
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL TERRITORIO COMUNALE DI TUSCANIA E VITERBO (VT)
POTENZA NOMINALE 129,6 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

dr.ssa Anastasia AGNOLI

ing. Giulia MONTRONE

STUDI SPECIALISTICI

IMPIANTI ELETTRICI

ing. Roberto DI MONTE

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

ACUSTICA

ing. Antonio FALCONE

NATURA E BIODIVERSITÀ

BIOPHILIA - dr. Gianni PALUMBO dr. Michele BUX

STUDIO PEDO-AGRONOMICO

dr. Gianfranco GIUFFRIDA

ARCHEOLOGIA

ARSARCHEO - dr. archeol. Andrea RICCHIONI dr. archeol. Gabriele MONASTERO

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

SIA.S ELABORATI GENERALI

S.5 Analisi delle alternative

REV. DATA DESCRIZIONE



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	14
6	ALTERNATIVE DI COMPENSAZIONE	18



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 e' 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%**.

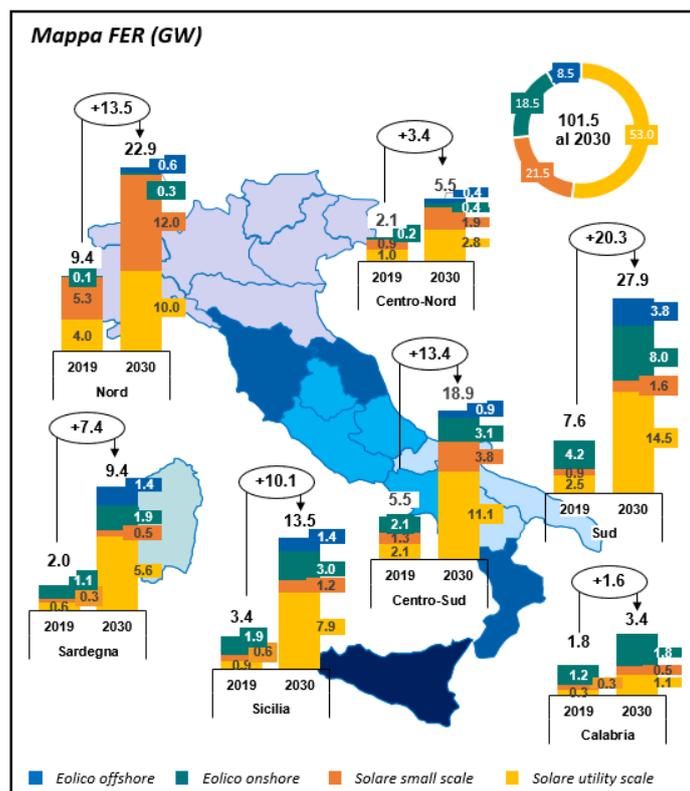
3.2 LE POLITICHE NAZIONALI

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 3.1 GW per l'eolico onshore nel Centro-Sud**.





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 quanto previsto dalle Linee guida del PPTR (cfr. paragrafo successivo), ovvero in 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 18 aerogeneratori per una **potenza installata complessiva** pari a **129,6 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 distanza tra l'impianto di progetto e gli aerogeneratori dei parchi eolici esistenti, che risulta di oltre 800 m.

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, determinate, nel caso specifico, non tanto dalla realizzazione degli aerogeneratori, quanto dalla viabilità di accesso agli stessi. 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 Lazio;
- la pianificazione di livello regionale e locale, ovvero le aree perimetrate dal PTPR e dal PAI;
- 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.



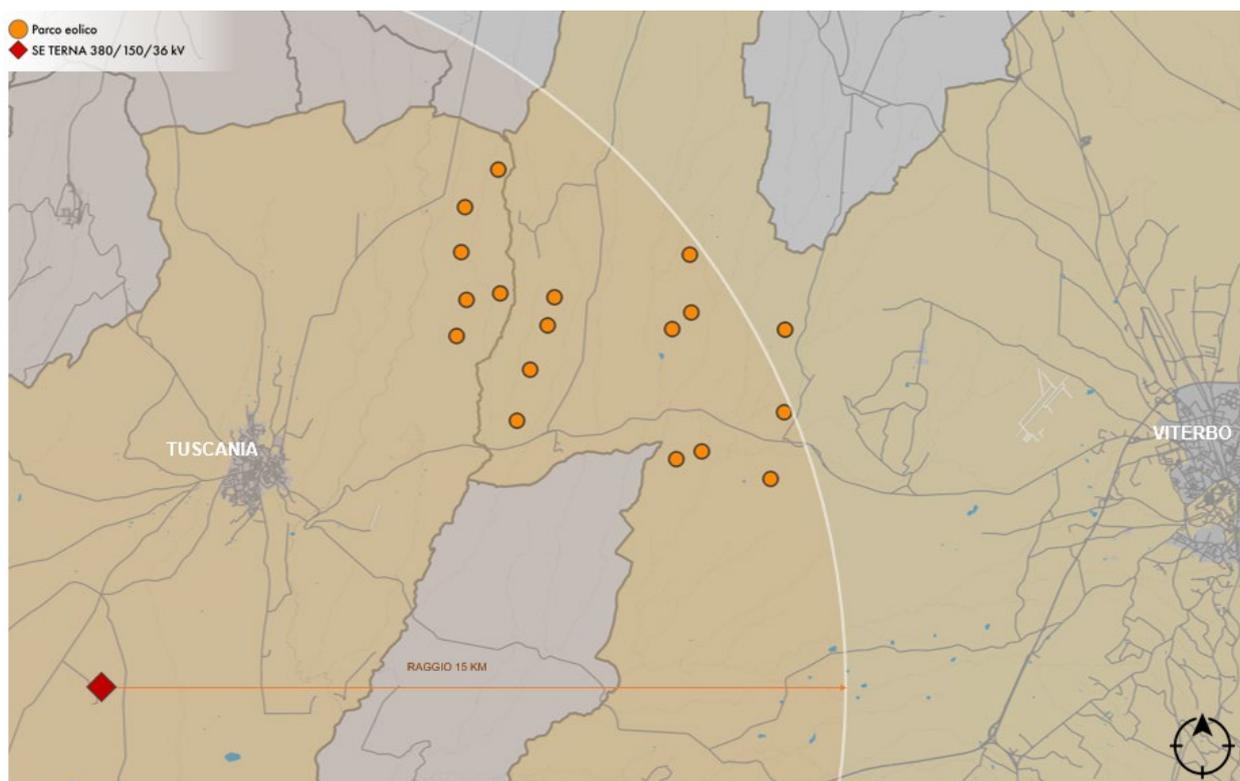
4 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE

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 oltre 8 km dall'abitato di Tuscania, escludendo in primo luogo le aree non idonee definite dagli strumenti di pianificazione vigenti, con particolare riferimento al Piano Territoriale Paesaggistico Regionale e al Piano di Assetto Idrogeologico. In particolare, si sono seguite le seguenti fasi:

- **Fase 1:** definizione di un'area di raggio 8 km rispetto alla sottostazione Terna 380/150 kV in agro di Lucera in località "Palmori" (cfr. linee guida PPTR Capitolo B1.2.5.1.2);



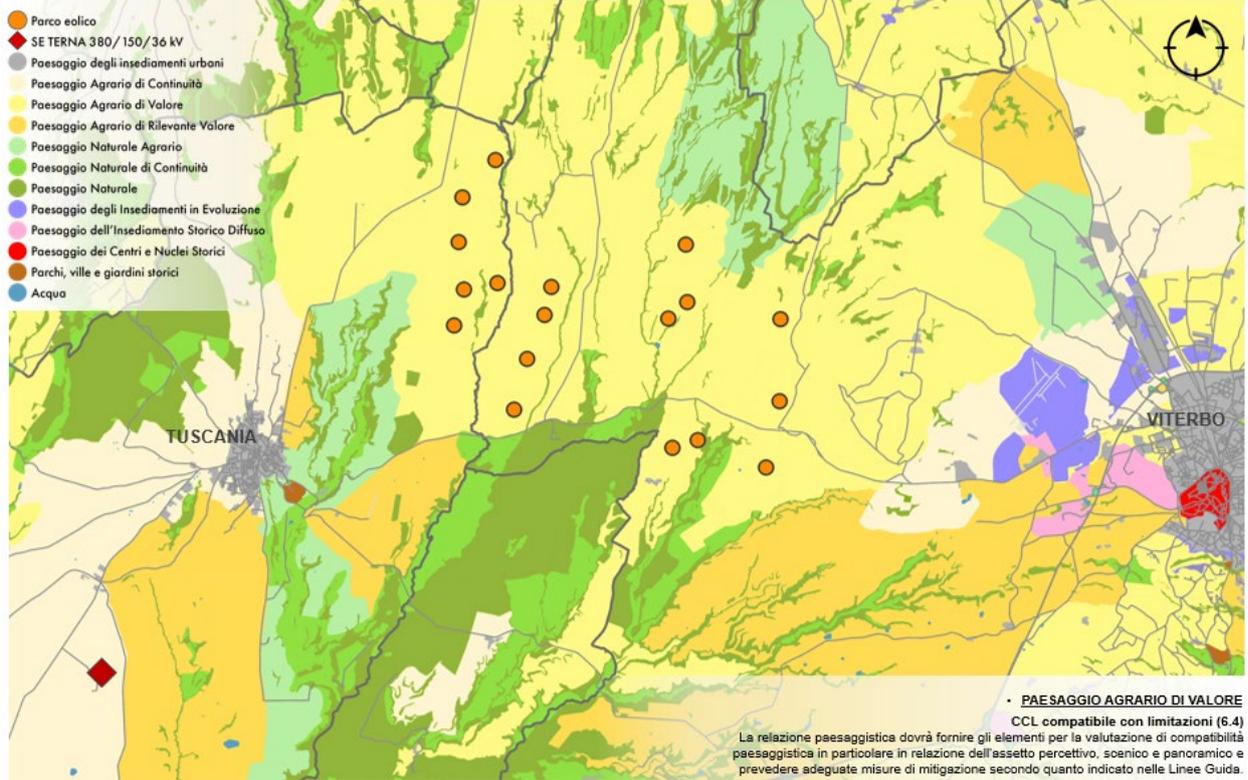
Intorno di 15 km dal futuro ampliamento della SE 380/150/36 kV a Tuscania

- **Fase 2:** esclusione delle aree non idonee definite dagli strumenti di pianificazione vigenti, con particolare riferimento alla D.G.R. n. 390/22, al Piano Territoriale Paesaggistico Regionale e al Piano di Assetto Idrogeologico;

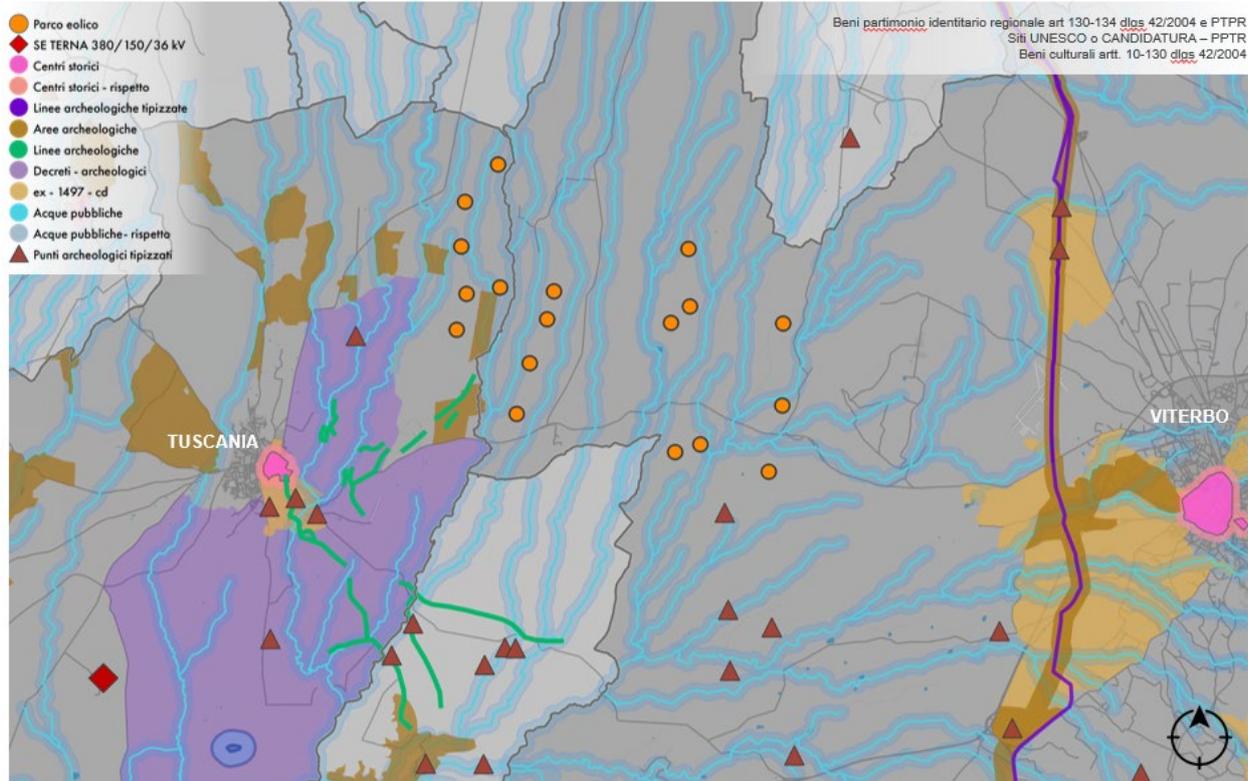


Aree sottoposte a tutela del paesaggio e del Patrimonio Storico Artistico e Culturale

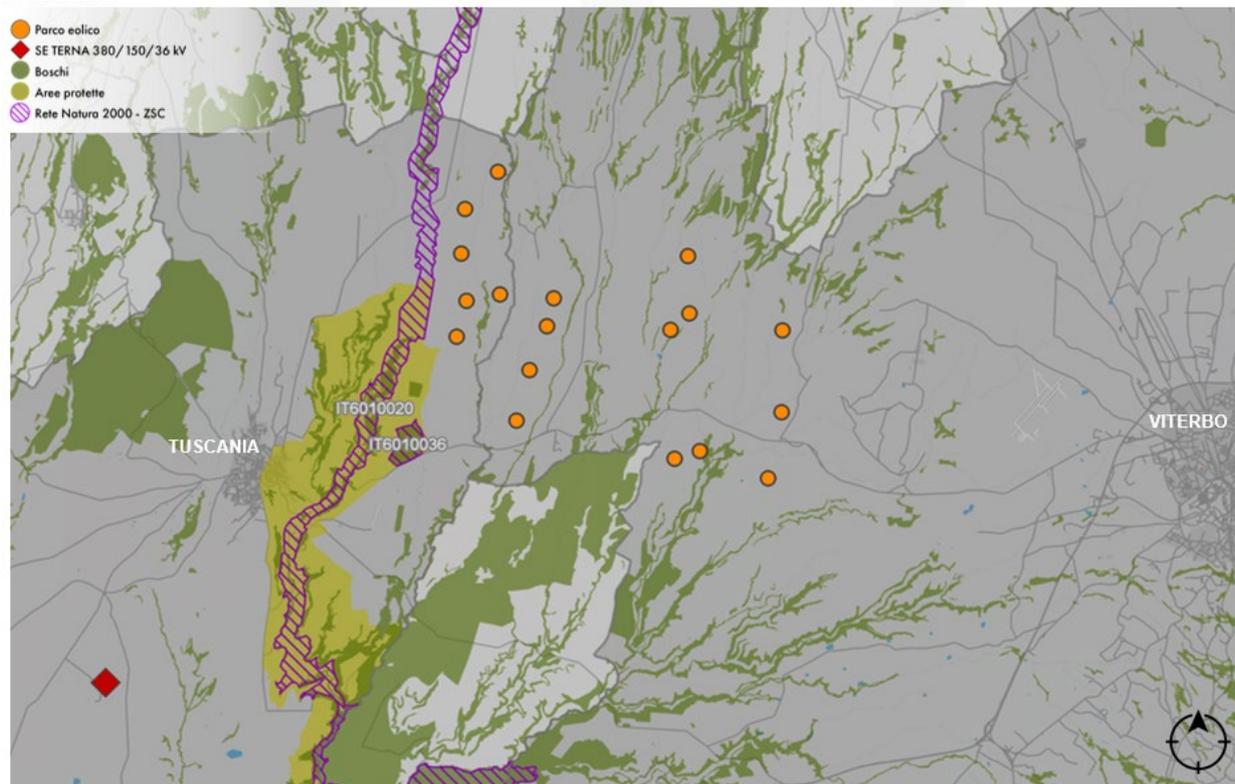
Sistemi di paesaggio PPTR



Aree sottoposte a tutela del paesaggio e del Patrimonio Storico Artistico e Culturale

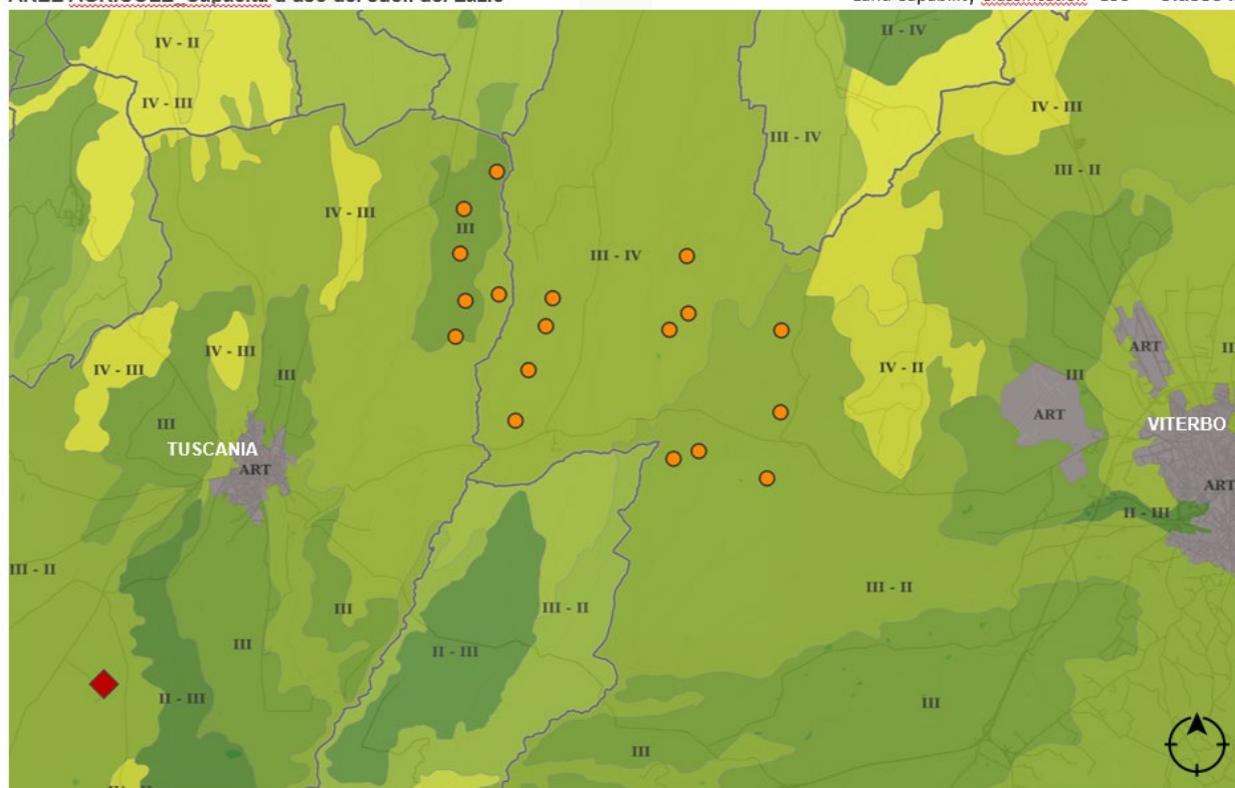


AMBIENTE

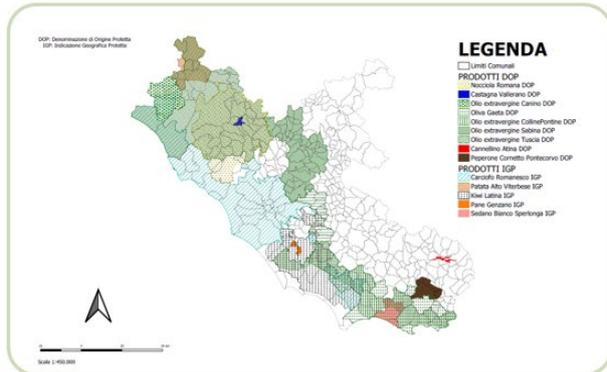
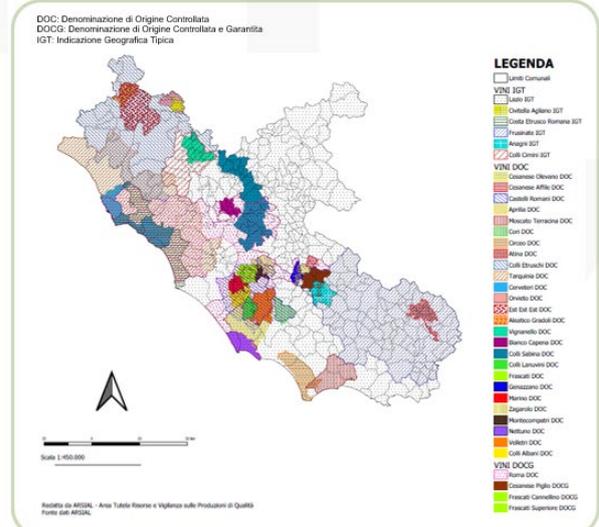
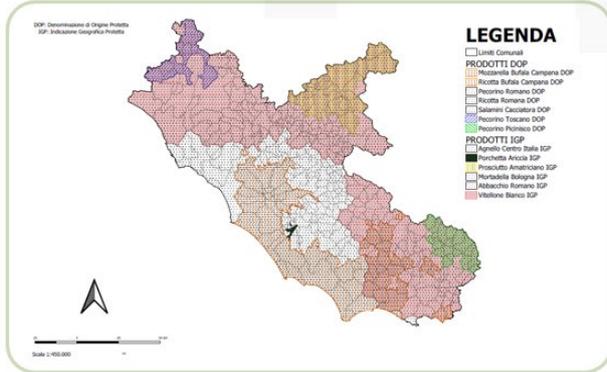


AREE AGRICOLE Capacità d'uso dei suoli del Lazio

Land Capability Classification "LCC" - **Classe III**

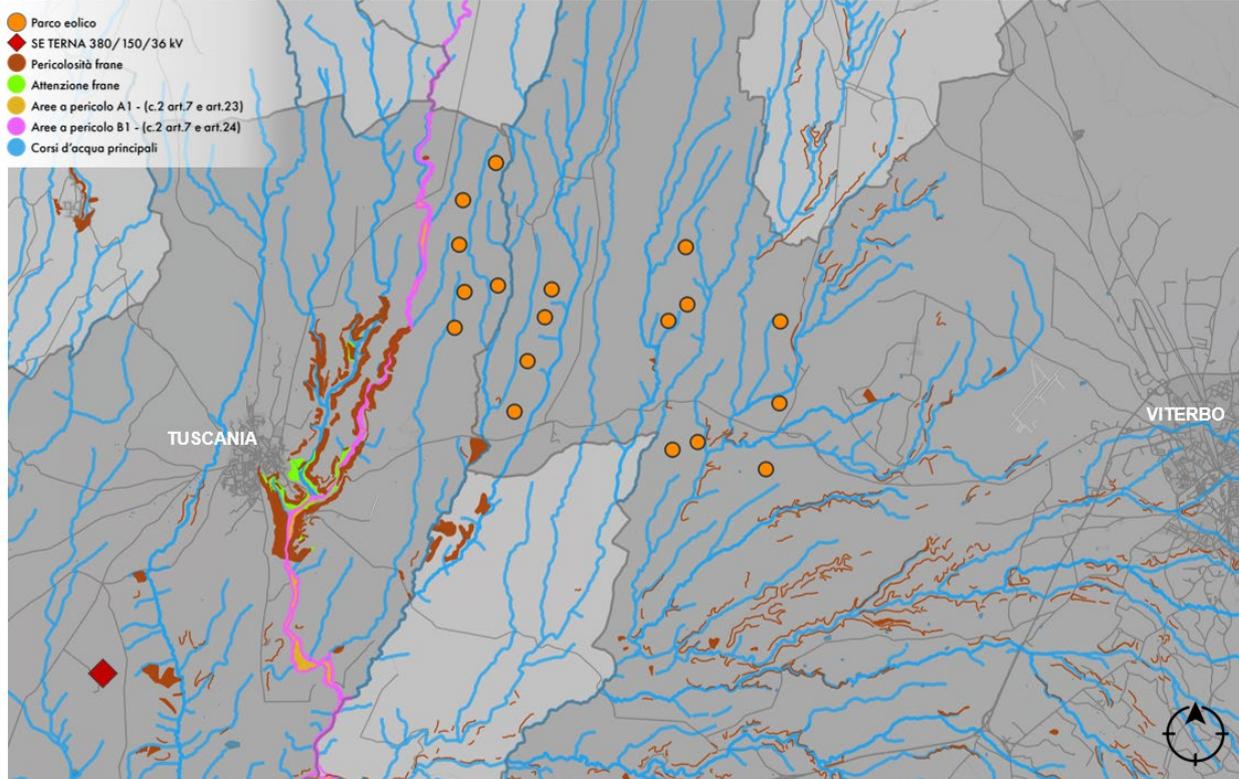


AREE AGRICOLE Capacità d'uso dei suoli

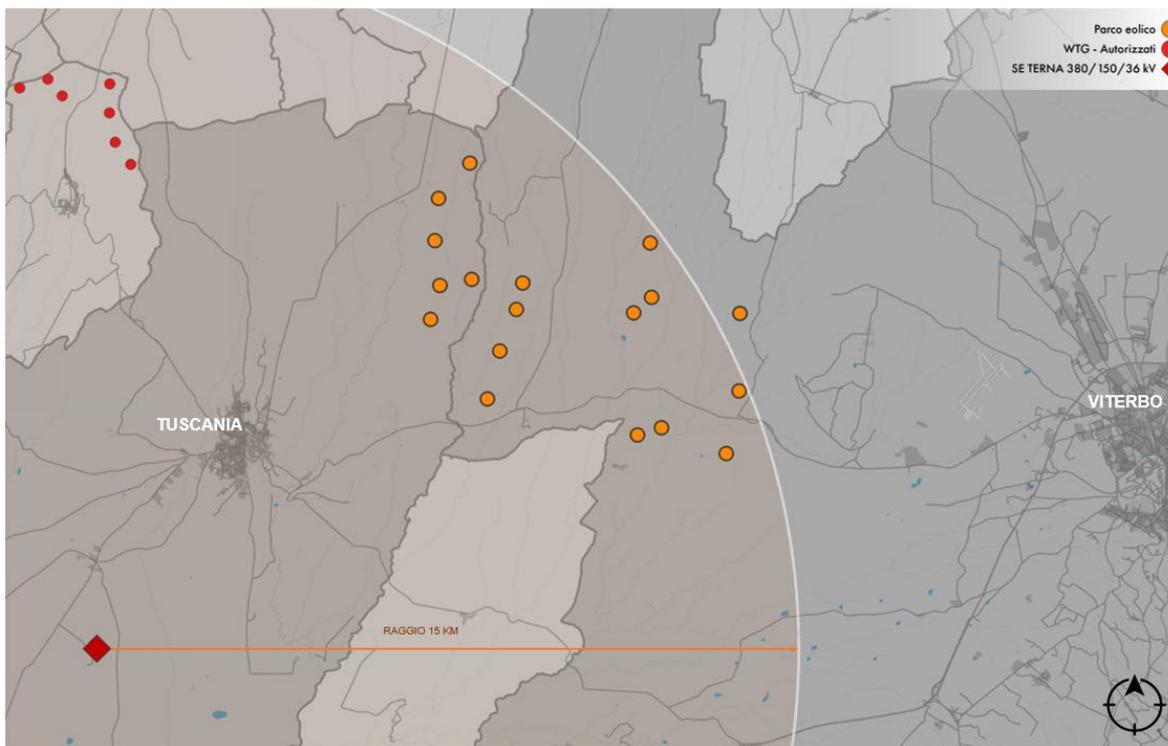


SUB AMBITO	INQUADRAMENTO PROGETTO	COMPATIBILITÀ
Produzioni agro alimentari di qualità	nocciola romana DOP olio extravergine Tuscia DOP vitellone bianco IGP abacchio romano IGP	C compatibile PNC nocciola romana (non ci sono coltivazioni di nocciolo)
Produzioni vinicole di qualità	lazio ITG castelli romani DOC	C compatibile (non ci sono coltivazioni di aree vigneti)
Produzioni biologiche e biodistretti	nessuna perimetrazione	C compatibile
Risorse genetiche autoctone LR 15/2000	controllare con proprietà agricola - nessuna perimetrazione	C compatibile
Paesaggi rurali storici	nessuna perimetrazione	C compatibile

PAI _ Aree dissesto/rischio idrogeologico



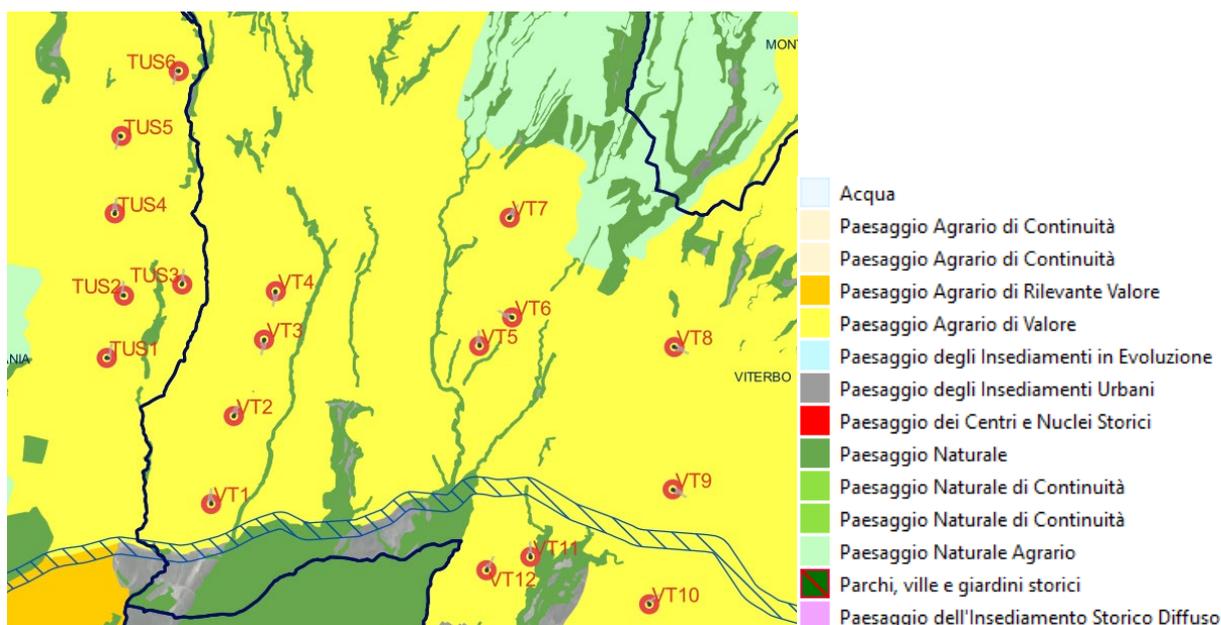
– **Fase 3:** valutazione della presenza di impianti eolici esistenti e autorizzati



Impianti eolici esistenti e autorizzati

– **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, dall’analisi della Tavola A del P.T.P.R., di cui è rappresentato uno stralcio nella figura seguente, risulta che gli aerogeneratori di progetto ricadono in un’area classificabile come **Paesaggio Agrario di Valore**, priva di vincoli dichiarativi e ricognitivi.



Stralcio Tav. A del PTPR – Sistema del paesaggio agrario

Nello specifico, l’intorno di riferimento è situato in una zona rurale posta a “cavallo” dei territori comunali di Tuscania e Viterbo nella provincia di Viterbo – Tuscia Viterbese. Considerate le condizioni pedo-



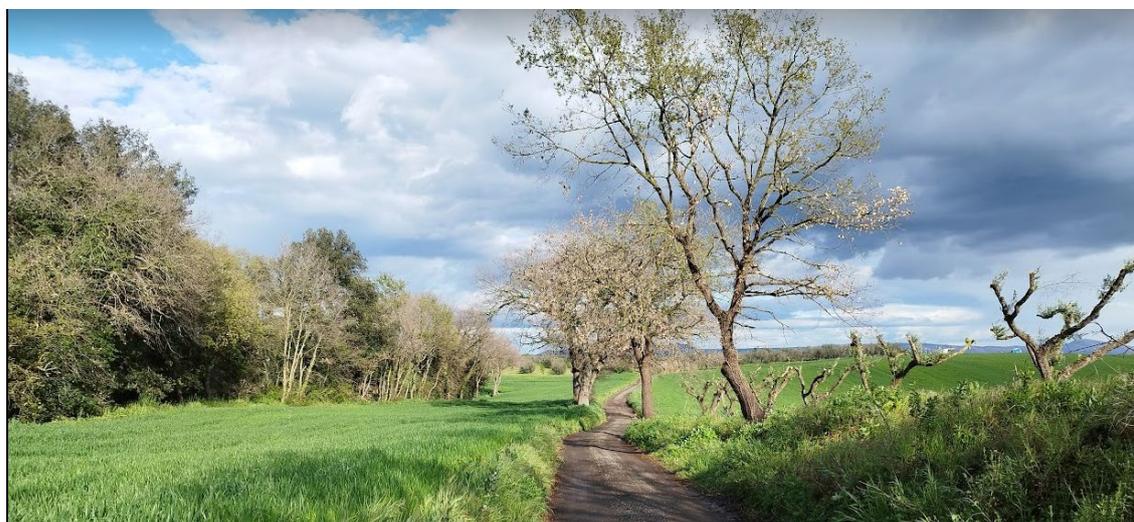
climatiche favorevoli, la discreta disponibilità idrica e l'orografia generale del territorio, che è caratterizzata da una giacitura da moderatamente acclive a pianeggiante, le attività agricole trovano delle discrete condizioni per svilupparsi, caratterizzando in modo evidente il paesaggio.

In analogia con le caratteristiche dell'ambito descritte nel precedente paragrafo, i terreni sono per la maggior parte utilizzati come seminativi, il cui ordinamento colturale prevede la classica rotazione cereali – colture foraggere. Ad intervallare le ampie superfici seminabili, oltre a delle formazioni boschive e alcuni corsi d'acqua, sono delle colture permanenti costituiti principalmente da oliveti, noccioleti e vigneti. Si riportano, di seguito, alcune immagini significative dell'area del parco eolico.



Paesaggio agrario di valore

L'intorno di progetto è poi sicuramente caratterizzato dalla presenza di numerosi compluvi con carattere torrentizio appartenenti al bacino del Fiume Marta, che formano un **reticolo idrografico** piuttosto ramificato e attraversano l'area di progetto in direzione nord-sud. È in corrispondenza di detto reticolo, che si ritrovano gli elementi di naturalità più significativa e che, insieme ai **filari alberati** e ad alcune **macchie boschive**, di fatto rappresentano i principali corridoi ecologici presenti nel sito di progetto. Questi lembi di naturalità assumono ancor più rilievo se inseriti nel sistema della Rete ecologica e considerata la presenza boschi di maggiore estensione nei territori di Toscana e Monteromano, nonché lungo la sponda meridionale del Lago di Bolsena, oltre alla localizzazione prossima all'area del parco della Riserva Naturale Regionale di Toscana e delle ZSC IT6010020 Fiume Marta (alto corso) e ZSC IT3010036 Sughereta di Toscana.



Naturalità – Formazioni forestali



Dal punto di vista dell'assetto storico-culturale, è sicuramente da mettere in evidenza la presenza di varie **aree archeologiche** localizzate tra l'area del parco e il comune di Tuscania, oltre agli stessi **nuclei storici di Tuscania e Viterbo e alla viabilità storica rappresentata dalla Cassia Antica**, sebbene il suo tracciato sia oggi in parte coincidente con la moderna viabilità e in parte scompaia al di sotto dei campi coltivati. Tra le aree archeologiche si citano: *Punton del Bibbio, Le Guinze, Quadrinaro e San Savino*, localizzate a nord est della più estesa area denominata *Valli fluviali del Marta, Maschiolo, Pantacciano*. Sia nel caso di Tuscania che di Viterbo si costituiscono insediamenti sin dall'età e lo sviluppo dei centri abitati si ha in maniera marcata in età etrusca, come testimoniano i ritrovamenti presso le varie necropoli.



Tuscania



Viterbo

Tra gli **elementi detrattori** si segnala, invece, la presenza della discarica di Monterazzano; una discarica di rifiuti non pericolosi gestita dalla società Ecologia Viterbo in località le Fornaci in comune di Viterbo, suddivisa in tre invasi rispettivamente di circa 373.000 mc, circa 1.370.000 mc e il terzo attualmente in funzione di volumetria complessiva pari a circa 850.000 mc.

Contemporaneamente, l'area riveste una notevole importanza per il settore energetico, ospitando diversi impianti di produzione di energia da fonte solare, anche di estese dimensioni, come si può osservare dagli stralci planimetrici di seguito riportati.



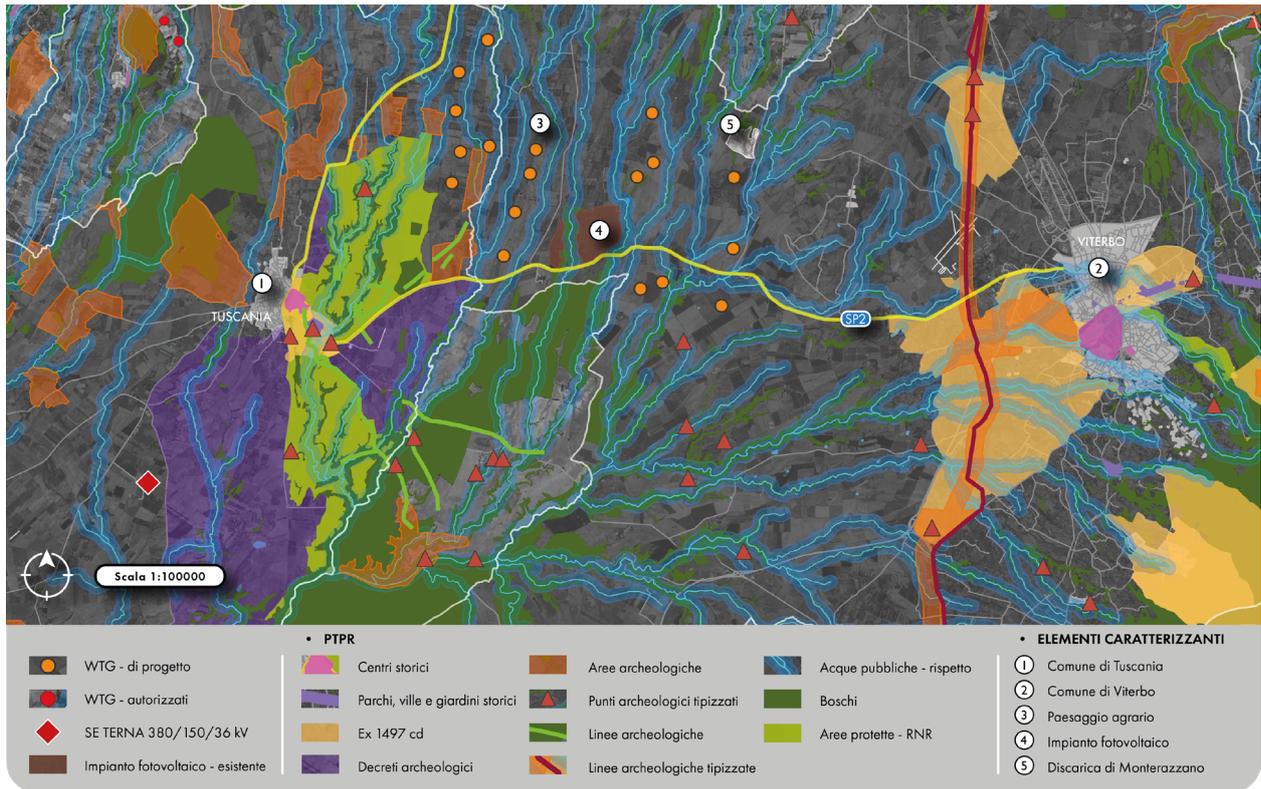
Impianti fotovoltaici



Discarica di Monterazzano

Come meglio evidenziato nella sezione *PD.AMB Interventi di compensazione e valorizzazione*, il parco eolico, ovvero la sua localizzazione, è stato inteso da un lato quale occasione di realizzazione di azioni di restoration ambientale volte alla riqualificazione e valorizzazione degli habitat stessi (ricostituzione degli assetti naturali, riattivazione di corridoi ecologici, ecc.), dall'altro 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 (cfr. cap. 6 *Alternative di mitigazione*).





Elementi da valorizzare e detrattori



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 7,2 MW, a fronte di un diametro del rotore pari a 172 m e altezza complessiva dell'aerogeneratore pari a 236 m. Nello specifico, Vestas Wind Systems ha sviluppato una **piattaforma eolica a turbina onshore**, denominata **EnVentus V172-7.2 EIC S - 150**.

Questa piattaforma rappresenta un'evoluzione della comprovata tecnologia dei parchi da 2MW e 3MW e offre sensibili miglioramenti a livello di AEP, una maggiore efficienza per quanto riguarda la manutenzione, una logistica migliore, superiori potenzialità a livello di collocazione e, in ultima analisi, la possibilità di incrementare sensibilmente la producibilità contenendo gli impatti ambientali.

L'elevata dimensione del rotore consente di ottenere una velocità angolare di rotazione moto più bassa delle 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	V172-7.2	Turbina 3 MW
Potenza nominale	7.2 kW	3.000 kW
SUONO		
Velocità di 7 m/s	98 dB(A)	100 dB(A)
Velocità di 8 m/s	98 dB(A)	102.8 dB(A)
Velocità di 10 m/s	98 dB(A)	106.5 dB(A)
ROTORE		
Diametro	172 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

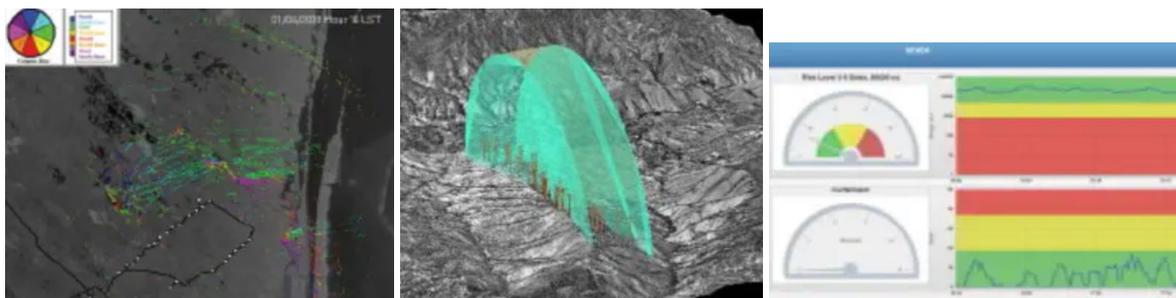
ECO-PROFILE		IEC II Wind Class - European Wind Farm - 78 m Tower						
POLLUTANT EMISSIONS	UNIDAD	1 KWh electricity generated and distributed to a 132 KV customer						
		Upstream	Core Process	Core Infrastructure	TOTAL GENERATED	Downstream Process	Downstream Infrastructure	TOTAL DISTRIBUTED
Potential 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 a quanto proposto dal PPTR della Regione Puglia, che nelle linee guida dedicate agli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili fornisce un'interessante visione della possibilità di inserimento degli impianti eolici nel paesaggio, e dei criteri fissati dall'allegato 2 del DM 10.09.2010.

In particolare, si riportano alcuni estratti del PPTR della Regione Puglia riguardanti i possibili interventi di compensazione da prevedere per gli impianti eolici:

- *...un progetto energetico che si pone come obiettivo generale lo sviluppo delle fonti rinnovabili e tra queste dell'eolico dovrà confrontarsi in modo sempre più chiaro con il territorio e costruire contemporaneamente un **progetto di paesaggio** ... con l'obiettivo di predisporre anche una visione condivisa tra gli attori che fanno parte dello stesso.*
- *L'eolico diviene occasione per la riqualificazione di territori degradati e già investiti da forti processi di trasformazione. La costruzione di un impianto muove delle risorse che potranno essere convogliate nell'avvio di processi di riqualificazione di parti di territorio, per esempio attraverso progetti di adeguamento infrastrutturale che interessano strade e reti, in processi di riconversione ecologica di aree interessate da forte degrado ambientale, nel rilancio economico di alcune aree, anche utilizzando meccanismi compensativi coi Comuni e gli enti interessati.*
- *Orientare l'eolico verso forme di parternariato e azionariato diffuso per redistribuire meglio costi e benefici e aumentare l'accettabilità sociale degli impianti contribuendo a fornire maggiori rassicurazioni sui profili di tutela ambientale e sociale.*
- *Promuovere strumenti di pianificazione intercomunali che abbiano una visione ad una scala territoriale delle relazioni che oltre i limiti amministrativi gli impianti eolici avranno con il territorio, con i suoi elementi strutturanti ed i caratteri identitari (Piani Energetici Intercomunali e Provinciali)".*

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.

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”.

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 (PPTR, 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"*.

- **Restoration ambientale:** è di sicuro il tema più immediatamente riconducibile al concetto di compensazione. È stata condotta una attenta analisi delle emergenze e delle criticità ambientali, con particolare attenzione agli habitat prioritari, con l'obiettivo di individuare azioni di restoration ambientale volte alla riqualificazione e valorizzazione degli habitat stessi (ricostituzione degli assetti naturali, riattivazione di corridoi ecologici, ecc.).
- **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. In particolare, il territorio in esame, come del resto vaste porzioni di tutta la capitanata, è caratterizzato da ampie aree definite a rischio archeologico, che pur potendo costituire degli elementi caratterizzanti, mai risultano oggi mete di fruizione turistico-culturale, né destinatarie di opportuni interventi di recupero e valorizzazione. 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.

