
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL TERRITORIO COMUNALE DI FIRENZUOLA (FI) LOC. LA BADIA - RAZZOPIANO
POTENZA NOMINALE 54 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

ing. Michea NAPOLI

geom. Rosa CONTINI

dr. Pietro Paolo LOPETUSO

STUDI SPECIALISTICI

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

VINCA E STUDIO FAUNISTICO

dr. Luigi Raffaele LUPO

STUDIO BOTANICO VEGETAZIONALE E

PEDO-AGRONOMICO

dr. Gianfranco GIUFFRIDA

ARCHEOLOGIA

NÒSTOI S.R.L.

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

SIA.S ELABORATI GENERALI
S.4 Analisi delle alternative

| REV. | DATA | DESCRIZIONE |
|------|------|-------------|
|------|------|-------------|

| | | |
|----|-------|--------------|
| 00 | 04/24 | 1ª emissione |
|----|-------|--------------|



INDICE

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 1 |
| 2 | ALTERNATIVA ZERO | 2 |
| 3 | ALTERNATIVE STRATEGICHE | 3 |
| 3.1 | LA SFIDA ENERGETICA E LE STRATEGIE EUROPEE | 3 |
| 3.2 | LE POLITICHE NAZIONALI | 3 |
| 3.3 | VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE STRATEGICHE E DEFINIZIONE DEL LAYOUT | 4 |
| 4 | ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE | 6 |
| 5 | ALTERNATIVE DI PROCESSO O STRUTTURALI | 11 |
| 6 | ALTERNATIVE DI COMPENSAZIONE | 15 |



1 PREMESSA

I principali fattori di cui tener conto per l'adozione di determinate scelte progettuali e per la successiva elaborazione del progetto sono:

- scopo dell'opera;
- ubicazione dell'opera;
- inserimento ambientale dell'opera.

L'analisi di tali fattori conduce alla definizione di diverse alternative progettuali, le quali, riguardando diversi aspetti di un medesimo progetto, possono essere così sintetizzate:

- **alternative strategiche:** consistono nella individuazione di misure per prevenire effetti negativi prevedibili e/o misure diverse per realizzare lo stesso obiettivo;
- **alternative di localizzazione:** sono definibili sia a livello di piano che di progetto, si basano sulla conoscenza dell'ambiente e del territorio per poter individuare la potenzialità d'uso dei suoli, le aree critiche e sensibili;
- **alternative di processo o strutturali:** sono definibili nella fase di progettazione di massima o esecutiva e consistono nell'analisi delle diverse tecnologie e materie prime utilizzabili;
- **alternative di compensazione:** sono definibili in fase di progetto preliminare o esecutivo e consistono nella ricerca di misure per minimizzare gli effetti negativi non eliminabili e/o misure di compensazione;
- **alternativa zero:** consiste nel non realizzare l'opera ed è definibile nella fase di studio di fattibilità.

È evidente, però, che non sempre è possibile avere a disposizione una così ampia gamma di alternative possibili, in quanto alcune delle scelte determinanti vengono spesso effettuate prima dell'avvio dell'attività progettuale, ovvero in una fase di pianificazione preliminare. Il confronto tra alternative richiede, inoltre, la soluzione di problemi non semplici come, ad esempio, quello di usare una base omogenea di parametri adattabile a progetti anche sensibilmente diversi.

Si rimanda, quindi, ai successivi paragrafi per l'analisi delle alternative strategiche, di localizzazione, strutturali o di processo e di compensazione.



2 ALTERNATIVA ZERO

Nel caso del progetto del parco eolico, l'alternativa zero è stata subito scartata, perché l'intervento oggetto della presente relazione rientra tra le tipologie impiantistiche previste dalla programmazione internazionale e nazionale.

Come indicato nella valutazione delle alternative strategiche la realizzazione dell'opera è coerente con:

- gli obiettivi europei di riduzione delle emissioni di CO₂ prodotta da centrali elettriche che utilizzano combustibili fossili;
- la diversificazione delle risorse primarie utilizzate nello spirito di sicurezza degli approvvigionamenti;
- il mantenimento ed il rafforzamento di una capacità produttiva idonea a soddisfare il fabbisogno energetico della Regione e di altre aree del Paese nello spirito di solidarietà.

Inoltre, in base all'art. 1 della legge 10/91 e ss.mm.ii. *“L'utilizzazione delle fonti di energia di cui al comma 3 è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche”*.

Si rimanda, quindi, ai successivi paragrafi per l'analisi delle alternative di localizzazione, strutturali o di processo e di compensazione.



3 ALTERNATIVE STRATEGICHE

3.1 LA SFIDA ENERGETICA E LE STRATEGIE EUROPEE

La realizzazione di un impianto eolico si inserisce nell'ambito della strategica europea di contrasto ai cambiamenti climatici che si è andata a definire ultimi anni a partire dal Green Deal Europeo presentato nel 2019 fino al più recente pacchetto Pronti per il 55% (FF55 - FIT for 55%).

Nell'ambito del Green Deal europeo, nel settembre 2020 la Commissione ha proposto di elevare l'obiettivo della riduzione delle emissioni di gas serra per il 2030, compresi emissioni e assorbimenti, ad almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990 quale prima tappa verso l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050. Gli obiettivi climatici sono formalizzati nel regolamento sulla normativa europea sul clima condiviso tra Parlamento e Consiglio Europeo diventano per l'UE e per gli stati membri un **obbligo giuridico**.

Per trasformare gli obiettivi climatici in legislazione è stato approntato il **pacchetto Pronti per il 55% (FF55 - FIT for 55%)**: un insieme di proposte riguardanti nuove normative dell'UE con cui l'Unione e i suoi 27 Stati membri intendono conseguire l'obiettivo climatico dell'UE per il 2030. Il pacchetto FF55 comprende una proposta di revisione della direttiva sulla promozione delle energie rinnovabili. La proposta intende aumentare l'attuale obiettivo a livello dell'UE, pari ad almeno il 32% di fonti energetiche rinnovabili nel mix energetico complessivo, portandolo ad almeno il 40% entro il 2030.

In risposta alle difficoltà e alle perturbazioni del mercato energetico mondiale causate dall'invasione russa dell'Ucraina, la Commissione Europea ha presentato a maggio 2022 il **piano REPowerEU** con cui si propone un'accelerazione dei target climatici già ambiziosi **incrementando l'obiettivo 2030 dell'UE per le rinnovabili dall'attuale 40% al 45%**.

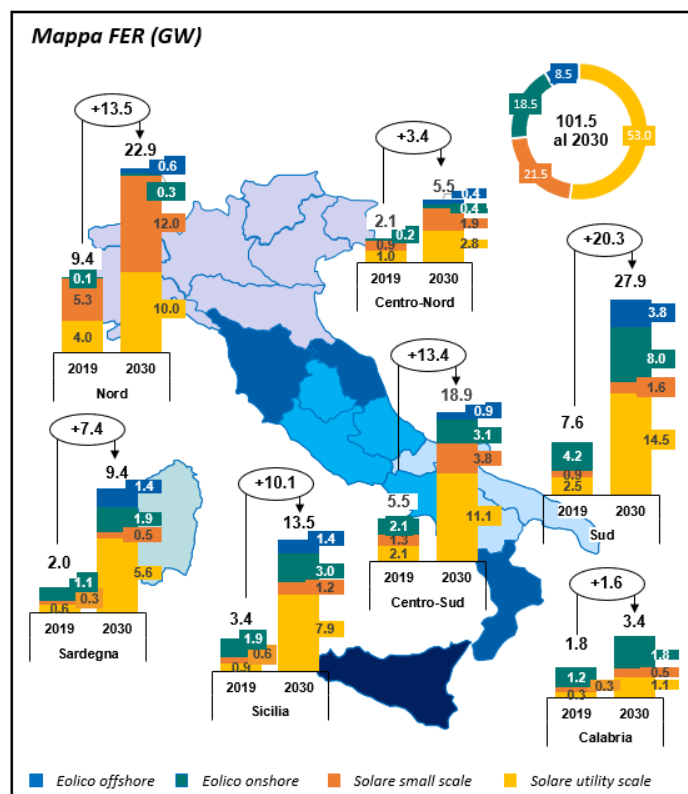
3.2 LE POLITICHE NAZIONALI

Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima pubblicato nel 2020 stabilisce l'installazione di 95 GW complessivi per tutto il comparto FER. Secondo quanto riportato nel PNIEC, *“il maggiore contributo alla crescita delle rinnovabili deriverà dal settore elettrico, che al 2030 raggiunge i 16 Mtep di generazione da FER, pari a 187 TWh. La forte penetrazione di tecnologie di produzione elettrica rinnovabile, principalmente fotovoltaico ed eolico, permetterà al settore di coprire il 55,0% dei consumi finali elettrici lordi con energia rinnovabile, contro il 34,1% del 2017. Difatti, il significativo potenziale incrementale tecnicamente ed economicamente sfruttabile, grazie anche alla riduzione dei costi degli impianti fotovoltaici ed eolici, prospettano un importante sviluppo di queste tecnologie, la cui produzione dovrebbe rispettivamente triplicare e più che raddoppiare entro il 2030.”* Si auspica, quindi, la promozione di un ulteriore sviluppo della produzione da fonti rinnovabili, insieme alla tutela e al potenziamento delle produzioni esistenti, se possibile superando l'obiettivo del 30%.

Secondo il **“Documento di Descrizione degli Scenari (DDS 2022)”**, recentemente presentato da TERNA e SNAM, nello scenario Fit For 55 (FF55) con orizzonte 2030 si prevede che saranno necessari quasi 102 GW di impianti solari ed eolici installati al 2030 per raggiungere gli obiettivi di policy con un incremento di ben +70 GW rispetto ai 32 GW installati al 2019. Tale scenario, che considera dei target di potenza installata superiori al PNIEC, **prevede l'installazione di 18,5 GW di impianti eolici onshore**.

L'immagine che segue riassume la ripartizione per zone elaborata nel DDS 22: come si può vedere si prevede **una potenza installata pari a 400 MW per l'eolico onshore nel Centro-Nord al 2030**.





Ripartizione per zone degli obiettivi di potenza installata nello scenario FF50 del DDS 22

Noto quanto sopra, il prevalente interesse a massimizzare la produzione di energia e produrre il massimo sforzo possibile per centrare gli obiettivi del Green Deal è confermato dalla recente posizione della **Presidenza del Consiglio dei Ministri**, che in numerosi pareri relativi ai procedimenti autorizzativi di impianti eolici, anche localizzati in aree già impegnate da altre iniziative esistenti, ha ritenuto di ritenere **l'interesse nello sviluppo della produzione di energia da fonti rinnovabili prevalente rispetto alla tutela paesaggistica** (cfr. S.6 *Analisi Costi Benefici*).

In tale contesto, la scrivente società intende perseguire l'approccio sopra descritto, integrandolo con un'ottica di gestione, piuttosto che di tutela del paesaggio, valorizzando possibili sinergie locali.

3.3 VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE STRATEGICHE E DEFINIZIONE DEL LAYOUT

La realizzazione dell'opera in progetto risulta coerente con i target prefissati in ambito europeo per il raggiungimento degli obiettivi di contrasto ai cambiamenti climatici e con le strategie di implementazione di tali target definite in ambito nazionale.

Le uniche alternative strategiche compatibili con i medesimi obiettivi climatici sono limitate ad una riduzione dei consumi energetici di proporzioni assolutamente inconciliabili con il mantenimento dell'attuale status economico o all'opzione nucleare. Tali alternative sono già state considerate ed escluse dal legislatore e, pertanto, appare assolutamente incontrovertibile l'esigenza di implementare ogni sforzo utile ad accelerare la realizzazione di impianti eolici.

Inoltre, la Società proponente intende sviluppare un **modello di business innovativo fondato sulla creazione di valore sociale e ambientale** e, partendo da una attenta analisi del contesto (analisi infrastrutturale, studio del territorio agricolo, caratteri ed elementi di naturalità, assetto socio-economico, assetto insediativo), ha individuato le principali azioni e gli interventi che potranno essere realizzati.

Noto questo, la valutazione delle alternative strategiche di progetto ha preso in considerazione successivi layout fino alla scelta dell'attuale configurazione composta da 12 aerogeneratori per una **potenza installata complessiva** pari a **54,0 MW**.



La localizzazione degli aerogeneratori è frutto di studi mirati ad evitare interferenze sulla producibilità di eventuali parchi eolici già realizzati, limitando così anche eventuali effetti cumulativi. Nel caso in esame, questa problematica è minimizzata dalla notevole distanza tra l'impianto di progetto e gli aerogeneratori dei parchi eolici esistenti.

Si è voluto, inoltre, minimizzare l'impatto sui potenziali recettori, aumentando la distanza dagli stessi e contemporaneamente ridurre le interferenze con il reticolo idrografico e le aree a pericolosità idraulica e geomorfologica. La diminuzione del numero di turbine determina, peraltro, sicuramente una riduzione del consumo di suolo.

Il suddetto layout è poi stato rivisto considerando quanto segue:

- la cartografia delle aree non idonee alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Toscana;
- la pianificazione di livello regionale e locale, ovvero le aree perimetrate dai piani territoriali, paesaggistici e di assetto idrogeologico;
- la verifica dell'interdistanza tra le macchine, ovvero la necessità di evitare l'effetto selva;
- l'individuazione e verifica della tipologia catastale dei potenziali recettori;
- le informazioni raccolte nell'ambito dei sopralluoghi in loco, in particolare relativamente allo stato dei fabbricati e all'accessibilità delle aree, sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.

La localizzazione di dettaglio dei singoli aerogeneratori è stata, quindi, definita nel rispetto della normativa vigente secondo le fasi descritte nel paragrafo successivo.



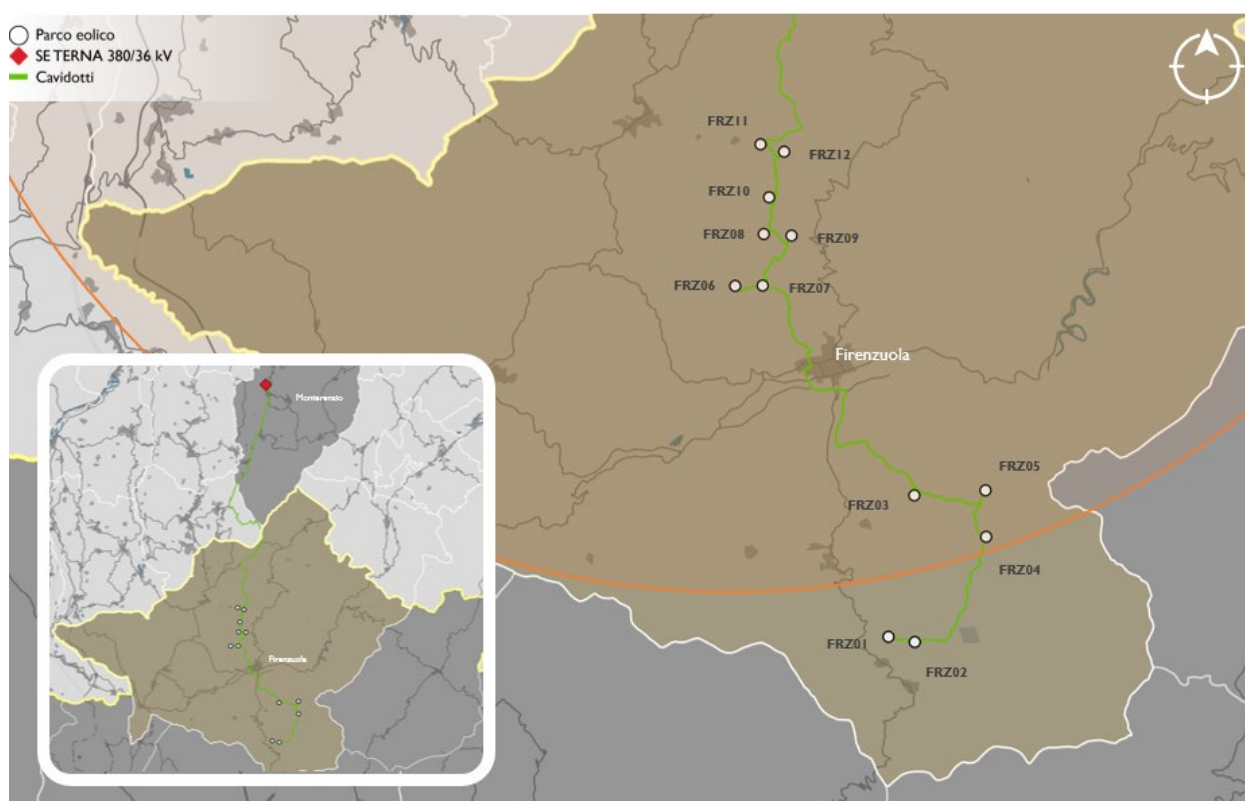
4 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE

Nell'ambito dell'alternativa strategica individuata, la realizzazione del parco eolico si configura come occasione per convertire risorse a favore delle aree in cui è localizzato il progetto. I criteri per la scelta del sito sono riportati di seguito, distinguendo tra criteri vincolanti, preferenziali e opportunità:

- criteri vincolanti, ovvero aree non idonee ed eventuale presenza di altri parchi già realizzati;
- criteri preferenziali, ovvero concentrazione in aree specifiche (industriali, compromesse, infrastrutturale), ventosità e disponibilità della rete elettrica per connessione;
- opportunità, ovvero gestione del paesaggio, occasione di valorizzazione e sviluppo economico.

La **localizzazione del parco** è stata definita a circa 2 km dall'abitato di Firenzuola e ad oltre 6 km dal Castiglione di Monghidoro, escludendo in primo luogo le aree non idonee definite dagli strumenti di pianificazione vigenti, con particolare riferimento ai piani paesaggistici e di assetto idrogeologico. In particolare, si sono seguite le seguenti fasi:

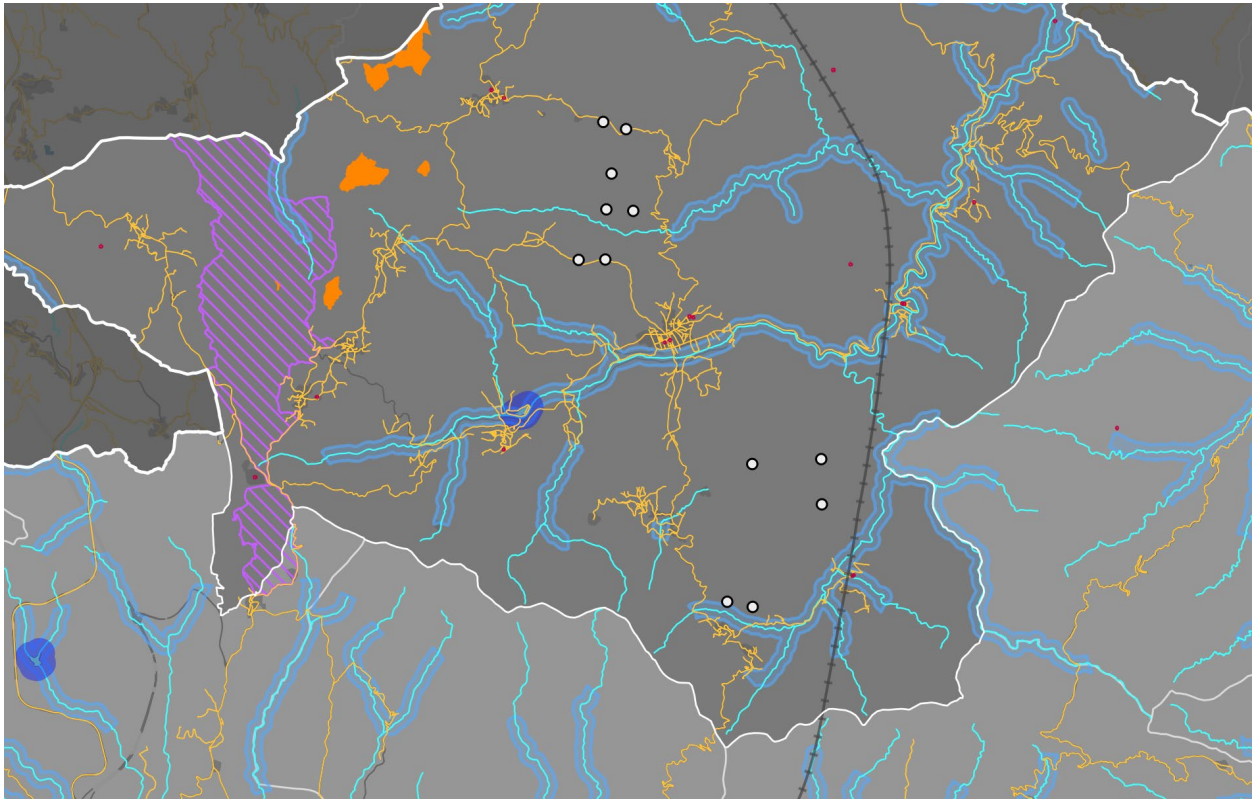
- **Fase 1:** definizione di un'area di raggio 25 km rispetto alla nuova stazione SE Terna 380/36 kV di Monterenzio (alla data di redazione del documento è in corso di valutazione l'ubicazione della nuova SE. Alla base dello studio e negli elaborati grafici, si fa riferimento ad una possibile ubicazione della stessa.);



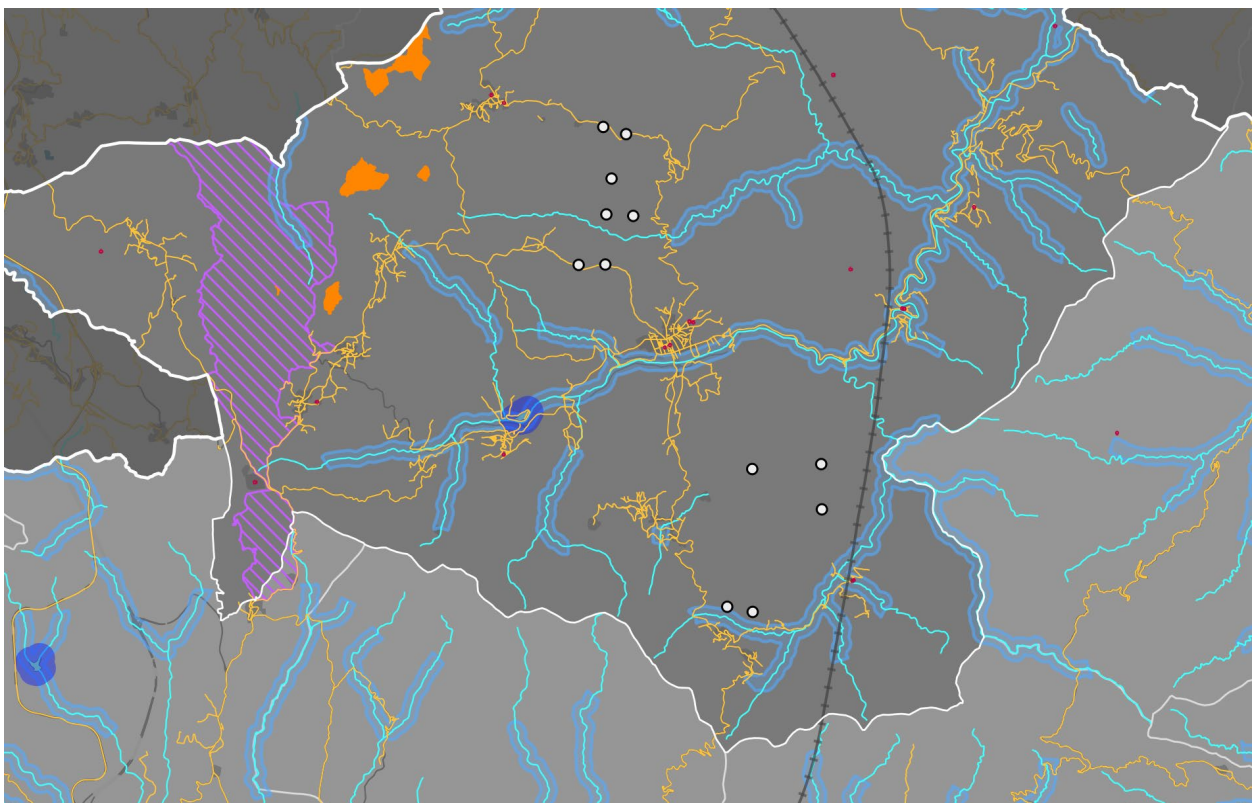
Intorno di 7 km dalla SE di smistamento 132 kV di Castiglione dei Pepoli (BO)

- **Fase 2:** esclusione delle aree non idonee definite dagli strumenti di pianificazione vigenti, con particolare riferimento alla D.A.P. n. 51 del 26 luglio 2011, al Piano di Indirizzo Territoriale, al Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.P.) della Città metropolitana di Firenze e al Piano di Assetto Idrogeologico;



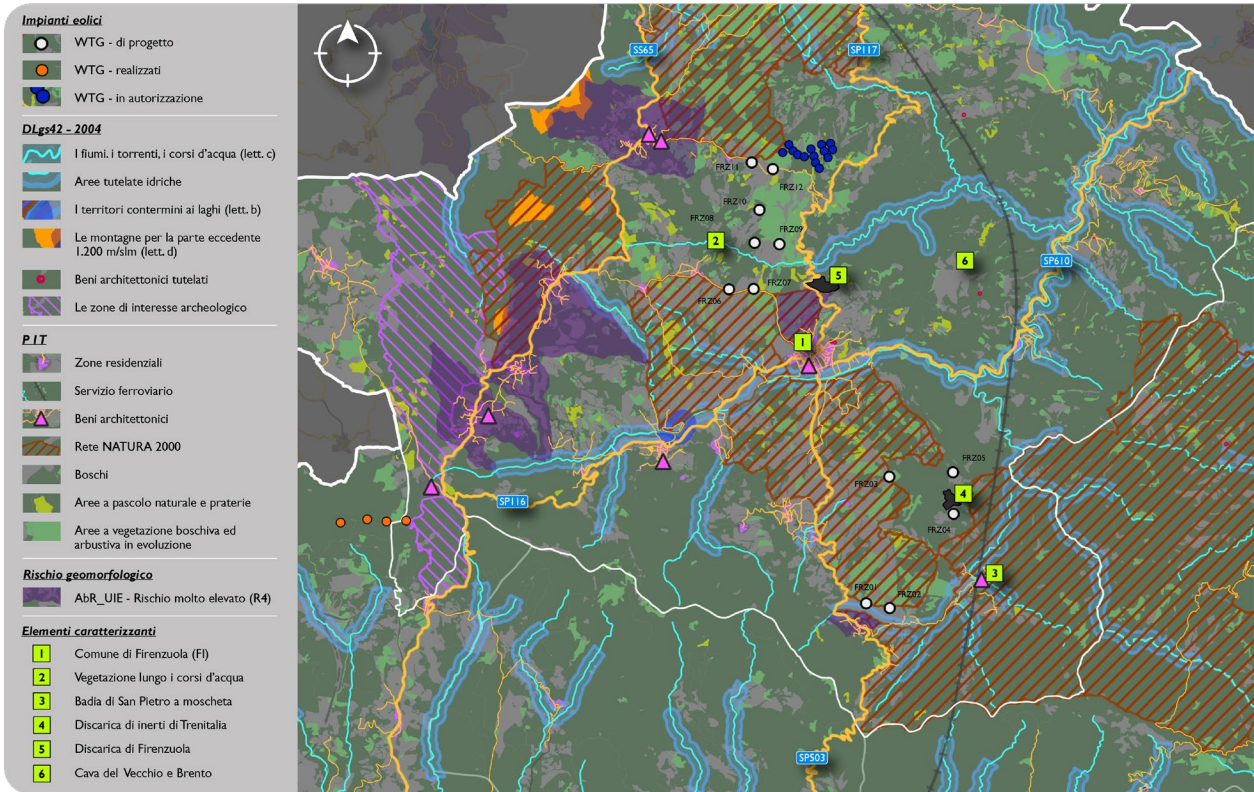


Inquadramento su aree tutelate ex lege – D.Lgs. n. 42/2004 art. 142

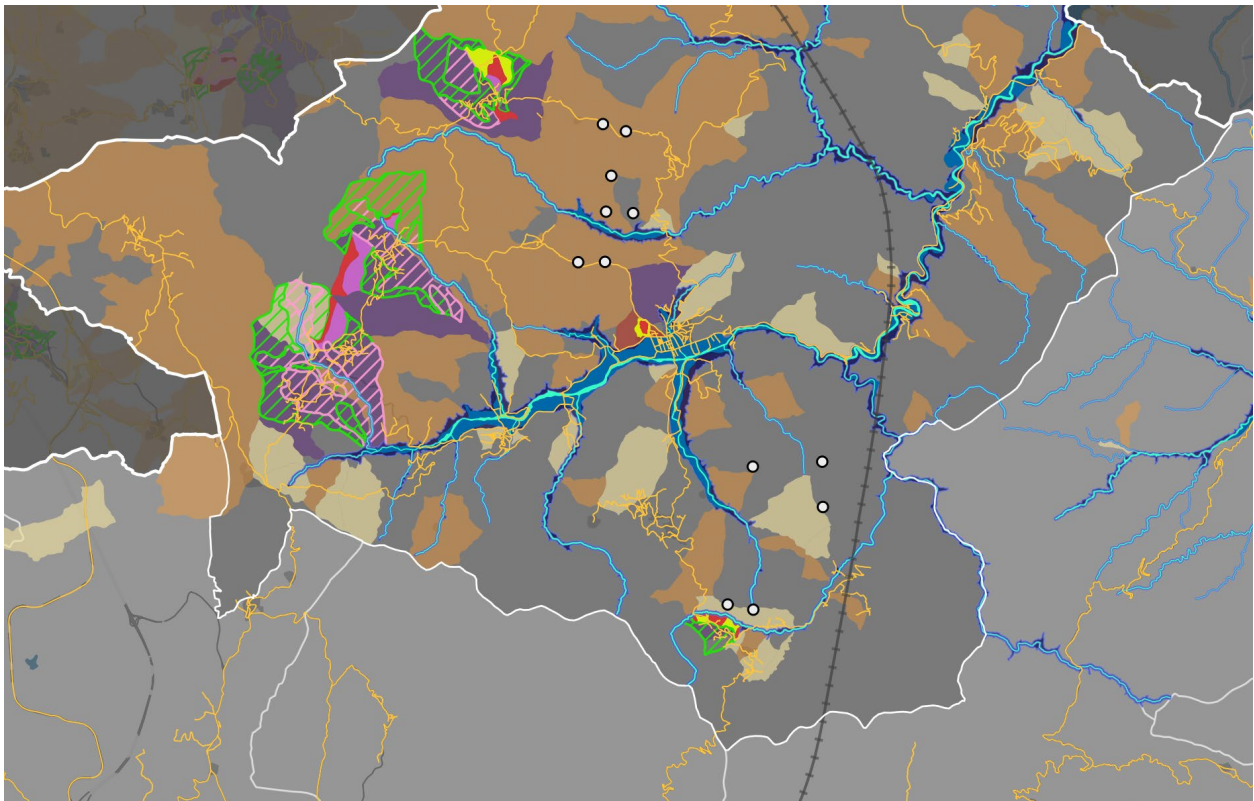


Inquadramento su PIT: Esclusione delle aree non idonee





Inquadramento Elementi territoriali



Inquadramento PAI



- **Fase 3:** valutazione della presenza di impianti eolici esistenti e autorizzati. Gli aerogeneratori presenti all'interno di un'area corrispondente all'involuppo delle circonferenze con centro nei singoli aerogeneratori e raggio pari a 20 chilometri, nonché gli impianti fotovoltaici individuati in un analogo involucro di raggio pari a 2 chilometri, sono individuati nell'elaborato *SIA.S.9 Inquadramento impianti eolici e fotovoltaici in esercizio, autorizzati ed in autorizzazione*. Al proposito, si specifica che si tratta di impianti eolici esistenti con potenza nominale inferiore a 1 MW per i quali gli impatti cumulativi si ritengono non rilevanti ma, a favore di sicurezza, nell'ambito dello studio sono state comunque elaborate le carte di intervisibilità (cfr. SIA.ES.9.3.2 Carta di intervisibilità cumulata).
- **Fase 4:** analisi di un intorno più ristretto e individuazione degli elementi da valorizzare, così come delle criticità e di eventuali detrattori presenti nell'intorno di riferimento, in modo da attuare una maggiore azione propulsiva del parco eolico verso lo sviluppo di un progetto di paesaggio.

Con riferimento alla Fase 4 sopra riportata, L'area prescelta per la realizzazione del parco eolico in progetto ricade in una parte del territorio comunale di Firenzuola è interessato da talune criticità e parallelamente possiede delle potenzialità che possono restituire al territorio elementi di valorizzazione.

Il parco eolico in progetto è ubicato nella **zona di montagna appenninica tosco-emiliana**, più precisamente a monte dei rilievi del bacino del Reno.

L'uso del suolo nelle zone dei comuni prossimi alla proposta di progetto riflette la diversità geografica e ambientale dell'Appennino tosco-emiliano. Questa area è caratterizzata da un **mix di ambienti naturali e semi-naturali, aree agricole, foreste, pascoli, e insediamenti umani** che si sono adattati alle condizioni montane e collinari.

Le foreste rappresentano una parte significativa del territorio, con estese aree di boschi misti di latifoglie, principalmente castagni, querce e faggi. Queste aree forestali svolgono un ruolo cruciale nella conservazione della biodiversità, nella protezione del suolo e nella regolazione del ciclo idrologico.

L'agricoltura e il pascolo occupano anch'essi una parte importante del paesaggio, con coltivazioni che si adattano alle condizioni climatiche e altitudinali.

Le aree urbane e le infrastrutture, sebbene limitate rispetto alle zone naturali e agricole, svolgono un ruolo importante nell'economia locale. I centri abitati sono generalmente piccoli e sparsi, con un tessuto urbano che rispecchia la storica adattabilità delle comunità montane.

Il territorio in esame, come si evince anche dalla cartografia elaborata dalla competente Autorità di Bacino, è diffusamente interessato da **fenomeni di dissesto franoso**, generalmente associato a colamenti superficiali dei litotipi affioranti, certamente meno consistenti, ma che in qualche caso si esplica in movimenti gravitativi che coinvolgono gli strati posti a maggiore profondità, con danni rilevanti alle infrastrutture. Sarebbe auspicabile attivare un controllo puntuale delle aree caratterizzate da maggiore criticità e mettere in atto interventi volti a scongiurarne l'innescò, mediante ad esempio regimazione delle acque meteoriche e consolidamenti puntuali

Il parco eolico, ovvero la sua localizzazione, è stato inteso quale elemento *“attrattore”* e *“presidio”* sul territorio, fruibile con valenze multidisciplinari. Di fatto, l'alternativa localizzativa individuata, oltre a rispondere a criteri di coerenza con la normativa e la pianificazione vigente, si prefigge l'obiettivo di migliorare e valorizzare il paesaggio esistente.

Di fatto, l'alternativa localizzativa individuata, oltre a rispondere a criteri di coerenza con la normativa e la pianificazione vigente, si prefigge l'obiettivo di migliorare e valorizzare il paesaggio esistente (cfr. cap. 6 *Alternative di mitigazione*).



• **ELEMENTI TERRITORIALI**

1 Comune di Firenzuola (FI)



2 Vegetazione lungo i corsi d'acqua



3 Badia di San Pietro a moscheta



4 Discarica di inerti di Trenitalia



5 Discarica di Firenzuola



6 Cava del Vecchio e Brento



Impianti eolici

- WTG - di progetto
- WTG - realizzati
- WTG - in autorizzazione

DLgs42 - 2004

- I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua (lett. c)
- Aree tutelate idriche
- I territori contermini ai laghi (lett. b)
- Le montagne per la parte eccedente i.200 m/slm (lett. d)
- Beni architettonici tutelati
- Le zone di interesse archeologico

P.L.I.

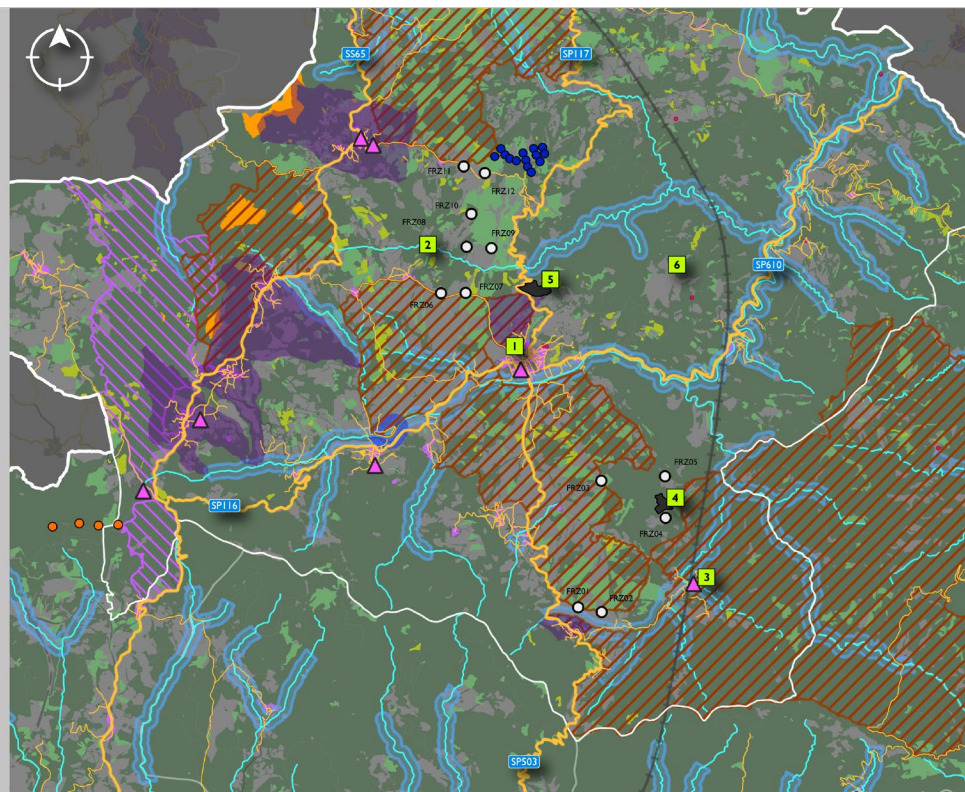
- Zone residenziali
- Servizio ferroviario
- Beni architettonici
- Rete NATURA 2000
- Boschi
- Aree a pascolo naturale e praterie
- Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione

Rischio geomorfologico

- AbR_UIE - Rischio molto elevato (R4)

Elementi caratterizzanti

- 1** Comune di Firenzuola (FI)
- 2** Vegetazione lungo i corsi d'acqua
- 3** Badia di San Pietro a moscheta
- 4** Discarica di inerti di Trenitalia
- 5** Discarica di Firenzuola
- 6** Cava del Vecchio e Brento



Elementi caratterizzanti l'intorno di progetto



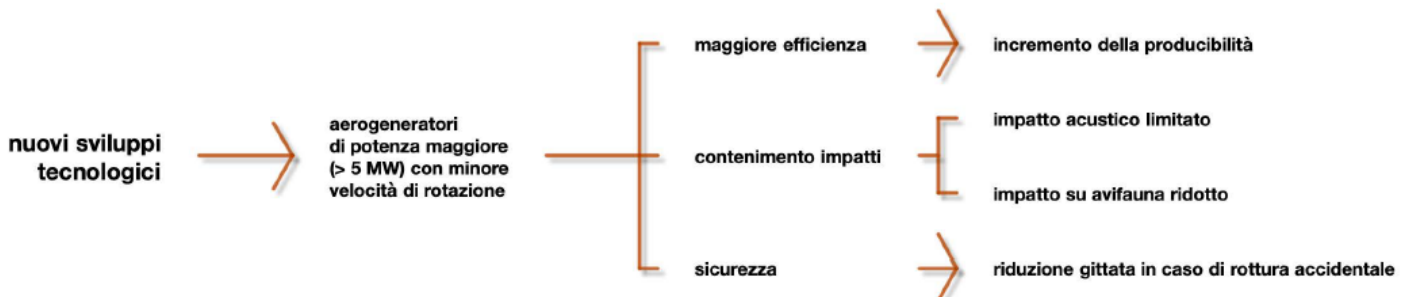
5 ALTERNATIVE DI PROCESSO O STRUTTURALI

Le alternative di processo o strutturali considerate hanno riguardato la scelta del modello di aerogeneratore e la definizione della viabilità di progetto.

Lo sviluppo tecnologico ha determinato, negli ultimi anni, l'immissione sul mercato di **modelli di aerogeneratori sempre più prestanti** con aumento degli stessi in dimensioni e potenza: il modello previsto nel progetto allo studio è caratterizzato da potenza pari a 4,5 MW, a fronte di un diametro del rotore pari a 163 m e altezza complessiva dell'aerogeneratore pari a 232 m. Nello specifico, Vestas Wind Systems ha sviluppato una **piattaforma eolica a turbina onshore**, denominata **EnVentus V163-4.5 - 150**.

Questa piattaforma rappresenta un'evoluzione della comprovata tecnologia dei parchi da 2MW e 3MW: l'elevata dimensione del rotore consente di ottenere una velocità angolare di rotazione più bassa rispetto alle turbine da 2-3 MW (quasi la metà), elemento che consente di:

- mantenere invariati gli impatti acustici
- ridurre il rischio di collisione con gli uccelli



Inoltre, l'aerogeneratore individuato può essere dotato di:

- **sistema di riduzione del rumore**, che permette di limitare in modo significativo le emissioni acustiche in caso di criticità legate all'impatto acustico su eventuali ricettori sensibili;
- **sistema di protezione per i chiroterteri**, in grado di monitorare le condizioni ambientali locali al fine di ridurre il rischio di impatto mediante sensori aggiuntivi dedicati. In caso si verificano le condizioni ambientali ideali per la presenza di chiroterteri, il Bat Protection System richiederà la sospensione delle turbine eoliche;
- **sistema di individuazione dell'avifauna**, per monitorare lo spazio aereo circostante gli aerogeneratori, rilevare gli uccelli in volo in tempo reale e inviare segnali di avvertimento e dissuasione o prevedere lo spegnimento automatico delle turbine eoliche.



Di seguito, si riportano in Tabella le caratteristiche principali degli aerogeneratori previsti, confrontate con quelle di una turbina da 3 MW.

| DATI OPERATIVI | V163-4.5 | Turbina 3 MW |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Potenza nominale | 4.500 kW | 3.000 kW |
| SUONO | | |
| Velocità di 7 m/s | 92 dB(A) | 100 dB(A) |
| Velocità di 8 m/s | 92.8 dB(A) | 102.8 dB(A) |
| Velocità di 10 m/s | 96.5 dB(A) | 106.5 dB(A) |
| ROTORE | | |
| Diametro | 163 m | 112 m |
| Velocità di rotazione | 60°/sec | 100°/sec |
| Periodo di rotazione | 6,2 sec | 3,5 |
| TORRE | | |
| Tipo | Torre in acciaio tubolare | Torre in acciaio tubolare |
| Altezza mozzo | 150 m | 100 m |

Dati tecnici aerogeneratore proposto rispetto a turbina di potenza pari a 3 MW

Tale alternativa è stata, quindi, scelta in quanto garantisce la **massima producibilità con il minore numero di macchine installate**, con conseguente **riduzione degli impatti sul paesaggio**, anche in termini cumulativi. In particolare, la soluzione individuata limita in maniera significativa il possibile verificarsi dell'effetto selva e la co-visibilità di più aerogeneratori da punti di vista sensibili. Inoltre, alla elevata dimensione del rotore corrisponde una più bassa velocità angolare di rotazione, determinando l'invarianza degli impatti acustici e un più basso rischio di collisione per l'avifauna.

Con riferimento a quanto sopra, si specifica che la potenza generata da un aerogeneratore è direttamente proporzionale alla potenza disponibile secondo un coefficiente di potenza che dipende dalla macchina installata (pari a circa 0,5 e con un massimo teorico "limite di Belz" pari a 0,59). La potenza disponibile P_{disp} dipende dalla densità dell'aria ρ , dall'area del rotore A e dalla velocità del vento v_1 .

$$P_{disp} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_1^3$$

Si ha, quindi, che aumentando le dimensioni di torre e rotore, la potenza disponibile, e quindi la potenza estratta dalla macchina, aumenta in maniera più che lineare: il termine A cresce infatti con il quadrato del raggio. La velocità del vento cresce con l'altezza e ciò si riflette sulla potenza disponibile secondo un fattore cubico. In questo caso però l'aumento di velocità varia con l'altezza dal suolo secondo un fattore che dipende dalla rugosità del suolo e che si può stimare compreso tra 0,1 e 0,2.

Nel complesso si verifica un importante vantaggio nell'utilizzare macchine più grandi: se si valutano infatti gli impatti per unità di energia generata si vede come all'aumentare della dimensione delle macchine gli impatti diminuiscono.

A titolo di esempio si riportano nelle tabelle che seguono alcuni valori tratti dalle LCA realizzate negli anni dalla Siemens Gamesa per due diversi modelli di aerogeneratori: la prima è contenuta nella EPD del 2020 della SG 5.0-132 di potenza nominale pari a 5 MW (R.int.1.2 EPS 5.0), la seconda è contenuta nella EPD del 2013 della GAMESA G90 2.0 MW (R.int.1.1 EPS 2.0). Dal confronto si conferma che l'aumento di potenza determina una riduzione degli impatti quantificati per unità di energia prodotta. Particolarmente rilevante è il dato relativo al riscaldamento globale che passa da 8,174 a 5,48 grammi di CO₂ equivalenti.



| Potential environmental impacts | Unit | Upstream | Core process | Core Infrastructure | Total generated | Downstream process | Downstream infrastructure | Total distributed |
|--|------------------------------------|----------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------|
| Global warming potential | Fossil | 2.01E-02 | 6.90E-02 | 4.98E+00 | 5.07E+00 | 1.12E-01 | 2.30E-01 | 5.41E+00 |
| | Biogenic | 1.57E-05 | 2.37E-05 | 6.12E-02 | 6.13E-02 | 1.35E-03 | 3.74E-04 | 6.30E-02 |
| | Land use and transform. | 2.31E-04 | 1.68E-05 | 7.03E-03 | 7.28E-03 | 1.60E-04 | 6.58E-04 | 8.10E-03 |
| | TOTAL | 2.03E-02 | 6.90E-02 | 5.05E+00 | 5.14E+00 | 1.13E-01 | 2.32E-01 | 5.48E+00 |
| Photochemical oxidant formation potential | g NMVOC eq | 1.63E-04 | 1.61E-04 | 3.15E-02 | 3.18E-02 | 7.00E-04 | 9.62E-04 | 3.35E-02 |
| | g C ₂ H ₄ eq | 6.20E-06 | 7.75E-06 | 2.10E-03 | 2.11E-03 | 4.65E-05 | 1.22E-04 | 2.28E-03 |
| Acidification potential | g SO ₂ eq | 9.33E-05 | 1.58E-04 | 3.43E-02 | 3.45E-02 | 7.59E-04 | 1.62E-03 | 3.69E-02 |
| Eutrophication potential | g PO ₄ ³⁻ eq | 2.11E-05 | 5.84E-05 | 2.95E-02 | 2.96E-02 | 6.51E-04 | 7.25E-04 | 3.10E-02 |
| Particulate matter | g PM _{2.5} eq | 1.02E-05 | 2.37E-05 | 5.57E-03 | 5.61E-03 | 1.23E-04 | 2.67E-04 | 6.00E-03 |
| Abiotic depletion potential - Elements | g Sb eq | 6.30E-08 | 5.04E-07 | 5.41E-04 | 5.41E-04 | 1.19E-05 | 4.54E-06 | 5.58E-04 |
| Abiotic depletion potential – Fossil fuels | MJ, net calorific value | 8.07E-04 | 5.55E-04 | 6.12E-02 | 6.25E-02 | 1.38E-03 | 2.18E-03 | 6.61E-02 |
| Water scarcity potential | m ³ eq | 3.51E-06 | 5.30E-06 | 1.52E-03 | 1.53E-03 | 3.37E-05 | 4.92E-05 | 1.61E-03 |

Tabella degli impatti ambientali dell'aerogeneratore modello SG-5.0-132

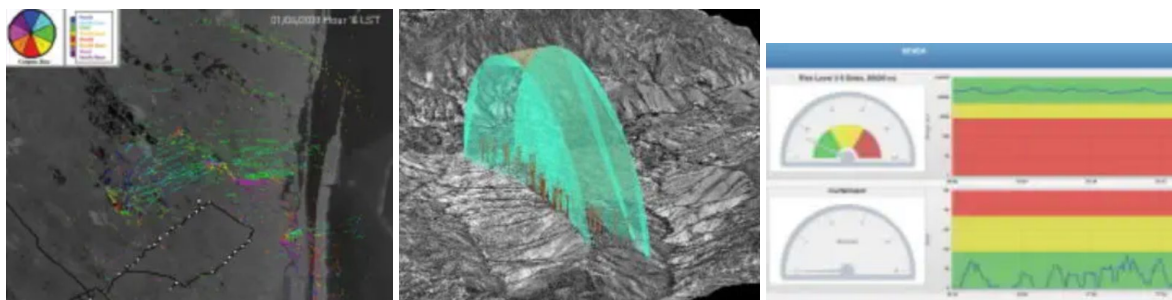
| ECO-PROFILE | | IEC II Wind Class - European Wind Farm - 78 m Tower | | | | | | |
|--|------------------------------------|--|--------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------------------|
| POLLUTANT EMISSIONS | UNIDAD | 1 KWh electricity generated and distributed to a 132 KV customer | | | | | | |
| | | Upstream | Core Process | Core Infrastructure | TOTAL GENERATED | Downstream Process | Downstream Infrastructure | TOTAL DISTRIBUTED |
| Potential environmental impacts | | | | | | | | |
| Acidifying gases | g SO ₂ eq | 2,254E-04 | 1,303E-04 | 3,408E-02 | 3,444E-02 | 7,576E-04 | 2,549E-03 | 3,774E-02 |
| Eutrophying substances | g PO ₄ eq | 5,295E-05 | 5,265E-05 | 1,719E-02 | 1,729E-02 | 3,805E-04 | 2,379E-03 | 2,005E-02 |
| Global warming potential (100yrs) ³ | g CO ₂ eq | 2,770E-02 | 1,024E-01 | 7,578E+00 | 7,708E+00 | 1,696E-01 | 2,962E-01 | 8,174E+00 |
| Ozone depleting potential (20yrs) | g CFC-11 eq | 1,455E-08 | 4,261E-09 | 1,109E-06 | 1,128E-06 | 2,482E-08 | 1,520E-08 | 1,168E-06 |
| Formation of ground level ozone | g C ₂ H ₄ eq | 1,302E-05 | 5,284E-06 | 2,721E-03 | 2,740E-03 | 6,027E-05 | 1,745E-04 | 2,974E-03 |

Tabella degli impatti ambientali dell'aerogeneratore modello Gamesa G90 2MW

In aggiunta a quanto sopra, nell'ambito delle possibili alternative tecnologiche volte al **monitoraggio e alla mitigazione degli impatti sull'avifauna**, si prevede l'installazione di moderni **systemi radar**. In fase di cantiere, questi sistemi possono essere utilizzati per la raccolta a lungo termine di dati scientifici sui movimenti migratori dell'avifauna nell'area prevista per il parco eolico, in quanto rilevano e registrano automaticamente centinaia di volatili simultaneamente, ovvero le loro dimensioni, velocità, direzione e percorso di volo. In fase di esercizio, i radar aviari misurano continuamente il numero di uccelli che sorvolano un intervallo prestabilito e definito dalle turbine eoliche. Sulla base dei parametri impostati, il sistema determina lo spegnimento per un gruppo o per singoli aerogeneratori, ovvero l'intero parco, in funzione della specifica situazione in loco.

I sostenitori dei radar aviari sottolineano che questi sistemi potrebbero impedire la morte di diversi esemplari di piccole specie migratorie ma anche di evitare rischi per grandi uccelli di maggiori dimensioni.





Radar aviari, schemi di funzionamento

Per quanto riguarda la **viabilità di progetto**, sono state inserite nel progetto definitivo specifiche azioni di mitigazione e compensazione prevedendo la riqualificazione e valorizzazione del tessuto viario esistente. Questo è stato possibile anche attraverso un attento **studio delle possibili alternative di tracciato** della viabilità di cantiere ed esercizio del parco eolico. In altri termini, è stata **preferita una organizzazione dei tracciati viari interni al parco volta a completare, integrare e adeguare la viabilità esistente**, garantendo in questo modo anche una migliore interconnessione tra le aree di interesse.



6 ALTERNATIVE DI COMPENSAZIONE

Le alternative sui possibili interventi di compensazione sono state valutate in base ai criteri fissati dall'allegato 2 del DM 10.09.2010.

Tra i criteri cardine per la definizione delle misure compensative definiti dall'allegato 2 del DM 10.09.2010 è importante evidenziare le parti di maggiore interesse:

- *Ai sensi dell'articolo 12, comma 6, decreto legislativo n. 387 del 2003, l'autorizzazione non può essere subordinata né prevedere misure di compensazione a favore delle Regioni e delle Province.*
- *Fermo restando, anche ai sensi del punto 1.1 e del punto 13.4 delle presenti linee-guida, che per l'attività di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili non è dovuto alcun corrispettivo monetario in favore dei Comuni, l'autorizzazione unica può prevedere l'individuazione di misure compensative, a carattere non meramente patrimoniale, a favore degli stessi Comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientale correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi, nel rispetto dei seguenti criteri:*
 - a) *non dà luogo a misure compensative, in modo automatico, la semplice circostanza che venga realizzato un impianto di produzione di energia da fonti rinnovabili, a prescindere da ogni considerazione sulle sue caratteristiche e dimensioni e dal suo impatto sull'ambiente;*
 - b) *le «misure di compensazione e di riequilibrio ambientale e territoriale» sono determinate in riferimento a «concentrazioni territoriali di attività, impianti ed infrastrutture ad elevato impatto territoriale», con specifico riguardo alle opere in questione;*
 - c) *le misure compensative devono essere concrete e realistiche, cioè determinate tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'impianto e del suo specifico impatto ambientale e territoriale;*
 - d) *secondo l'articolo 1, comma 4, lettera f) della legge n. 239 del 2004, le misure compensative sono solo «eventuali», e correlate alla circostanza che esigenze connesse agli indirizzi strategici nazionali richiedano concentrazioni territoriali di attività, impianti e infrastrutture ad elevato impatto territoriale;*
 - e) *possono essere imposte misure compensative di carattere ambientale e territoriale e non meramente patrimoniali o economiche solo se ricorrono tutti i presupposti indicati nel citato articolo 1, comma 4, lettera f) della legge n. 239 del 2004;*
 - f) *le misure compensative sono definite in sede di conferenza di servizi, sentiti i Comuni interessati, anche sulla base di quanto stabilito da eventuali provvedimenti regionali e non possono unilateralmente essere fissate da un singolo Comune;*
 - g) *nella definizione delle misure compensative si tiene conto dell'applicazione delle misure di mitigazione in concreto già previste, anche in sede di valutazione di impatto ambientale (qualora sia effettuata). A tal fine, con specifico riguardo agli impianti eolici, l'esecuzione delle misure di mitigazione di cui all'allegato 4, costituiscono, di per sé, azioni di parziale riequilibrio ambientale e territoriale;*
 - h) *le eventuali misure di compensazione ambientale e territoriale definite nel rispetto dei criteri di cui alle lettere precedenti non possono comunque essere superiori al 3 per cento dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto”.*



Le compensazioni per il progetto in esame sono state costruite attorno a questi principi cardine definendo le possibili linee di azione e le sinergie che è possibile attivare. A ciò si aggiunge che la realizzazione dei parchi eolici porta con sé ricadute socio-economiche di importante rilievo e tali da richiedere uno sforzo di sensibilizzazione e formazione per garantire il coinvolgimento dei settori produttivi locali e la crescita di adeguate professionalità.

Pertanto, alla luce di queste considerazioni e delle previsioni del DM 10.09.2010, fermo restando che le misure di compensazione saranno puntualmente individuate nell'ambito della conferenza di servizi, nel presente progetto si è proceduto a definire il quadro d'insieme nell'ambito del quale sono stati identificati gli interventi di compensazione, riconducibili ai seguenti temi:

- **Opere infrastrutturali e progettualità:** Partendo dal contesto costituito dalla pianificazione e programmazione vigenti (PTPR, quadro comunitario di sostegno, CIS, ecc), potrà essere costruito un framework per mettere in sinergia le esigenze territoriali e contribuire a configurare una progettualità di area vasta. I progetti potranno essere eseguiti direttamente con le risorse economiche associate alla compensazione, ovvero donati agli EE.LL. per una successiva attuazione con altre fonti di finanziamento.
- **Fruibilità e valorizzazione delle aree che ospitano i parchi eolici:** L'idea di partenza è scaturita da una generale riflessione sulla percezione negativa dei parchi eolici che, talvolta in maniera pregiudiziale, si radica nelle coscienze dimenticando le valenze ambientali che gli stessi impianti rivestono in termini anche di salvaguardia dell'ambiente (sostenibilità, riduzione dell'inquinamento, ecc.). Si è così immaginato di trasformare il Parco eolico da elemento strutturale respingente a vero e proprio "attrattore". Si è pensato quindi di rendere esso stesso un reale "parco" fruibile con valenze multidisciplinari. Un luogo ove recarsi per ammirare e conoscere il paesaggio e l'ambiente; una meta per svolgere attività ricreative, e per apprendere anche i significati e le valenze delle fonti rinnovabili. Si è inteso così far dialogare il territorio, con le sue infrastrutture, le sue componenti naturali, storico-culturali ed antropiche all'interno di una 'area parco' ove fruire il paesaggio e le risorse ambientali esistenti, in uno alle nuove risorse che l'uomo trae dallo stesso ambiente naturale. A livello internazionale esistono molti esempi di parchi eolici in cui sono state ricercate queste funzioni, in Italia da anni Legambiente è promotrice dei cosiddetti "Parchi del vento": *"Una guida per scoprire dei territori speciali, poco conosciuti e che rappresentano oggi uno dei laboratori più interessanti per la transizione energetica. L'idea di una guida turistica ai parchi eolici italiani nasce dall'obiettivo di permettere a tutti di andare a vedere da vicino queste moderne macchine che producono energia dal vento e di approfittarne per conoscere dei territori bellissimi, fuori dai circuiti turistici più frequentati"*.
- **Tutela, fruizione e valorizzazione del patrimonio archeologico:** l'Italia possiede probabilmente uno dei territori più ricchi di storia, e pertanto la realizzazione di tutte le opere infrastrutturali è sempre accompagnata da un meticoloso controllo da parte degli enti preposti alla tutela del patrimonio archeologico. Cambiando il punto di osservazione, però, la realizzazione delle opere infrastrutturali possono costituire una grande opportunità per svelare e approfondire la conoscenza di parti del patrimonio archeologico non ancora esplorato. Pertanto, nell'ambito del presente progetto è stata ipotizzata l'attuazione di misure di compensazione volte alla valorizzazione del patrimonio archeologico ricadente nell'area di interesse e alla sua fruizione integrata con le aree del parco eolico.
- **Sostegno e formazione alle comunità locali per la green economy:** la disseminazione e la sensibilizzazione sono attività imprescindibili da affiancare a progetti come quello in esame, attraverso le quali le comunità locali potranno acquisire consapevolezza del percorso di trasformazione energetica intrapreso e della grande opportunità sottesa alla implementazione dell'energia rinnovabile. A tal fine Gruppo Hope, a cui la società proponente fa riferimento, potrà eseguire in sinergia con attori locali una serie di interventi volti alla sensibilizzazione e alla formazione



sui temi della green economy. Inoltre, Gruppo Hope potrà valutare l'avvio di attività di formazione specifica, anche in affiancamento del tessuto produttivo.

Per il dettaglio delle misure previste si rimanda alla sezione *PD.AMB. Interventi di compensazione e valorizzazione* del progetto definitivo.

