speciale le strade devono rispettare alcune accortezze, quali:

- *larghezza* delle sezioni lineari pari ad un massimo di 5 m; in realtà andrebbe utilizzato un software di simulazione del passaggio mezzi per conoscere l'esatto valore di ampiezza richiesto;
- *Inclinazione o pendenza*, diversa in base al tipo di tratto interessato; per
 - ▲ Tratti lineari, il valore della pendenza tollerato è pari max al 10 %;
 - ▲ Tratti in curva (stretto raggio, elevato angolo), il valore non dovrebbe superare il 7 %.

Da tener conto che nelle zone di montagna caratterizzate da elevate pendenze è facile incorrere in tratti in cui la pendenza sia maggiore del 15 %, motivo per cui si ricorre a cementazione, limitatamente alla fase di cantiere, per evitare di ricorrere poi ad eccessive alterazioni morfologiche nel momento in cui debba esser ristabilito il tratto.

- Pendenza laterale mai maggiore del 2 %.

(a)



(b)



Figura 6:
illustrazioni
prese dal
"Wind farm
Roads
Requirements
" della
Vestas,
relative alla
pendenza
longitudinale
(a) e alla
pendenza
laterale della
carreggiata
(b).

Per agevolare lo scorrimento superficiale delle acque meteoriche è prevista la predisposizione di una tubazione dal diametro di 1200 mm laddove la strada dovesse intercettare le linee di impluvio.

Chiaramente al termine della fase di cantiere, con il ripristino dello stato dei luoghi, si prevede l'adeguamento della stessa viabilità con rimozione di eventuale materiale in eccesso, sistemazione delle cunette lateralmente a ciascun tratto - in quanto utile in fase di esercizio - e lavori di ripristino dei tratti originariamente asfaltati qualora si fossero deteriorati durante le fasi di trasporto delle apparecchiature e dei materiali da costruzione e realizzazione delle opere.

La viabilità così realizzata, in quanto permanente (nella fase di esercizio), potrà essere utilizzata anche dagli imprenditori agro-pastorali per adempiere alle loro attività.

2.4.2.4. Stazione di trasformazione MT/AT

Per la realizzazione della stazione di trasformazione elettrica MT/AT sono previste una serie di attività che vanno dalla preparazione e predisposizione dell'area alla realizzazione della recinzione e dell'illuminazione.

Vediamole di seguito in dettaglio.

3.2.2.4.1. Preparazione del terreno della stazione e recinzioni

L'area su cui verrà realizzata la stazione dovrà essere sostanzialmente pianeggiante. Sarà perciò necessario soltanto un minimo intervento di regolarizzazione con movimenti di terra molto contenuti per preparare l'area.

L'area verrà sottoposta ad una serie di attività quali:

- Scotico e livellamento con asportazione di un idoneo spessore di materiale vegetale (variabile dai 50 agli 80 cm);
- Scavi e riporti fino alla quota di imposta delle fondazioni;
- Regolarizzazione e messa in piano del terreno;
- Realizzazione di opportune opere di contenimento (definite solo a valle dei rilievi plano-altimetrici definitivi e della campagna di indagini sui terreni, atta a stabilirne le caratteristiche fisiche e di portanza);

- Realizzazione di muri esterni di recinzione realizzati “a gradini” seguendo l’attuale andamento naturale del terreno (lo stesso terreno pre-escavato) minimizzare le opere di contenimento e le movimentazioni dei terreni fino alle quote stabilite;
- Realizzazione di sistemi drenanti (con l’utilizzo di materiali idonei, pietrame di varie dimensioni e densità) per convogliare le acque meteoriche in profondità sui fianchi della sottostazione.

2.4.2.5. Strade e piazzole

Le strade interne all’area della stazione avranno larghezza non inferiore a 4 m e saranno asfaltate; le piazzole per l’installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato (le finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT). L’ingresso alla stazione avrà una larghezza non inferiore ai 7 m.

2.4.2.6. Smaltimento acque meteoriche e fognarie

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.). Lo smaltimento delle acque meteoriche è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di subirrigazione o altro.

2.4.2.7. Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell’impianto alla viabilità ordinaria sarà garantito dalla adiacente strada di accesso alla stazione elettrica esistente, avente caratteristiche idonee per qualsiasi tipo di mezzo di trasporto su strada. Per l’ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo 7 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale deve essere conforme alla norma CEI 11-1.

2.4.2.8. Illuminazione

L’illuminazione della stazione sarà realizzata con torri faro a corona mobile, alte 35 m, con proiettori orientabili.

2.4.3. Descrizione Opere elettriche

Le opere elettriche vedono un insieme di elementi che vanno dalla connessione in turbina stessa sino al cavidotto aereo in AT.

Vediamoli di seguito in dettaglio.

2.4.3.1. Cavidotto in MT

Il cavidotto in MT ha origine alla base dell'aerogeneratore dove vi sono:

- Arrivo del cavo BT proveniente dal generatore;
- Trasformatore elevatore BT/MT 0.720/300 kV;
- Cella MT, punto di innesto del cavidotto MT.

Il cavidotto in MT - collocato nel comune di Terranova di Sibari (CS) e parte nel comune di Spezzano Albanese (CS) - è funzionale a:

- ▲ interconnessione dei vari aerogeneratori grazie al sistema *"entra-esce"*;
- ▲ collegamento aerogeneratori - stazione elettrica di trasformazione MT/AT.

Il cavidotto MT viene generalmente posto parallelamente alla rete viaria già esistente - di modo da non intervenire con modifiche eccessive della morfologia del terreno - e interrato annullando l'impatto percettivo che potrebbe generare. In casi particolari come l'intersezione con linee di impluvio o rete di tratturi o della stessa rete viaria, onde evitare di andare a modificarne la morfologia, si esegue l'interramento del cavidotto con la TOC (*Trivellazione Orizzontale Controllata*).

A seconda del numero di cavi da posare all'interno dello stesso scavo vi sono 4 diverse tipologie di posa come illustrato nella figura seguente.

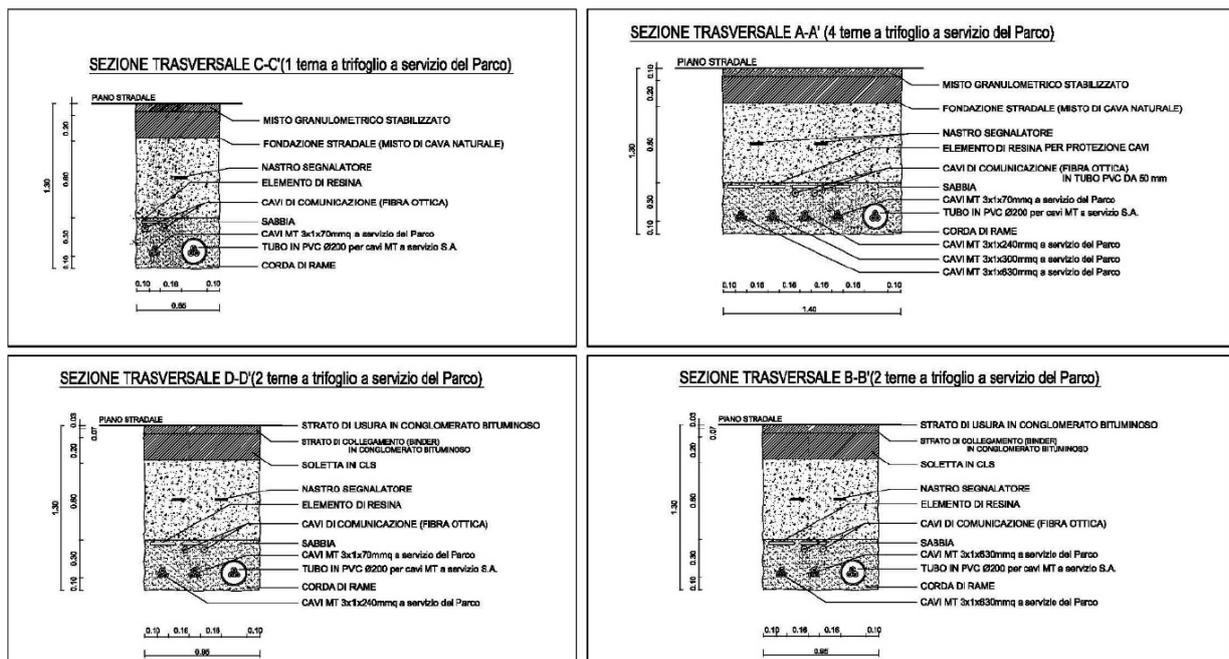


Figura 7: sezioni per la posa del cavidotto

Il cavidotto generalmente viene interrato assieme alla *fibra ottica* e al *dispersore di terra a corda* di rame di sezione 35 mm²; mentre la fibra ottica serve per il monitoraggio e il telecontrollo degli aerogeneratori, il dispersore di terra a corda - che collega gli impianti di terra dei singoli aerogeneratori - serve a diminuire le tensioni di passo e di contatto e a disperdere le correnti dovute a fulminazioni.

L'iter per lo scavo e la posa del cavidotto, insieme alla fibra ottica e al dispersore di terra a corda di rame - in una sezione obbligata di profondità pari ad 1.20 m prevede le seguenti fasi:

- Posa di un sottile strato di sabbia;
- Posa dei cavi a trifoglio;
- Lastra di protezione;
- Rinterro parziale con terriccio di scavo;
- Posa di un tubo in PEAD/ PVC per allocazione del cavo in fibra ottica;
- Rinterro parziale con terriccio di scavo;
- Posa del nastro segnalatore;
- Ripristino del manto stradale;
- Apposizione dei paletti di segnalazione della presenza del cavo.

La posa del cavo deve essere preceduta dall'ispezione visiva delle tubazioni e dall'eventuale pulizia interna.

Da notare che le manovre di messa in posa del cavidotto devono essere eseguite con cautela perché, affinché si conservino le caratteristiche della fibra, essa non deve essere soggetta a lesione/deformazione alcuna motivo per cui:

- L'imbocco delle tubazioni deve essere munito di idoneo dispositivo atto ad evitare lesioni del cavo;
- Nelle tratte di canalizzazioni comprensive di curve in tubo posato in sabbia, la tesatura del cavo deve essere realizzata con modalità di tiro che non produca lesioni al condotto di posa;
- Per limitare gli sforzi di trazione si può attuare la lubrificazione della guaina esterna del cavo con materiale non reagente con la stessa.

Stessa accortezza deve essere fatta durante la posa della fibra ottica, il rispetto dei limiti di piegatura e tiro è garanzia di inalterabilità delle caratteristiche meccaniche della fibra:

- Lo sforzo di tiro che può essere applicato a lungo termine sarà al massimo di 3000 N;
- Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Se inavvertitamente il cavo subisce deformazioni o schiacciamenti visibili, la posa deve essere interrotta e dovrà essere effettuata una misurazione con OTDR per verificare eventuali rotture o attenuazioni eccessive provocate dallo stress meccanico. Nel caso che il cavo subisca degli sforzi di taglio pronunciati, con conseguente rottura della guaina esterna, deve essere segnalato il punto danneggiato e si potrà procedere alla posa del cavo dopo aver preventivamente isolato la parte di guaina lacerata con nastro gommato vulcanizzante tipo 3M.

L'isolamento del cavidotto è garantito mediante guaina termo-restringente.

2.4.3.1.1. Caratteristiche tecniche cavidotto e fibra ottica

Vengono riportate di seguito le caratteristiche tecniche del cavidotto MT - Tabella 11 - e della fibra ottica - Tabella 12.

N.B.: da tener presente che in fase esecutiva - in base alle disponibilità di approvvigionamenti - potrebbero essere selezionati materiali differenti.

Designazione	ARG7H1RNR o ARG7H1RNRX
Conduttori	a corda rotonda compatta di alluminio
Grado di isolamento	18/30 kV
Sezione nominale	≥ 70 mm ²
Tensione nominale	30 kV
Corrente massima di esercizio	866 A
Frequenza Nominale	50 Hz

Tabella 11: caratteristiche tecniche cavidotto MT

Numero delle fibre	12
Tipo di fibra multimodale	62.5/125
Diametro cavo	11,7 mm
Peso del cavo	130 kg/km circa
Massima trazione a lungo termine	3000 N
Massima trazione a breve termine	4000 N
Minimo raggio di curvatura in installazione	20 cm
Minimo raggio di curvatura in servizio	10 cm

Tabella 12: caratteristiche tecniche del cavo in fibra ottica

2.4.3.1.2. Descrizione del tracciato

Il tracciato del cavidotto viene studiato secondo quanto previsto *dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775*, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Il tracciato dipenderà dal punto di connessione che verrà selezionato per il progetto, ma in ogni caso saranno adottati i seguenti criteri progettuali:

- Contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare dei predefiniti limiti di convenienza tecnico economica;

- Evitare di interessare nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- Evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- Minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- Transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità di progetto dell'impianto eolico.

2.4.3.1.3. Giunzioni

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile (lunghezza minima della pezzatura 600 m), si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni. Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi utilizzati. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-24 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

L'esecuzione delle giunzioni sarà effettuata secondo le seguenti indicazioni:

- Prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità;
- Non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale;
- Utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione.

2.4.3.1.4. Terminazione ed attestazione cavi MT

Tutti i cavi MT posati dovranno essere terminati da entrambe le estremità.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, si deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto da entrambe le estremità.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare: esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).

I cavi per l'impianto di media tensione a 30 kV saranno in rame di tipo unipolare schermati armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà collegata a terra nel seguente modo:

- Tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- Tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;
- Tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell'armatura che dello schermo deve avere una sezione di 35 mm².

2.4.3.1.5. Giunti di isolamento cavi MT

Sui cavi MT in uscita dall'impianto dovranno essere realizzati i giunti di isolamento tra gli schermi dei due diversi impianti di terra (dispersore di terra della stazione elettrica e dispersore di terra dell'impianto eolico).

I giunti di isolamento dovranno garantire la tenuta alla tensione che si può stabilire tra i due schermi dei cavi MT e dovranno essere realizzati in modo tale da ottenere un'ottimale distribuzione del campo elettrico (campo tipo radiale) evitando pericolose concentrazioni di campo elettrico per spigolosità. Sui giunti realizzati dovranno essere incluse targhe identificative di esecuzione giunti su cui devono essere riportati (mediante incisione) il nominativo dell'esecutore e la data di esecuzione dei giunti stessi.

2.4.3.1.6. Terminazione ed attestazione cavi in fibra ottica

I cavi in fibra ottica dovranno essere terminati su appositi "cassetti ottici".

L'attestazione avverrà secondo il seguente schema di massima:

- Posa del cavo, da terra al relativo cassetto ottico, previa eliminazione della parte eccedente, con fissaggio del cavo o a parete o ad elementi verticali con apposite fascette, ogni 0.50 m circa;
- Sbucciatura progressiva del cavo, da eseguire "a regola d'arte";

- fornitura ed applicazione, su ciascuna fibra ottica, di connettore;
- esecuzione della "lappatura" finale del terminale;
- fissaggio di ciascuna fibra ottica.

2.4.3.1.7. Coesistenza tra cavi elettrici e altre condutture interrato

Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici

I cavi aventi la stessa tensione possono essere posati alla stessa profondità, ad una distanza di circa 3 volte il loro diametro nel caso di posa diretta.

Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Negli incroci il cavo elettrico, di regola, deve essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione. La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore 0,30 m ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto - per una lunghezza non inferiore ad 1 m - mediante un dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi.

Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente. Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi.

Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione i cavi elettrici devono, di regola, essere posati alla maggiore distanza possibile fra loro e quando vengono posati lungo la stessa strada si devono posare possibilmente ai lati opposti di questa. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra è ammesso posare i cavi in vicinanza - purché sia mantenuta tra i due cavi una distanza minima - in proiezione sul piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Qualora detta distanza non possa essere rispettata è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- Cassetta metallica zincata a caldo;
- Tubazione in acciaio zincato a caldo;
- Tubazione in PVC o fibrocemento, rivestite esternamente con uno spessore di calcestruzzo non inferiore a 10 cm.

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posato alla maggiore profondità quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0,15 m.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata, in appositi manufatti (tubazione, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la possibilità di effettuare scavi.

Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrato

La distanza in proiezione orizzontale tra cavi elettrici e tubazioni metalliche interrato parallelamente ad esse non deve essere inferiore a 0,30 m.

Si può tuttavia derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo tra gli esercenti quando:

- La differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- Tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubi convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro tipo di posa è invece consentito, previo accordo tra gli Enti interessati, purché il cavo elettrico e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro. Le superfici esterne di cavi d'energia e tubazioni metalliche interrato non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse. Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio. Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi elettrici e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano si venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica. Le distanze suddette possono essere ridotte ulteriormente, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe

le strutture sono contenute in un manufatto di protezione non metallico. Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul distanziamento.

2.4.3.2. Stazione elettrica di trasformazione MT/AT e Cavidotto AT

Gli elementi chiave nella consegna di energia prodotta, in questo ultimo step, sono:

- Stazione elettrica di utenza di trasformazione a 150/30 kV;
- Cavidotto AT interrato che funge da collegamento tra la sottostazione di trasformazione e la stazione di smistamento;
- Stallo AT condiviso con altri produttori.

L'ubicazione della stazione viene determinata a valle dell'individuazione del punto di connessione e realizzata in prossimità della strada esistente; inoltre verrà dotata di un accesso di larghezza adeguata per consentire il transito agli automezzi (necessari per la costruzione e la manutenzione periodica) e di un ingresso pedonale indipendente al locale di misura.

La sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT in tal caso sarà realizzata e allocata nel comune di Terranova di Sibari (CS) nei pressi della linea 380 kV "Laino-Rossano TE".

L'impianto è principalmente costituito da:

- n°1 montante 150 kV di collegamento all'elettrodotto in barra rigida costituito da sezionatore, trasformatori di misura e scaricatori di sovratensione;
- n°2 montanti 150 kV di collegamento al trasformatore 30/150 kV costituito da interruttore sezionatore, trasformatore di misura e scaricatore di sovratensione;
- n°2 trasformatore elevatore 30/150 kV;
- n°2 quadro elettrico 30 kV, le apparecchiature di controllo e protezione della stazione e i servizi ausiliari, ubicati all'interno di un edificio in muratura.

All'interno della stazione saranno previste, a distanza di sicurezza dalle apparecchiature elettriche, aree di transito e di sosta asfaltate, mentre l'area destinata alle apparecchiature elettriche all'aperto sarà ricoperta in ghiaia.

La recinzione della stazione sarà di tipo aperto, costituita da un muretto di base d'altezza

circa 50 cm su cui saranno annegati dei manufatti distanziati tra loro come a formare i denti di un pettine. L'altezza complessiva della recinzione sarà pari a circa 3 m.

I fabbricati, posti all'interno della recinzione, sono costituiti da un edificio promiscuo a pianta rettangolare e composto da:

- un locale comando - controllo - telecomunicazioni: il sistema di controllo permette, tra le tante cose, l'acquisizione/inoltro dati oltreché l'esecuzione di manovre di riduzione di potenza o disconnessione imposti da TERNA gestibili da una o più postazioni da remoto;
- un locale controllo aerogeneratori;
- un vano misure all'interno del quale sono allocati i contatori adibiti alla misura commerciale e fiscale dell'energia elettrica.

I fabbricati saranno in muratura oppure in lamiera coibentata, a seconda delle scelte progettuali in fase esecutiva.

Per finire la sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT si collega direttamente - tramite cavidotto AT - alla stazione di smistamento della RTN.

Il cavidotto AT viene interrato e allocato in uno scavo adeguatamente riempito di modo che sia posto ad una quota di circa 1.70 m inferiore al piano campagna.

2.5. Analisi di Micrositing e Stima di producibilità

Nel seguente paragrafo sono riportate, in maniera sintetica, le *caratteristiche anemologiche* dell'area in cui è previsto l'impianto.

2.5.1. Analisi dei dati di ventosità del sito

Per la definizione delle principali caratteristiche anemologiche del sito di progetto, sono stati utilizzati dati in proprio possesso relativi ad una stazione anemometrica collocata nell'area in questione. La disponibilità temporale di suddetti dati è di circa 25 anni.

Si riporta nella figura seguente la rappresentazione dell'area parco in oggetto e del punto di raccolta dati.

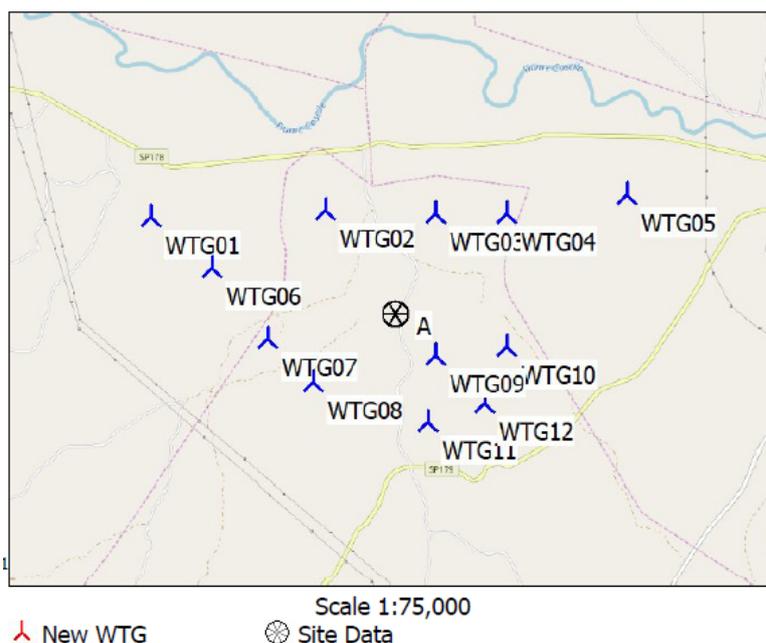


Figura 8: (a sin) Ubicazione anemometro di riferimento rispetto al parco eolico in progetto

I principali dati di input determinanti per le analisi effettuate sono i seguenti:

- Ubicazione stazione di rilevamento (coord. UTM WGS84 Zona 33):
 - Est: 617.080
 - Nord: 4.394.684
- Periodo di osservazione: 01/01/1999 - 31/12/2019 (252 mesi)
- Parametri rilevati:
 - Velocità media
 - Intensità di turbolenza
 - Direzione del vento
 - Deviazione standard turbolenza
 - Deviazione standard velocità

I dati raccolti hanno consentito l'elaborazione della rosa di distribuzione direzionale delle velocità, nonché dei dati relativi alla velocità media oraria e della direzione media oraria così come meglio rappresentati nei grafici seguenti.

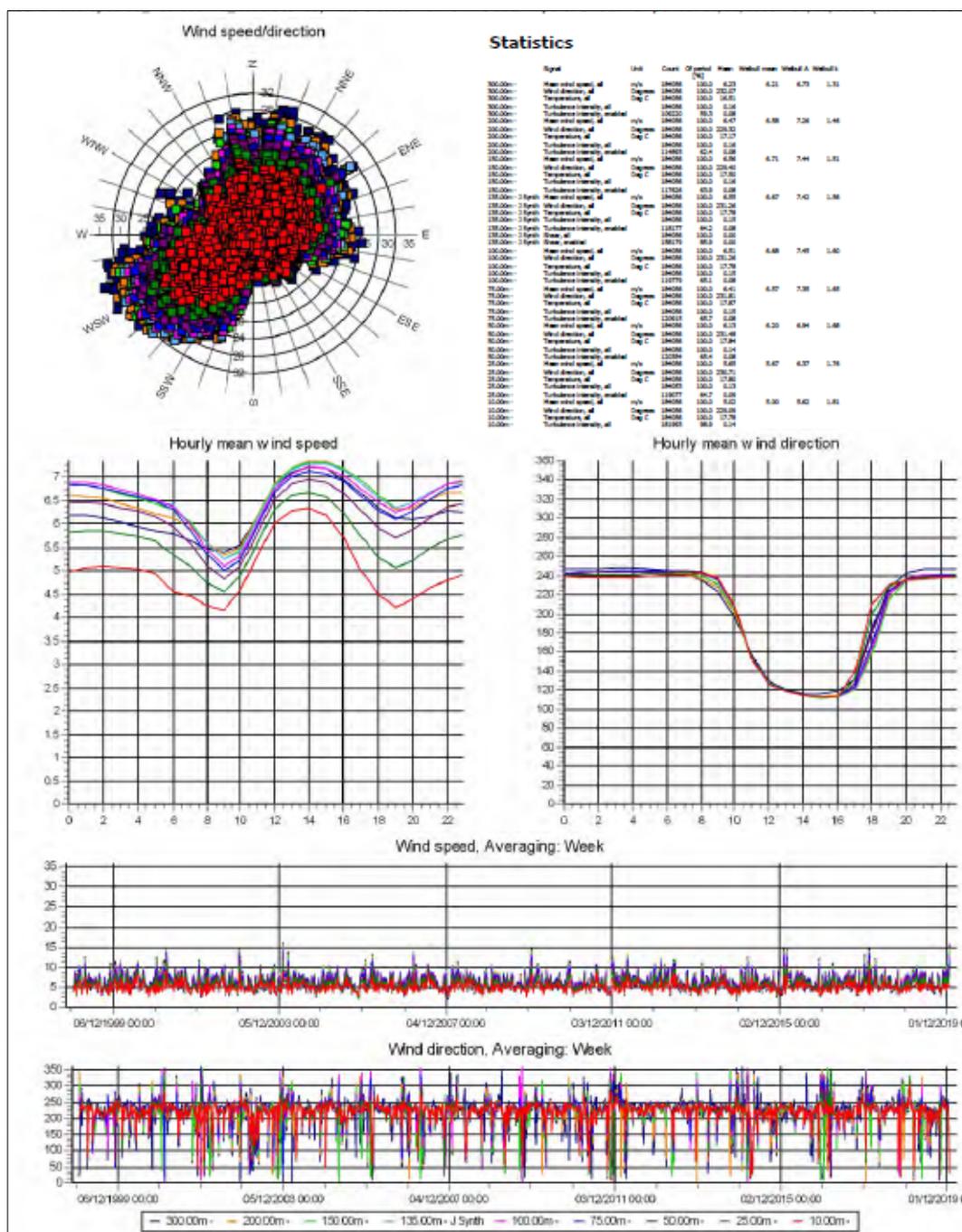


Figura 9: Rosa di distribuzione direzionale delle velocità, nonché dei dati relativi alla velocità media oraria e della direzione media oraria

I dati elaborati hanno consentito la determinazione direzionale e il profilo del vento per il sito specifico. L'analisi di questi dati è di fondamentale importanza per la corretta progettazione dell'impianto eolico in quanto influiscono direttamente su parametri quali, ad esempio, la disposizione degli aerogeneratori sul terreno e/o la mutua distanza da tenere tra le macchine per evitare perdita di produzione di energia o fenomeni di stress sulle componenti meccaniche degli aerogeneratori causati dall'effetto "scia".

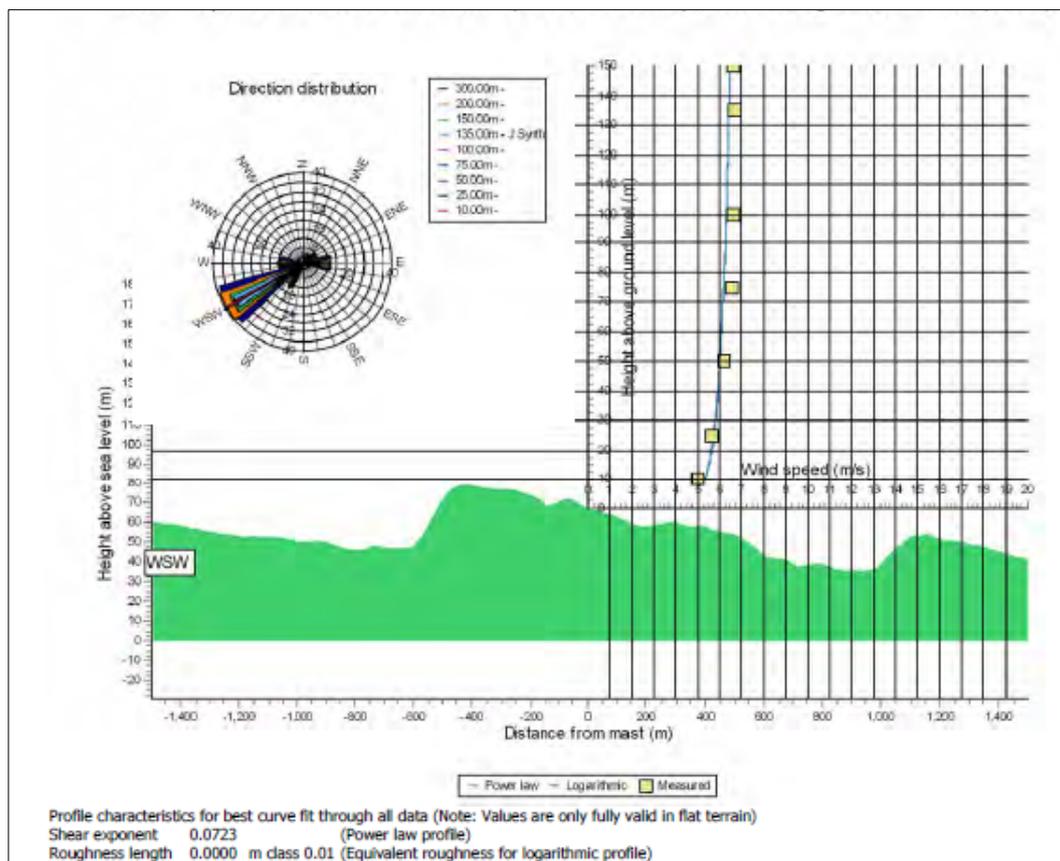


Figura 10: Distribuzione direzionale e profilo del vento

Come rappresentato dalla Figura 11, la direzione prevalente del vento risultante dall'analisi in mesoscala è W-WS, mentre ci consente di verificare che all'altezza al mozzo delle turbine è pari a circa a 7,0 m/sec, inoltre dai grafici mensili cumulativi dei dati si può osservare che la velocità media è superiore ai 6,00 m/sec e per alcuni mesi è superiore a 8,00m/sec.

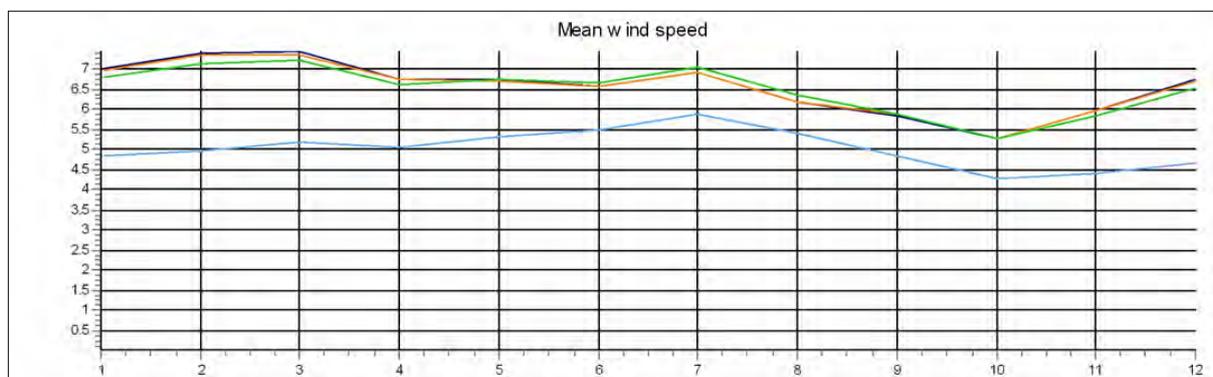


Figura 11: Grafico mensile cumulativo della velocità media del vento

2.5.2. Analisi della turbolenza del sito d' impianto

La turbolenza è un parametro che fornisce un'informazione importante sulle caratteristiche fluidodinamiche della vena fluida in quanto restituisce la variabilità relativa della velocità del vento entro l'intervallo considerato. Ad esempio, un valore di turbolenza (TI) superiore a 0,18 (o equivalentemente 18%), indica un fenomeno ventoso piuttosto disturbato che potrebbe sollecitare eccessivamente le macchine per la produzione di energia eolica ed inficiarne la produttività. In genere la turbolenza diminuisce man mano che ci si allontana dalla crosta terrestre in quanto sono gli ostacoli e l'orografia ad alterare i profili fluidodinamici.

Per il sito in esame, dall'analisi effettuata con il WindPro, si hanno *valori di turbolenza che si attestano al di sotto del 18% (valore massimo in corrispondenza della WTG10 pari all'11,9%)* indicando quindi un *fenomeno ventoso che non produce interferenze nel funzionamento degli aerogeneratori*.

2.5.3. Layout impianto

Un generale criterio di progettazione stabilisce che, allo scopo di minimizzare le mutue interazioni che s'ingenerano fra gli aerogeneratori - dovute ad effetto scia, distacco di vortici, ecc... - *le macchine debbano essere distanziate come minimo di 3 diametri dell'elica dell'aerogeneratore in direzione perpendicolare al vento dominante e minimo 5 diametri in direzione parallela al vento dominante*⁵. Ad onor del vero bisogna dire che i moderni software di progettazione utilizzano sistemi più complessi per la determinazione delle distanze da tenersi tra aerogeneratori contigui in modo da non comprometterne la produttività e da limitare al minimo le interferenze.

Nel caso in esame i rotori degli aerogeneratori di progetto hanno diametro pari a 170 metri, per cui si devono rispettare mutue distanze tra le torri di almeno 850 metri nella direzione di vento più produttiva e di almeno 510 metri nella direzione ad essa ortogonale.

Nel suo insieme, tuttavia, la disposizione delle macchine sul terreno dipende - oltre che da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli

⁵ Per dettagli si faccia riferimento al paragrafo "*Requisiti tecnici minimi per gli impianti di potenza superiore a 200 KW*" del PIEAR.

aerogeneratori - da fattori legati alla natura del sito, all'orografia, all'esistenza o meno delle strade, piste, sentieri, alla presenza di fabbricati e, non meno importante, da considerazioni relative all'impatto paesaggistico dell'impianto nel suo insieme. Tenere "un passo" regolare nel distanziamento tra le strutture di impianto giova certamente sotto l'aspetto visivo. Modeste variazioni e spostamenti, dalla suddetta configurazione planimetrica regolare, sono stati introdotti sia per garantire il rispetto dei requisiti di distanza, sia per contenere - nella definizione dei percorsi viari interni all'impianto - gli interventi di modificazione del suolo, quali sterri, riporti, opere di sostegno, ecc... cercando di sfruttare, nel posizionamento delle macchine, ove possibile, la viabilità esistente.

A seguito di simulazioni effettuate con il software specifico WindPRO, il layout definitivo dell'impianto eolico è risultato il più adeguato sotto l'aspetto produttivo - si veda paragrafo seguente - sotto gli aspetti di natura vincolistica e orografica ed anche sotto l'aspetto visivo.

2.5.4. Stima di producibilità

La stima di producibilità è stata effettuata mediante l'ausilio del software WindPRO che è uno dei principali e più completi strumenti di analisi del vento attualmente disponibile sul mercato.

L'area destinata al progetto di realizzazione di un impianto eolico si trova nelle località "Masseria Tarsia", "Case Tarsia" e "Apollinara" ed è composta da n°12 aerogeneratori con potenza nominale pari a 5.8 MW. Nelle simulazioni che seguono è stata utilizzata la turbina SG- 170 della Siemens-Gamesa.

Per il parco eolico oggetto di studio è stata valutata una producibilità lorda, considerando le perdite dovute per effetto scia, ed una producibilità netta che consiste in una stima più realistica della producibilità dell'impianto in quanto tiene conto anche di altre perdite tipiche degli impianti eolici.

La *producibilità lorda* del parco eolico, oggetto del presente studio, è stata valutata prendendo in considerazione:

- il modello di aerogeneratore previsto da progetto;
- la potenza rappresentativa dell'aerogeneratore, alla densità dell'aria pari a 1,190 kg/m³ corrispondente all'altitudine media del sito;

- la curva di spinta utile alla determinazione delle perdite che si vanno a realizzare per l'effetto scia.

I risultati ottenuti con il modello di calcolo, macchina per macchina e per l'insieme dell'impianto, sono riportati nella tabella sottostante. I risultati di producibilità sono al netto delle perdite per scia indotta tra le macchine.

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]	Gross AEP [MWh/anno]	Ore [Anno]	Efficienza [%]	U [m/s]
WTG01	614961	4395479	19651	3388	98.30	6.60
WTG02	616466	4395571	18644	3214	92.20	6.64
WTG03	617409	4395546	18932	3264	92.60	6.70
WTG04	618023	4395566	19242	3318	92.20	6.81
WTG05	619050	4395741	19130	3298	93.30	6.70
WTG06	615497	4395055	20159	3476	97.80	6.84
WTG07	615977	4394456	20849	3595	96.90	7.02
WTG08	616383	4394093	19651	3388	96.40	6.69
WTG09	617428	4394333	19324	3332	93.10	6.79
WTG10	618037	4394420	17579	3031	88.10	6.60
WTG11	617366	4393761	20618	3555	95.90	6.99
WTG12	617857	4393932	17882	3083	90.20	6.59

Tabella 13: Risultati ottenuti dal modello di calcolo tramite software WindPro

La producibilità lorda definita nel paragrafo precedente è ottenuta dal processo di calcolo che tiene conto unicamente delle perdite dovute all'effetto scia che si genera tra gli aerogeneratori, pertanto, a tali producibilità lorde devono essere sottratte le perdite dovute all'impianto e cioè:

Perdite considerate	Incidenza %
Disponibilità aerogeneratori	- 3,00
Disponibilità B.O.P.	- 1,00
Disponibilità rete	- 0,20
Perdite elettriche	- 2,00
Prestazione aerogeneratori	- 2,00

Densità dell'aria	- 2,50
Altre perdite	- 0,50
TOTALE PERDITE	- 10,70

Tabella 14: Perdite ipotizzate

Al netto delle perdite riportate in Tabella 14, si riporta una sintesi di producibilità lorda e netta relativa al progetto in questione:

Gross AEP [MWh/anno]	Gross AEP [ore/anno]	Perdite totali %	NET AEP [MWh/anno]	NET AEP [ore/anno]
232.020	3.315	- 10,70	207.194	2.960

Tabella 15: Confronto Producibilità lorda (Gross) e netta (NET)

Per i singoli aerogeneratori risultano invece le seguenti producibilità nette:

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]	Net AEP [MWh/anno]	Ore [Anno]
WTG01	614961	4395479	17548	3026
WTG02	616466	4395571	16649	2871
WTG03	617409	4395546	16906	2915
WTG04	618023	4395566	17183	2963
WTG05	619050	4395741	17083	2945
WTG06	615497	4395055	18002	3104
WTG07	615977	4394456	18618	3210
WTG08	616383	4394093	17548	3026
WTG09	617428	4394333	17256	2975
WTG10	618037	4394420	15698	2707
WTG11	617366	4393761	18412	3174
WTG12	617857	4393932	15969	2753
<i>Total</i>			<i>190903</i>	<i>35669</i>
<i>Mean Value</i>			<i>17218,57</i>	<i>2968,84</i>

Tabella 16: Producibilità netta per i singoli aereogeneratori

2.5.5. Riepilogo stima producibilità e idoneità economica associata

Come si evince dai dati di producibilità stimati per l'area in esame con il software WindPRO, con l'installazione delle turbine Siemens-Gamesa da 5,8 MW di potenza, si raggiungono in media le 2968,84 ore equivalenti di funzionamento annuo ed una

producibilità di energia netta pari a 207.194 MWh/y, rendendo molto valida la realizzazione del parco eolico da un punto di vista tecnico-economico.

3. REALIZZAZIONE IMPIANTO, RISORSE NATURALI IMPIEGATE ED EMISSIONI

Si riporta di seguito una descrizione delle caratteristiche della fase di funzionamento ed i fabbisogni, consumi, materiali e risorse naturali impiegate durante la fase di esercizio dell'impianto. Si descrivono inoltre le fonti emissive e le fonti inquinanti sia durante le fasi di costruzione e di dismissione che di esercizio. Tali argomenti verranno poi ripresi nel paragrafo del Quadro Ambientale e verranno valutati sia per l'impianto di progetto che per effetto di cumulo dovuto alla presenza di altri impianti FER.

3.2. *Attività di cantiere*

Per l'esecuzione della fase di cantiere le attività previste sono così riassumibili:

- Predisposizione aree di ausilio al montaggio degli aerogeneratori quali:

- ▲ Piazzola di montaggio (50 m x 55 m);
- ▲ Piazzola di stoccaggio delle pale (20 m x 75 m).

Entrambe le piazzole verranno poi dismesse al termine delle attività di cantiere e la superficie verrà ripristinata alla condizione ante-operam con riporto della copertura vegetale e semina delle specie floristiche della zona.

- Scavi/sbancamenti, funzionali a:

- ▲ Adeguamento viabilità / nuova realizzazione per il raggiungimento delle turbine: per il passaggio degli automezzi adibiti al trasporto speciale vi è la necessità di realizzare delle strade con:

- Larghezza pari a 5 m;
- Raggi di curvatura all'imbocco delle strade di accesso al cantiere tali da favorire le manovre (risulta difficoltoso specie per i camion effettuare le manovre di 180° in curva);
- Lunghezza di almeno 50 m dei tratti lineari;
- Sottofondo stradale resistente alle sollecitazioni inferte dai carichi verticali al passaggio degli automezzi: per tale motivo viene fatto uno sbancamento della profondità di 55 cm che

verrà riempito con inerti di dimensioni differenti e verrà adeguatamente costipato e rullato.

- ▲ Predisposizione terreno per stazionamento autogrù;
- ▲ Realizzazione fondazioni di sostegno delle turbine;
- ▲ Posa cavidotti.

Il materiale di risulta sarà utilizzato nello stesso cantiere per eseguire i ricoprimenti ma qualora dovesse essere in quantità superiore verrà destinato a smaltimento in discarica autorizzata; per maggiori dettagli si faccia riferimento all'elaborato "*PUT - Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo*".

- Trasporti pezzi aerogeneratori: verranno trasportate ad una ad una tutte le componenti costituenti l'aerogeneratore ossia il concio di fondazione, la navicella, le singole pale, i tronchi di torre e il mozzo (hub);
- Montaggio elementi meccanici ed elettrici.

Da non dimenticare la regimentazione e canalizzazione delle acque superficiali che prevede la realizzazione della viabilità con pendenze laterali pari almeno al 2%.

3.2.1. Montaggio degli elementi costituenti l'aerogeneratore

Una volta costruito il plinto in c.a. della fondazione ed una volta che tutti gli elementi costituenti l'aerogeneratore siano stati trasportati, è possibile procedere con il montaggio.

Gli elementi essenziali costituenti l'aerogeneratore sono i seguenti:

- sezioni costituenti la torre;
- navicella completa (già munita di generatore, trasformatore, moltiplicatore di giri...);
- Set cavi di potenza;
- Mozzo pale (hub) e ogiva;
- Unità di controllo;
- Accessori (cavi di sicurezza, bulloni di assemblaggio, anemometri...).

Elemento chiave nella fase di montaggio è rappresentato dall'uso delle gru:

- Una gru tralicciata da 500 - 600 t con altezza sotto gancio pari a 100 m che verrà posizionata in prossimità della base della turbina sulla piazzola principale;
- Una gru di appoggio da 160 t;
- Un'altra gru di appoggio da 60 t.

Le gru di appoggio saranno poste in prossimità della piazzola principale.

Le fasi di montaggio sono così articolate:

- Una volta disposta l'unità di controllo sugli appoggi allocati sulla fondazione, il primo concio di torre viene sollevato e collegato al concio di fondazione annegato nel calcestruzzo;
- Sollevamento ed unione del secondo concio al primo e così via fino all'ultimo concio costituente la torre;
- Elevazione e collegamento della navicella in cima alla torre;
- Sollevamento e ancoraggio del rotore alla navicella;
- Calettamento delle pale al mozzo;
- Connessione del sistema di regolazione del passo delle pale;
- Posizionamento dei cavi della navicella all'interno della torre;
- Connessione dei cavi di potenza e di controllo ai cavi della navicella di modo che la turbina sia connessa in rete.

Le attività di montaggio di un singolo aerogeneratore prevede un tempo di circa 2-3 giorni; elemento essenziale da valutare durante il montaggio è accertarsi che il valore del vento a 60 m sia inferiore a 8 m/sec affinché l'operazione di montaggio non risulti difficoltosa e avvenga a vantaggio di sicurezza.

Da tener conto che le operazioni legate alla fase di cantiere verranno programmate di modo da arrecare meno impatto possibile motivo per cui saranno eseguite:

- ▲ Al di fuori del periodo riproduttivo delle specie faunistiche prioritarie presenti nell'area;
- ▲ Lontano o comunque con riguardo a beni architettonici presenti;
- ▲ Prevedendo un opportuno smaltimento:
 - Degli inerti quali pietrisco, ghiaia, ciottoli... nelle cave autorizzate;
 - Dei terreni non utilizzati (per eventuali ricoprimenti o compattazioni) nelle discariche autorizzate;
- Prevedendo adeguati servizi igienico- sanitari onde evitare di inquinare il suolo.

La matrice atmosfera sarà interessata da impatti negativi legati all'emissione di polveri, di sostanze inquinanti e di emissioni acustiche dovuti all'impiego dei mezzi di trasporto; seppur trattasi di impatti temporanei e del tutto reversibili - per dettagli si faccia

riferimento al paragrafo *“Misure di compensazione e mitigazione impatti - componente aria e clima”* riportato di seguito nella parte di analisi ambientale.

3.3. Fase di esercizio

3.3.1. Ripristino aree per la fase di esercizio

Alla fine della fase di cantiere sono previste una serie di attività funzionali al ripristino dello stato dei luoghi in modo da preparare quella che è l'area di cantiere alla fase di esercizio; nel dettaglio si prevede:

- *Sistemazione delle strade* con adeguamento della carreggiata - ovvero di restringimento nel caso in cui fossero state allargate a 5 m per consentire il passaggio dei mezzi speciali di trasporto; è previsto anche l'adeguamento laterale con rimozione di eventuale materiale inerte e sistemazione delle cunette;
- *Rimozione delle piazzole di stoccaggio e di montaggio;*
- *Adeguamento della piazzola* alle dimensioni necessarie ad adempiere all'attività di manutenzione ordinaria e straordinaria durante la fase di esercizio: restringimento dell'area a circa 2000 mq;
- *Sistema di drenaggio superficiale* per consentire il deflusso delle acque meteoriche.

Durante la fase di esercizio si deve tener conto dello smaltimento dell'olio (utilizzato come lubrificante per tutti gli organi meccanici) da conferire al **“Consorzio Obbligatorio degli oli esausti”** ⁶ costituitosi ai sensi del *D.lgs. 22/97 art. 47* il 1° ottobre 1998 e regolato secondo *D.lgs. 152/06 art. 233 e ss.mm.ii.*

Nel dettaglio gli organi che richiedono l'olio come lubrificante sono i seguenti:

- *Cuscinetti pala:* lubrificazione automatica da un'unità elettrica. Ricarica ogni 12 mesi;
- *Cuscinetti generatore:* lubrificazione automatica mediante sistema idraulico del moltiplicatore di giri;
- *Moltiplicatore di giri:* l'olio viene raccolto in un apposito serbatoio da cui poi viene pompato verso uno scambiatore di calore, quindi di nuovo al moltiplicatore di giri.

⁶ Il CONOE è stato istituito con la funzione di organizzare, controllare e monitorare la filiera degli oli e dei grassi vegetali ed animali esausti a fini ambientali, a tutela della salute pubblica e, allo scopo di ridurre la dispersione del rifiuto trasformando un costo ambientale ed economico in una risorsa rinnovabile. ha iniziato la sua attività nel 2001.

Le pompe distribuiscono l'olio alle ruote e ai cuscinetti del moltiplicatore. Il sistema di lubrificazione del moltiplicatore di giri è un sistema ad alimentazione forzata che non prevede l'impiego di una coppa dell'olio integrata.

- *Riduttori di imbardata*: lubrificazione in bagno d'olio a tenuta stagna, con controllo ogni 12 mesi;
- *Impianto idraulico*: controllo del livello dell'olio ogni 12 mesi.

In caso di blackout o perdite di alimentazione di rete, un sistema di accumulatori di riserva fornisce la pressione sufficiente all'attuazione del passo delle pale e all'arresto dell'aerogeneratore.

Un apposito sistema di raccolta evita la dispersione di eventuali perdite d'olio all'esterno del mozzo, ad ogni modo le macchine sono generalmente provviste di un sistema che evita dispersioni al suolo di oli lubrificanti.

3.4. *Dismissione impianto*

La dismissione dell'impianto si rende necessaria al termine della vita utile dello stesso (stimata attorno ai 20-25 anni) di modo da riqualificare il sito ospitante.

Lo smantellamento consiste nel:

- *smontare le torri*, separando tra loro tutte le macro componenti (generatore, mozzo...) e cercando di identificare quali tra esse sia possibile eventualmente riutilizzare oppure sia necessario rottamare;
 - *rimuovere il cavidotto MT interrato* con le opportune attività di scavo: si eseguirà uno scavo a sezione ristretta con rimozione di tutti i materiali presenti (nastro segnalatore, tubo in PVC contenente la fibra ottica, sabbia riempitiva...).
- N.B.: Qualora si voglia salvaguardare la morfologia dell'area è possibile lasciare i cavi esattamente lì dove si trovano perché in realtà essendo interrati non danno alcun tipo di problema;
- *ripristino del manto stradale*.

Ovviamente non sarà in alcun modo possibile la dismissione della sottostazione e del cavidotto AT, opere che potrebbero servire per una futura altra connessione.