

REGIONE: PUGLIA
PROVINCIA: FOGGIA
COMUNE: BOVINO
LOCALITÀ: SERRONE

ELABORATO:

SNT

OGGETTO:

**IMPIANTO EOLICO
SINTESI NON TECNICA**

PROPONENTE:



RENVICO ITALY SRL
via San Gregorio N. 34
20124 Milano
PEC: renvicoitaly@legalmail.it

TECNICO:

ING. ANDREA ALIBRANDO

Ord. Ing. Prov. Di Lecce n° 3876



Advantech s.r.l.
Via per Monteroni, Campus Ecotekne,
001 Edificio High Tech



Andrea Alibrando



Collaborazione:
ing. A. Buccolieri
Ord. Ing.ri Lecce n° 2798

Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
14.10.2017	00	SNT	Ing. A. Buccolieri	Ing. Andrea Alibrando

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE, UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
1.1	DIMENSIONI	4
1.2	CONCEZIONE	4
1.3	UBICAZIONE DEL PROGETTO	6
1.3.1	SITO - Stato dei luoghi ed uso del suolo	6
1.3.2	Vincoli e tutele presenti	7
1.3.2.1	Area a pericolosità geomorfologia media e moderata	8
1.3.2.2	Art.10 NTA PAI	8
1.3.2.3	NTA del PPTR	8
1.3.3	IBA e SIC	10
1.4	DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DELL'INSIEME DEL PROGETTO	12
1.4.1	Unità di produzione	12
1.4.1.1	Descrizione unità di produzione	12
1.4.2	Piazzole di putting up	13
1.4.3	Caratteristiche viabilità a servizio dell'impianto	13
1.4.4	Collegamenti elettrici - cavidotti interrati	13
1.4.4.1	Cavi di collegamento	14
1.4.4.2	Canalizzazioni e tubazioni	15
1.4.5	Cabina di sezionamento	15
1.4.6	Sottostazione elettrica utente	15
1.4.7	Connessione	16
1.5	LAVORI NECESSARI	16
1.5.1	Utilizzo del suolo durante la fase di funzionamento	18
1.6	DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA FASE DI FUNZIONAMENTO DEL PROGETTO	18
1.6.1	Processo produttivo	18
2	DESCRIZIONE DEI PROBABILI IMPATTI AMBIENTALI RILEVANTI DEL PROGETTO PROPOSTO E RELATIVE MISURE DI MITIGAZIONE E/O COMPENSAZIONE	20
2.1	IN FASE DI COSTRUZIONE	20
2.1.1	Impatti sulla componente aria - emissioni e polveri	20
2.1.1.1	Misure di prevenzione/mitigazione	22
2.1.2	Disturbi sulla popolazione indotti dall'incremento del traffico	23
2.1.2.1	Misure di prevenzione/mitigazione	24
2.1.3	Disturbi sulla popolazione residente, indotti dalla generazione di rumore e vibrazioni	24
2.1.3.1	Misure di prevenzione/mitigazione	26
2.1.4	Disturbi su fauna ed avifauna	26
2.1.4.1	Misure di prevenzione/mitigazione	26
2.1.5	Impatti sulla componente suolo e sottosuolo	26
2.1.5.1	Deterioramento del suolo	28
2.1.5.2	Misure di prevenzione/mitigazione	29
2.2	IN FASE DI ESERCIZIO	30
2.2.1	Sottrazione di suolo alle usuali attività condotte in situ	30
2.2.1.1	Misure di prevenzione /mitigazione/Compensazione	31
2.2.1.2	Operazioni di ripristino ambientale	31
2.2.1.3	Opere di Copertura e stabilizzazione	32
2.2.2	Impatto acustico e vibrazioni	32
2.2.2.1	Vibrazioni	33
2.2.2.2	Rumore	33
2.2.2.3	Mitigazione dell' impatto	34
2.2.2.4	Emissioni acustiche sottostazione di trasformazione MT/AT	35
2.2.3	Disturbi su fauna ed avifauna	36
2.2.3.1	Le interferenze con le rotte dei volatili e misure di mitigazione	37
2.2.3.1.1	Ordine di grandezza e complessità dell'impatto	39

2.2.3.1.2	Misure di mitigazione dell'impatto.....	40
2.2.4	<i>impatto su flora e vegetazione</i>	40
2.2.4.1	Mitigazione dell'impatto	40
2.2.5	<i>Alterazione geoidromorfologica</i>	41
2.2.6	<i>Impatto sul paesaggio/visivo</i>	41
2.2.7	<i>Impatto elettromagnetico</i>	42
2.2.7.1	Valore del campo elettrico indotto dai cavidotti interrati	42
2.2.7.2	Valore del campo magnetico indotto dai cavidotti interrati MT.....	43
2.2.7.3	Apparecchiature AT di stazione di trasformazione	44
2.2.7.4	Apparecchiature AT di stazione di trasformazione - Stima Impatto Cumulato.....	45
2.2.8	<i>Indicazioni sulle emissioni legate alla presenza della sottostazione</i>	46
2.2.8.1	Valore del campo magnetico indotto dal cavidotto interrato AT	46
2.2.8.2	Analisi dell'impatto generato dalla futura stazione elettrica rtn	47
2.2.8.3	Rispetto dei limiti di legge e recettori sensibili.....	48
2.2.9	<i>Disturbo aerodinamico</i>	48
2.2.9.1	Disturbi alla navigazione aerea.....	50
2.2.9.2	Misure di mitigazione dell'impatto	50
2.2.10	<i>Ombreggiamento e shadow flickering</i>	50
2.2.10.1	Evoluzione dell'ombra.....	50
2.2.10.2	Shadow Flickering.....	50
2.3	RISCHIO DI INCIDENTI	51
2.3.1	<i>Rottura accidentale elementi rotanti</i>	52
2.3.1.1	Distacco di una delle pale del rotore.....	54
2.3.1.2	Analisi aerogeneratore in progetto - Stima gittata massima.....	54
2.3.1.3	Riduzione del rischio	54
2.3.2	<i>Rischio di incidenti in fase di cantiere</i>	55
3	DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI ALTERNATIVE DEL PROGETTO	56
3.1	RELATIVE ALLA CONCEZIONE DEL PROGETTO.....	56
3.2	RELATIVE ALLA TECNOLOGIA.....	56
3.3	RELATIVE ALLA UBICAZIONE.....	57
3.3.1	<i>Anemometria</i>	57
3.3.2	<i>Logistiche di trasporto</i>	57
3.3.3	<i>Valutazione delle peculiarità territoriali</i>	58
3.3.4	<i>Orografia e morfologia del territorio</i>	58
3.3.5	<i>Analisi degli ecosistemi</i>	58
3.4	RELATIVE ALLA DIMENSIONE.....	59
3.5	RELATIVE ALLA PORTATA.....	59
3.6	ALTERNATIVA ZERO	61
4	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	63
4.1	EMISSIONI ACUSTICHE	63
4.1.1	<i>DURATA MONITORAGGI E STRUMENTAZIONE</i>	64
4.2	EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE	65
4.3	SUOLO E SOTTOSUOLO	65
4.4	PAESAGGIO E STATO DEI LUOGHI	65
4.5	FAUNA	66
4.6	SHADOW FLICKERING	66
5	ELENCO LE FONTI UTILIZZATE PER LE VALUTAZIONI	68

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il presente Studio di Impatto Ambientale ha ad oggetto la proposta progettuale, avanzata della società "Renvico Italy s.r.l.", finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto eolico per la produzione industriale di energia elettrica di potenza pari a $P=33,6$ MW, costituito da n. 8 aerogeneratori di $P=4,2$ MW ciascuno, da ubicarsi all'interno dei limiti amministrativi del comune di Bovino (FG), in località "Serrone" e delle relative opere ed infrastrutture accessorie necessarie al collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) ed alla consegna dell'energia elettrica prodotta. In particolare, con riferimento al preventivo di connessione n.201600237 emesso da TERNA SpA, gestore della RTN, è previsto che l'impianto in progetto sia connesso con la rete di trasmissione elettrica mediante collegamento in antenna, a 150 kV, sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "Troia", sita nel comune di Troia (FG), collegata in "entra-esce" alla linea 380/150 kV "Foggia-Benevento2": le opere di utenza consisteranno nella costruzione di una nuova stazione elettrica di consegna 150/30 kV da realizzarsi in un terreno, ricadente nel comune di Troia, prossimo alla Stazione Elettrica RTN di Troia.

1.1 DIMENSIONI

L'impianto proposto, destinato alla produzione industriale di energia elettrica mediante lo sfruttamento della fonte rinnovabile eolica, sarà realizzato mediante:

- l'installazione e messa in opera di n.8 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a **4,2MW**, per una potenza d'impianto complessiva pari a $P=33,6$ MW, aventi diametro del rotore pari a **150 m**, installati su torre tubolare di altezza massima pari a **166 m**, e delle opere elettriche accessorie. Ciascun aerogeneratore sarà dotato di una turbina tripala, in configurazione "up-wind";
- l'installazione e messa in opera, in conformità alle disposizioni tecniche contenute nel preventivo di connessione n. 201600237 emesso da TERNA SpA, gestore della RTN, e delle normative di settore di:
 - o cavi interrati MT 30 kV di interconnessione tra gli aerogeneratori;
 - o cabina di sezionamento;
 - o cavo interrato MT 30 kV di connessione tra la cabina di sezionamento e la sottostazione di trasformazione utente per la connessione elettrica alla RTN;
 - o sottostazione elettrica utente 30/150 kV (SSU), che sarà ubicata in prossimità alla Sottostazione Stazione Elettrica RTN di Troia (SSE), gestita da TERNA SpA, entrambe ricadenti nei limiti amministrativi del Comune di Troia. Nella Sottostazione Utente, cui convergeranno i cavi di potenza e controllo provenienti dalla cabina di sezionamento del parco eolico, sarà operata la trasformazione di tensione dal valore di 30 kV (tensione di esercizio dei cavidotti provenienti dal parco eolico) al valore di 150 kV (tensione di consegna alla RTN dell'energia prodotta dal parco eolico);
 - o cavo interrato AT 150 kV di connessione tra lo stallo di uscita della SSU e lo stallo dedicato della SSE di Troia.

1.2 CONCEZIONE

Di seguito i criteri di scelta adottati per la definizione dell'intervento proposto:

- studio dell'anemometria, con attenta valutazione delle caratteristiche geomorfologiche del territorio nonché della localizzazione geografica in relazione ai territori complessi circostanti, al fine di individuare la zona a più alto potenziale eolico;
- analisi e valutazione delle logistiche di trasporto degli elementi accessori di impianto sia in riferimento agli spostamenti su terraferma che marittimi: viabilità esistente, porti attrezzati, mobilità, traffico ecc.;

- valutazione delle peculiarità naturalistiche/ambientali/civiche dell'aree territoriali;
- analisi dell'orografia e morfologia del territorio, per la valutazione della fattibilità delle opere accessorie da realizzarsi su terraferma e per la limitazione degli impatti delle stesse;
- analisi degli ecosistemi;
- infrastrutture di servizio ed utilità dell'indotto, sia in termini economici che occupazionali.

Oltre che ai criteri puramente tecnici, la progettazione dell'intervento ha tenuto conto delle distanze minime di salvaguardia del benessere della popolazione del luogo e degli elementi paesaggisticamente, ambientalmente e storicamente rilevanti. I piani territoriali di tutela, i piani paesaggistici, i piani urbanistici, nonché le normative finalizzate alla salvaguardia del benessere umano ed al corretto inserimento di tale tipologie di opere nel contesto territoriale prescrivono distanze minime da rispettare, distanze che ovviamente rientrano nella corretta progettazione.

Dalle indagini finalizzate all'individuazione del sito dal punto di vista anemometrico e nel rispetto dei vincoli ambientali paesaggistici, è stato individuato il sito in cui ubicare l'impianto, localizzato ad oltre 5,4km nord dall'abitato del comune di Bovino (FG), ad oltre 5,2 km nord est dall'abitato del comune di Orsara di Foggia(FG) e ad oltre 5,9 km sud est dall'abitato del comune di Troia (FG), in agro del Comune di Bovino, località "Serrone".

In riferimento alle potenzialità anemologiche, il sito risulta particolarmente votato alla realizzazione del progetto. Infatti, dall'analisi delle condizioni meteorologiche ed anemometriche è stato evidenziato come lo stesso risulti idoneo all'installazione proposta, sia in riferimento ai requisiti tecnici minimi di fattibilità e sicurezza, sia in termini di producibilità.

Per ciò che attiene le aree ambientalmente e paesaggisticamente vincolate, le cartografie di inquadramento delle aree protette regionali, provinciali e comunali mostrano che l'area d'intervento non interessa luoghi soggetti a tutela paesaggistico ambientale.

Dalle analisi condotte per la redazione del progetto, il sito non presenta criticità tali da rendere l'area d'installazione, intesa come area d'impianto e area di realizzazione della opere ad esso connesse, non conforme, dal punto di vista dei piani di pianificazione e tutela del territorio, alla realizzazione dell'intervento proposto.

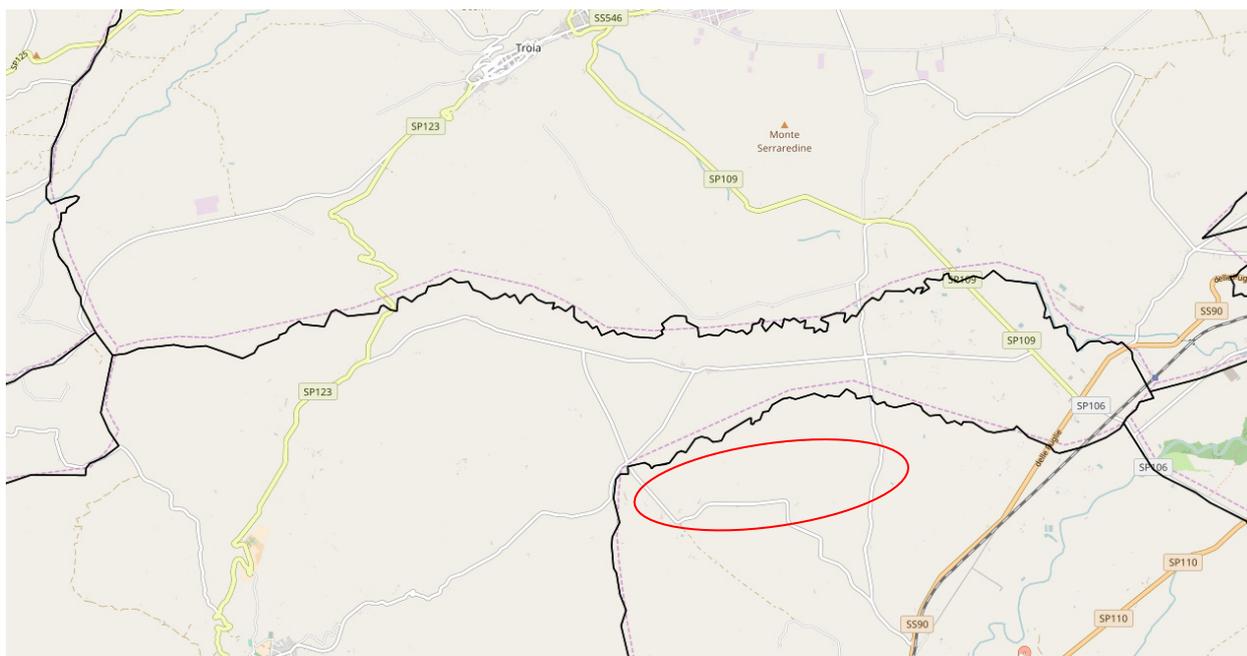


Fig. 1.1 – Reticolo stradale esistente (area d'impianto in rosso) [fonte: <http://www.viamichelin.it/>]

1.3 UBICAZIONE DEL PROGETTO

Gli aerogeneratori, in n. 8 di potenza pari a P=4,2 MW ciascuno, previsti per la realizzazione dell'impianto eolico oggetto del presente studio saranno ubicati all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Bovino (FG), in località "Serrone". Le opere annesse necessarie alla connessione elettrica dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale ricadranno all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Troia (FG).

Si rimanda alla cartografia di progetto per l'inquadramento geografico delle opere d'impianto.

Di seguito le coordinate identificative dell'ubicazione degli aerogeneratori (indicati in tabella con la sigla A1 - A8) e le particelle catastali interessate:

Impianto eolico Bovino - n° 8 WTG				
Località "Serrone"				
ID. WTG	Coordinate aerogeneratori (UTM/WGS84 - Fuso 33)		Foglio	Particella
	EST	NORD		
A1	532160	4573059	3	260 - 103
A2	531622	4573105	3	276
A3	531062	4572922	2	143-144
A4	529896	4572755	2	511
A5	529418	4572548	2	366
A6	528927	4572419	1	492
A7	528343	4572720	1	3
A8	527662	4572754	1	346 - 202

Tab. 1.1 - Coordinate aerogeneratori (indicati in tabella con la sigla A1 - A8) e particelle catastali

La realizzazione della sottostazione elettrica di utenza MT/AT sarà realizzata nel comune di Troia (FG), nelle vicinanze della stazione a 380/150 kV di Terna e posta su di un'area individuata al N.C.T. di Troia nel foglio di mappa n. 9, occupando parte della particella n. 248, come da planimetria catastale di progetto cui si rimanda.

1.3.1 SITO - STATO DEI LUOGHI ED USO DEL SUOLO

(6) L'area interessata dall'installazione eolica proposta si presenta fortemente interessata da interventi di tipo antropico, finalizzati allo sfruttamento agricolo ed alla relativa attività produttiva. Così come è possibile rilevare dai rilevamenti fotografici, attestanti l'attuale destinazione d'uso dell'area interessata dall'intervento, non vi è da rilevare la presenza di specie floristiche di rilievo, né di specie soggette ad alcun tipo di tutela paesaggistico territoriale naturalistico. L'area d'intervento è di tipo agricola, coltivata a seminativi con ciclo autunno-vernino, come cereali da granella quali frumento duro e tenero, nonché foraggi come trifoglio, veccia e avena e colture da rinnovo a ciclo primaverile-estivo come il girasole.

L'area direttamente interessata dagli interventi è completamente utilizzata a coltivo e in particolare a seminativi quali colture cerealicole (grano duro) ed in minima parte con colture da rinnovo come il girasole nel periodo primaverile-estivo. Pertanto si presenta, dal punto di vista vegetazionale, alquanto monotona e costituita da ampie colline e vallate già trasformate rispetto alla loro configurazione botanico-vegetazionale originaria e destinate principalmente alle colture cerealicole e in minor misura a uliveti. Le colture arboree, rappresentate in minima parte da uliveti, sono presenti nel sito d'intervento con poche aree che coprono circa il 2 % dell'area coltivata. Nell'immediato intorno dell'area d'intervento risultano assenti elementi caratteristici del paesaggio agrario, quali ad esempio alberi monumentali.

La costruzione dell'impianto eolico non interesserà nessuna area vincolata dal punto di vista degli habitat o della vegetazione. La vegetazione e gli habitat presenti nell'intorno dell'area d'impianto non saranno interessati in maniera diretta da alcun impatto negativo.

Non sono stati censiti né Habitat né specie vegetali protette dalla legislazione nazionale e comunitaria e inoltre le tipologie di habitat che sono stati rilevati non sono presenti in Direttiva Habitat 92/43 CEE.

Per la realizzazione dell'impianto eolico in oggetto non sarà necessario espianare piante di ulivo e di altri fruttiferi in genere. Le poche piante presenti nel sito di intervento non presentano le caratteristiche di monumentalità così come descritte dall'art.2 della L.R. n.14 del 2007.

Nella tabella che segue è riportato un riepilogo di quanto riscontrato in campo. (8)

Per ogni ubicazione degli aerogeneratori è riportata, nella seconda colonna, il tipo di coltura presente al momento del rilievo, nelle colonne successive rispettivamente è riportata l'età, le tecniche di coltivazione, il sesto d'impianto (per le colture arboree), la presenza di altre colture presenti nel raggio di 500 metri, il riferimento fotografico e nell'ultima colonna le eventuali differenze riscontrate tra il rilievo in campagna e le ortofoto fornite dalla Regione Puglia attraverso la consultazione del sito internet www.sit.puglia.it.

TORRE (identificativo)	COLTURA	ETA' (n. anni)	TECNICHE DI COLTIVAZIONE	SESTO D'IMPIANTO	ALTRE COLTURE PRESENTI NEL BUFFER (500 m)	FOTO (N.)	DIFFERENZE TRA RILIEVO E ORTOFOTO SIT PUGLIA
A1	seminativo		Non irriguo		ulivo	1	nessuna
A2	seminativo		Non irriguo		-	2	nessuna
A3	seminativo		Non irriguo		-	3	nessuna
A4	seminativo		Non irriguo		-	4	nessuna
A5	seminativo		Non irriguo		ulivo	7	nessuna
A6	seminativo		Non irriguo		ulivo	8	nessuna
A7	seminativo		Non irriguo		ulivo	9	a c.ca 300 metri in direzione ovest è stato estirpato presumibilmente un uliveto
A8	seminativo		Non irriguo		ulivo	10	a c.ca 300 metri in direzione sud-est è stato estirpato presumibilmente un uliveto

Fig. 1.2 - Uso del suolo

Dal rilievo effettuato in prossimità della sottostazione di trasformazione (in costruzione) è risultato che i terreni sono coltivati a seminativi.

Per quanto concerne la messa in opera dei cavidotti, questi vanno interrati ad una profondità di circa 1,5 metri e dai rilievi effettuati è stato riscontrato che i cavidotti che collegano gli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione non attraversano porzioni di terreno agrario coltivato a ulivo, vite o altri fruttiferi.

1.3.2 VINCOLI E TUTELE PRESENTI

Come riportato nella cartografia allegata alla presente relazione, le opere d'impianto interferiscono con le perimetrazioni oggetto di misure di tutela, come di seguito indicato:

AMBITO TUTELA	PERIMETRAZIONE	INTERFERENZA
PAI	PG1 area a pericolosità geomorfologia media e moderata	Le WTGs n. 4, 5, 7, 8, brevi tratti delle piste d'impianto a servizio delle WTGS n. 5, 6, 7, 8 ed alcuni tratti di cavidotto MT ed AT ricadono in zona PG1
PAI	art.10 NTA PAI	Alcuni tratti di cavidotto MT

PPTR	UCP - Versanti	Tracciato di cavidotto interrato MT, coincidente con la SP 123
PPTR	UCP - Aree soggette a vincolo idrogeologico	Parte del tracciato cavidotti MT e AT
PPTR D.Lgs. 42/2004	BP - Boschi e Foreste UCP - Area Rispetto dei Boschi	Parte del tracciato cavidotti MT, coincidente con la SP 111 e il breve tratto della strada asfaltata "Contrada Pannolino", interferente con il Torrente Lavella (Attraversamento) Parte del tracciato cavidotti MT, coincidente con la SP 123, interferente con il Torrente Sannoro (Attraversamento)
PPTR	UCP - Paesaggi rurali (" <i>Parco Agricolo Multifunzionale di Valorizzazione del Cervaro</i> ")	Parti del tracciato cavidotti MT.
PPTR	UCP - Area rispetto componenti culturali insediative Stratificazione (Fascia di salvaguardia delle Segnalazioni Architettoniche " <i>Masseria San Lorenzo</i> " e " <i>Masseria Magliano</i> ")	Parte del tracciato cavidotti MT, coincidenti con la S.P.111 e , la fascia di pertinenza della strada asfaltata "Senza nome" che congiunge la S.P. 123 alla S.P.111.
PPTR	Regio Tratturello Foggia Camporeale (non reintegrato) UCP - Area rispetto rete tratturi	Parte del tracciato cavidotto AT
PPTR	UCP - Strade a valenza paesaggistica (Strada provinciale di San Lorenzo; Appennino: strade trasversali; Appennino: strada delle serre)	Parte del tracciato cavidotto MT coincidente con la S.P.111, parte del tracciato cavidotto MT coincidente con la S.P.123; Parte del tracciato cavidotto AT, coincidente con la viabilità che costeggia la SSE RTN.
PPTR D.Lgs. 42/2004	BP - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (T. Lavella; T. Sannoro e Canale Cagarlo)	Parte del tracciato cavidotti MT, coincidente con la SP 123 (Attraversamento) Parte del tracciato cavidotti MT, coincidente con la SP 111 (Attraversamento)

Tab. 1.2 - Perimetrazioni oggetto di tutela ed interferenza con opere d'impianto

1.3.2.1 AREA A PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGIA MEDIA E MODERATA

Si rimanda alla trattazione specialistica della relazione di progetto di riferimento.

1.3.2.2 ART.10 NTA PAI

Si rimanda alla trattazione specialistica della relazione di progetto di riferimento.

1.3.2.3 NTA DEL PPTR

Ai sensi dell'art. 91 co.1 delle NTA del PPTR, l'accertamento di compatibilità paesaggistica ha ad oggetto la verifica della compatibilità degli interventi proposti con le previsioni e gli obiettivi tutti del PPTR e dei piani locali adeguati al PPTR ove vigenti. Con riferimento agli interventi di rilevante trasformazione del paesaggio di cui all'art. 89 co. 1 lett. b2, oggetto dell'accertamento è anche la verifica del rispetto della normativa d'uso di cui alla sezione C2 delle schede d'ambito.

Ai sensi dell'art. 91 co.12, sono esentati dalla procedura di accertamento di compatibilità paesaggistica, oltre agli interventi non soggetti ad autorizzazione ai sensi del Codice, gli interventi (non oggetto di specifici procedimenti o provvedimenti ai sensi degli articoli 136, 138, 139, 140, 141 e 157 del Codice) che prevedano esclusivamente, nel rispetto degli obiettivi di qualità e delle normative d'uso, nonché in conformità alle Linee guida pertinenti, il collocamento entro terra di tubazioni di reti infrastrutturali, con ripristino dello stato dei luoghi e senza opere edilizie fuori terra.

Si evidenzia che:

- l'interferenza dell'impianto in progetto con l'UCP - Versanti è dovuta solo ad alcuni tratti del cavidotto MT, che sarà messo in opera interrato lungo la viabilità esistente SP123, con il pieno ripristino dei luoghi e senza opere edilizie fuori terra;
- l'interferenza dell'impianto in progetto con l'UCP - Aree soggette a vincolo idrogeologico è dovuta esclusivamente ad alcuni tratti del cavidotto interrato MT ed alla messa in opera interrata del cavidotto AT. I cavidotti saranno messi in opera interrata lungo la viabilità esistente, che attraversa l'Ambito, come rappresentato nella cartografia allegata. Proprio per la modalità di messa in opera interrata del cavidotto, sarà garantito il puntuale ripristino dello stato dei luoghi, per cui non sarà apportata alcuna alterazione della integrità dei luoghi. Si evidenzia inoltre che l'installazione delle opere d'impianto sarà realizzata con modalità tali da non determinare situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica e tese alla bonifica, sistemazione e miglioramento ambientale, finalizzati a ridurre il rischio - compatibilmente con la stabilità dei suoli - ed a favorire la ricostruzione dei processi e degli equilibri naturali. In particolare saranno mantenute le condizioni esistenti e, se possibile, migliorate. In conformità alle disposizioni di cui all'art.43 co.5 delle NTA del PPTR, gli interventi previsti saranno realizzati non compromettendo gli elementi storico-culturali e di naturalità esistenti e garantendo la massima conservazione della permeabilità dei suoli;
- l'interferenza dell'impianto in progetto con il BP - Boschi e relativa aree di rispetto è dovuta al solo cavidotto MT, nei tratti coincidenti con la SP 111 e il breve tratto della strada asfaltata "Contrada Pannolino" interferenti con il Torrente Lavella (Attraversamento) e con la SP 123, interferente con il Torrente Sannoro (Attraversamento). Per la modalità di messa in opera dei cavidotti, interrata lungo la viabilità esistente, sarà garantito il puntuale ripristino dello stato dei luoghi e non sarà apportata alcuna alterazione della integrità dei luoghi. E' inoltre previsto che il superamento del reticolo idrografico, lungo il quale è presente il Bene Paesaggistico analizzato, come da cartografia allegata, sia realizzato mediante l'impiego della tecnologia "no dig", con sistema "Microtunnelling – Pilot System" o in alternativa, ove esistenti idonee sovrainfrastrutture, mediante ancoraggio del/dei cavi sul paramento di valle dell'opera esistente (ponte, passerella), garantendo l'assenza di interferenze con la sezione libera di deflusso dell'opera medesima e con la vegetazione esistente. Pertanto sarà garantito il pieno ripristino dei luoghi e l'assenza di opere edilizie fuori terra, escludendo, in tal modo, qualsiasi tipo di alterazione del bene tutelato e relativa area buffer.
- l'interferenza dell'impianto in progetto con l'UCP - Paesaggi rurali ("*Parco Agricolo Multifunzionale di Valorizzazione del Cervaro*") è dovuta:
 - o ad alcuni tratti del cavidotto MT, che sarà messo in opera interrato lungo la viabilità esistente, con il pieno ripristino dei luoghi e senza opere edilizie fuori terra.
- l'interferenza dell'impianto in progetto con l'UCP - Area rispetto componenti culturali insediative Stratificazione (Fascia di salvaguardia della Segnalazione Architettonica "*Masseria Magliano*" e "*Masseria San Lorenzo*") è dovuta a parti del tracciato dei cavidotti MT, che saranno messi in opera

interrata, nel medesimo scavo, lungo la viabilità esistente (rispettivamente S.P.123 e S.P.111), con il pieno ripristino dei luoghi e senza opere edilizie fuori terra;

- l'interferenza dell'impianto in progetto il Regio Tratturello Foggia-Camporeale e relativa area di rispetto è dovuta al solo cavidotto AT, che sarà messo in opera interrato lungo la viabilità esistente (che ripercorre il tratturo stesso), con il pieno ripristino dei luoghi e senza opere edilizie fuori terra;
- l'interferenza dell'impianto in progetto con l'UCP - Strade a valenza paesaggistica è dovuta a parti del tracciato di messa in opera dei cavidotti AT e MT, che saranno messi in opera interrata lungo la viabilità esistente, con il pieno ripristino dei luoghi e senza opere edilizie fuori terra;
- l'interferenza dell'impianto in progetto con il BP - Fiumi, torrenti e corsi d'acqua è dovuta al solo cavidotto MT, che sarà messo in opera interrato mediante tecnologia TOC e pertanto mediante sottopasso, con il pieno ripristino dei luoghi e senza opere edilizie fuori terra, ed escludendo qualsiasi tipo di alterazione del bene tutelato e relativa area buffer. Ove esistenti idonee sovrainfrastrutture, sarà valutata la possibilità di mettere in opera i cavidotti mediante ancoraggio del/dei cavi sul parametro di valle dell'opera esistente (ponte, passerella), garantendo l'assenza di interferenze con la sezione libera di deflusso dell'opera medesima. Sarà comunque garantita la assenza di interferenze con il corso d'acqua e con la sua funzionalità ecologica.

1.3.3 IBA E SIC

Nel territorio ricompreso in un'area ottenuta effettuando un buffer di 5km dal perimetro esterno che racchiude l'area d'impianto e le relative opere accessorie, rientrano le seguenti zone di protezione così come riportato nell'elenco e nella cartografia di settore:

- IT9110032 "*Sic Valle del Cervaro, Bosco dell'incoronata*", la cui perimetrazione dista circa 1,15 km dall'aerogeneratore più prossimo;
- IBA 126 "*Monti della Daunia*", la cui perimetrazione dista circa 6,6 km dall'aerogeneratore più prossimo. La Sottostazione di trasformazione Utente 30kV/150 kV risulta a circa 0,6 km dalla perimetrazione dell'IBA 126 "*Monti della Daunia*".

Le aree protette sopra riportate, così com'è possibile evincere dagli elaborati grafici allegati al presente SIA, non interessano l'area d'installazione degli aerogeneratori in progetto e relative opere accessorie, fatta eccezione per la messa in opera del cavidotto interrato AT per la connessione alla SSE RTN, che interferirà per circa 143m con la perimetrazione IBA 126 "*Monti della Daunia*".

Con la Deliberazione della giunta Regionale 14 marzo 2006, n.304 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'espletamento della procedura di valutazione di incidenza ai sensi dell'art. 6 della direttiva 92/43/CEE e dell'art. 5 del D.P.R. n. 357/1997 così come modificato ed integrato dall'art. 6 del D.P.R. n. 120/2003" ed in particolare nell'allegato unico alla stessa deliberazione, la Regione Puglia definisce tali indirizzi, in attuazione - nello specifico - dell'art.6 del D.P.R. n. 120/2003.

Con il R.R. 18 luglio 2008, n. 15 "Regolamento recante misure di conservazione ai sensi delle direttive comunitarie 74/409 e 92/43 e del DPR 357/97 e successive modifiche e integrazioni", così come modificato ed integrato dal R.R. 22 dicembre 2008 n.28 "Modifiche e integrazioni al Regolamento Regionale 18 luglio 2008, n. 15, in recepimento dei "Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZCS) e Zone di Protezione Speciale (ZPS)" introdotti con D.M. 17 ottobre 2007, la Regione Puglia definisce le misure di conservazione e le indicazioni per la gestione delle ZPS che formano la RETE NATURA 2000, in attuazione delle direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE. In particolare:

- all'art.5 comma 1.n è espresso il divieto di realizzare impianti eolici in tutte le ZPS, ivi compresa un'area buffer di 200m ed è disposto che in un'area buffer di 5 km dalle ZPS e dalle IBA (Important Bird Areas) sia espresso un parere di Valutazione di Incidenza ai fini di meglio valutare gli impatti di tali impianti sulle rotte migratorie degli Uccelli di cui alla Direttiva 79/409;
- all'art.2-bis sono definite le misure di conservazione per le zone speciali di conservazione (ZSC) e per i Siti di Importanza Comunitaria (S.I.C) mediante esplicito rinvio a quanto previsto dall'art.2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 17 ottobre 2007.

Con riferimento al SIC "*Valle del Cervaro, Bosco dell'incoronata*", distante oltre 1,15 km dall'aerogeneratore più prossimo, l'impianto proposto e le relativi opere accessorie non ricadono all'interno delle aree per le quali, ai sensi della normativa nazionale e regionale sopra riportata, sia richiesta Valutazione d'Incidenza ai sensi dell'art.6 della direttiva 92/43/CEE e dell'art.6 del D.P.R. n.120/2003".

Con riferimento all'IBA 126 "*Monti della Daunia*", si rimanda alla relazione redatta ai sensi della Deliberazione della giunta Regionale 14 marzo 2006, n.304 (Valutazione di Incidenza Ambientale).

1.4 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DELL'INSIEME DEL PROGETTO

Di seguito sarà fornita una descrizione delle principali caratteristiche delle unità di produzione, che nella presente relazione saranno esposte in maniera sommaria. Per gli approfondimenti relativi alla definizione tecnica degli elementi d'impianto si rimanda alla relazione specialistica di riferimento del progetto.

1.4.1 UNITÀ DI PRODUZIONE

Le condizioni anemometriche di sito ed il soddisfacimento dei requisiti tecnici minimi d'impianto sono tali da ammettere l'impiego di aerogeneratori aventi caratteristiche geometriche e tecnologiche ben definite. Ad oggi, in riferimento alla volontà di impiegare la migliore tecnologia disponibile sul mercato, *Best Available Technology*, la scelta è ricaduta sull'aerogeneratore Vestas V150, una turbina di ultima generazione, caratterizzata da un rotore da 150m e pale da 73,7 m e dotata di un generatore in grado di incrementare l'efficienza della turbina e ridurre la dispersione energetica all'interno del sistema. Tale modello di turbina è anche ottimizzato per offrire un'elevata erogazione di potenza con un basso valore di emissioni sonore, in particolare in condizioni di scarsa ventosità (condizioni in cui è maggiormente percepibile l'impatto acustico). Può inoltre essere regolata per ridurre ulteriormente l'inquinamento acustico, senza alterare in modo significativo la sua efficienza.

Tuttavia dal momento che la tecnologia nel settore della produzione di turbine eoliche è in continua evoluzione, in occasione della stesura del progetto esecutivo, fase successiva alla ufficializzazione della Autorizzazione Unica per la realizzazione dell'impianto in oggetto, la società proponente l'intervento effettuerà un'indagine di mercato per verificare i seguenti aspetti:

- migliore tecnologia disponibile in quel momento;
- disponibilità effettiva degli aerogeneratori necessari per la realizzazione dell'impianto;
- costo degli stessi in funzione del tempo di ammortamento dell'investimento calcolato inizialmente.

La società proponente, pertanto, si riserva di selezionare, mediante bando di gara, il tipo di aerogeneratore più performante al momento dell'ottenimento di tutte le autorizzazioni a costruire, fatto salvo il rispetto dei requisiti tecnici minimi previsti dai regolamenti vigenti in materia e conformemente alle autorizzazioni ottenute.

1.4.1.1 DESCRIZIONE UNITÀ DI PRODUZIONE

L'aerogeneratore di progetto è il Vestas V150, un aerogeneratore tripala ad asse orizzontale *upwind*, a velocità variabile e con controllo di passo, con una potenza massima pari a $P \leq 4,200$ MW, da installarsi su torri tubolari di altezza massima pari a 166m, per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 241 m slt.

L'aerogeneratore è essenzialmente costituita da:

- il rotore tripala, di diametro pari a 150m, con lunghezza pale pari a 73,7m;
- la navicella con la turbina e tutti gli organi meccanici di trasmissione; la navicella è una struttura modulare, basata su tre gruppi meccanici principali: gruppo rotore, generatore e telaio principale. Questo concetto consente un trasporto semplice ed un vantaggio per il montaggio degli stessi singoli gruppi principali.
- la torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono alta fino a 166m.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica di riferimento del progetto definitivo.

1.4.2 PIAZZOLE DI PUTTING UP

Le piazzole da realizzarsi in corrispondenza di ciascun aerogeneratore, necessarie all'installazione delle turbine ed alla movimentazione dei mezzi a ciò dedicati, avranno dimensioni massime pari a 70m x 40m, con riduzione delle stesse - al termine dei lavori, ad una superficie utile all'accesso per le operazioni di manutenzione da effettuarsi sull'aerogeneratore.

Esse risulteranno perfettamente livellate, con una pendenza massima di +/- 100mm.

Inoltre per evitare che l'aerogeneratore si sporchi nella fase di montaggio, il terreno di ciascuna piazzola sarà compattato e ricoperto di ghiaietto per mantenere la superficie del piazzale asciutta e pulita.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione di progetto di riferimento.

1.4.3 CARATTERISTICHE VIABILITÀ A SERVIZIO DELL'IMPIANTO

Le piste di nuova realizzazione, ove necessarie per il raggiungimento delle postazioni di installazione degli aerogeneratori a partire dalla viabilità esistente, saranno realizzate in maniera tale da minimizzare l'occupazione territoriale e garantirne il consueto impiego del suolo, in considerazione dei requisiti tecnici minimi richiesti dai trasporti eccezionali. E' da evidenziare che l'area di impianto è servita da viabilità interpodereale articolata, la cui estensione e ramificazione è tale da rendere necessaria la realizzazione di tratti limitati di nuova viabilità.

Dette piste:

- avranno ampiezza minima di 5 m, e raggio interno di curvatura minimo di 60 m;
- avranno pendenze e inclinazioni laterali trascurabili: il manto stradale dovrà essere piano visto che alcuni autocarri hanno una luce libera da terra di soli 10 cm.

Il manto stradale sarà costituito da macadam (sistema di pavimentazione stradale costituito da pietrisco che, misto a sabbia e acqua, è spianato da un rullo compressore). Tutti gli strati dovranno essere opportunamente compattati per evitare problemi al transito di autocarri con carichi pesanti.

Le strade interne di servizio saranno realizzate con pendenza verso i margini di circa il 2%.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione di progetto di riferimento.

1.4.4 COLLEGAMENTI ELETTRICI - CAVIDOTTI INTERRATI

Gli aerogeneratori saranno collegati elettricamente in modo tale da formare n.3 sottocampi elettrici. I cavi elettrici di collegamento saranno sistemati in posa interrata ad una profondità di 1,20/1,30m (salvo particolari situazioni che dovessero verificarsi in corso d'opera) ed inglobati in uno strato di sabbia di cava. Gli stessi saranno disposti in situ lungo le piste a servizio dell'impianto e/o lungo la viabilità esistente.

Dall'area d'installazione degli aerogeneratori, i n.3 cavidotti interrati MT 30 kV a servizio dei n.3 sottocampi in cui risulta elettricamente suddiviso l'eolico in progetto, raggiungeranno, seguendo la viabilità esistente, messi in opera nel medesimo scavo, la cabina di sezionamento sottostazione elettrica per la connessione alla rete di trasmissione nazionale.

Dalla cabina di sezionamento, n.1 cavidotto interrato MT 30 kV, a servizio dell'intero impianto eolico, raggiungerà, seguendo la viabilità esistente, messo in opera interrato, la sottostazione elettrica utente di Trasformazione MT/AT 30/150 kV, di proprietà della società proponente.

L'interconnessione tra SSU e SSE della RTN sarà realizzato tramite uno stallo di uscita dalla SE di Utenza, a 150 kV, che verrà collegato all'omologo stallo, a 150 kV, della SSE mediante un cavidotto interrato AT.

Il collegamento con la SSE RTN sarà realizzato in antenna a 150 kV, sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "Troia", collegata in "entra-esce" alla linea 380/150 kV "Foggia - Benevento2".

Il tracciato dei cavidotti seguirà:

- longitudinalmente per circa 0,94 km la carrattiera esistente che congiunge l'area d'installazione della WTG 1 alla S.P. 112, seguendo parallelamente l'asse della strada;
- longitudinalmente per circa 0,32 km, seguendo parallelamente l'asse della strada, la fascia di pertinenza della strada asfaltata SP 112;
- longitudinalmente per circa 1,4 km la carrattiera esistente che congiunge la S.P. 112 alla S.P.111, seguendo parallelamente l'asse della strada;
- per circa 3 km, la fascia di pertinenza della strada asfaltata S.P.111, seguendo parallelamente l'asse della strada, salvo eventuali attraversamenti ritenuti necessari in corso di messa in opera;
- longitudinalmente per circa 0,14 km, seguendo parallelamente l'asse della strada, la fascia di pertinenza della strada asfaltata "Contrada Pannolino";
- longitudinalmente per circa 2,5 km, la fascia di pertinenza della strada asfaltata "Senza nome" che congiunge la SP 123 alla SP111, sino alla rotatoria della SP 123, seguendo parallelamente l'asse della strada, salvo eventuali attraversamenti ritenuti necessari in corso di messa in opera;
- longitudinalmente per circa 2,4 km, seguendo parallelamente l'asse della strada, la fascia di pertinenza della strada asfaltata SP 123, salvo eventuali attraversamenti ritenuti necessari in corso di messa in opera
- longitudinalmente per circa 2,4 km, seguendo parallelamente l'asse della strada, la fascia di pertinenza della strada no asfaltata che congiunge la SP 123 alla strada asfaltata della SSE RTN, salvo eventuali attraversamenti ritenuti necessari in corso di messa in opera;
- longitudinalmente per circa 0,7 km, seguendo parallelamente l'asse della strada, la fascia di pertinenza della strada asfaltata della SSE RTN.

Le linee elettriche MT (30 kV) di utenza saranno tutte interrate.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione di progetto di riferimento ed elaborati grafici di progetto.

1.4.4.1 CAVI DI COLLEGAMENTO

I collegamenti fra gli aerogeneratori alla stazione di trasformazione MT/AT saranno realizzati tutti con elettrodotti interrati. Al fine di minimizzare la lunghezza della rete di cavidotti, saranno sfruttati per quanto possibile percorsi comuni, al fine di minimizzare l'impatto ambientale e paesaggistico, nonché ottimizzare gli spazi occupati dai cavidotti.

Al fine di realizzare il collegamento tra l'impianto eolico e la sottostazione di trasformazione, sono previste n.3 linee in media tensione:

1. finalizzata al trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori A01, A02, A03, A04;
2. finalizzata al trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori A05, A06, A07;
3. finalizzata al trasporto dell'energia elettrica prodotta dall'aerogeneratore A08.

Tali linee confluiranno nella cabina di sezionamento da cui partirà un'unica linea MT 30 kV finalizzata al trasporto di tutta l'energia prodotta dall'impianto per il collegamento con la sottostazione di trasformazione utente MT/AT 30/150kV.

1.4.4.2 CANALIZZAZIONI E TUBAZIONI

Per canalizzazione si intende l'insieme del condotto, delle protezioni e degli accessori indispensabili per la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo (trincea, riempimenti, protezioni, segnaletica). La materia è disciplinata, eccezione fatta per i riempimenti, dalla Norma CEI 11-17. In particolare detta norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto). La protezione meccanica supplementare non è necessaria nel caso di cavi MT posati a profondità maggiore di 1,7 m. La profondità minima di posa per le strade di uso pubblico è fissata dal Nuovo Codice della Strada ad 1 m dall'estradosso della protezione; per tutti gli altri suoli e le strade di uso privato valgono i seguenti valori, dal piano di appoggio del cavo, stabiliti dalla norma CEI 11-17:

- 0,6 m (su terreno privato);
- 0,8 m (su terreno pubblico).

Il riempimento della trincea e il ripristino della superficie saranno effettuati, in assenza di specifiche prescrizioni imposte dal proprietario del suolo, rispettando i volumi dei materiali stabiliti dalla normativa vigente. La presenza dei cavi sarà rilevabile mediante l'apposito nastro monitore posato a non meno di 0,2 m dall'estradosso del cavo ovvero della protezione.

La posa dei cavi avverrà all'interno di tubi in materiale plastico, di diametro interno non inferiore a 1,3 volte il diametro del cavo ovvero il diametro circoscritto del fascio di cavi (Norma CEI 11-17).



Fig. 1.3 - Foto illustrativa della messa in posa dei cavidotti MT

1.4.5 CABINA DI SEZIONAMENTO

La cabina di sezionamento sarà costituita da struttura monolitica autoportante completamente realizzata e rifinita nello Stabilimento di produzione del Costruttore. Sarà conforme alle norme CEI e alla legislazione vigente in materia. La cabina occuperà una superficie rettangolare di circa 70 m², cui è da aggiungersi la superficie impiegata per la realizzazione della viabilità, e sarà realizzata su fondazione a platea di superficie pari a 5,3 m x 13,1 m.

1.4.6 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE

La stazione di trasformazione, necessaria all'innalzamento delle tensioni da 30kV a 150kV sarà realizzata in prossimità della futura stazione elettrica RTN gestita da Terna 150/380kV. Entrambe ricadranno all'interno dei limiti amministrativi del comune di Troia (FG), in c.da "Cancarro".

La stazione occuperà una superficie rettangolare di circa 6000 m², comprensiva della superficie impiegata per la realizzazione della viabilità, e sarà recintata mediante pannelli e paletti prefabbricati tipo "a pettine" in cemento armato, di altezza 2,40 m circa fuori terra, costituiti da basamento pieno con serie di piastrini incorporati a sezione trapezoidale, collegati tra loro con doppia piastra e doppio bullone o con bloccaggio mediante saldatura su piastra predisposta.

La struttura del cordolo fuori terra permetterà la raccolta e il deflusso delle acque meteoriche superficiali attraverso tratti di tubazione in PVC di diametro 75 mm inseriti nella parte bassa del cordolo. Il calcestruzzo da utilizzare dovrà avere resistenza Rck 25 N/mm². Le armature dei cordoli saranno in barre ad aderenza migliorata tipo Fe B 44 K.

La società proponente si riserva di effettuare la scelta definitiva relativa alla recinzione perimetrale in fase esecutiva, in base a valutazioni di carattere tecnico ed economico.

Per lo stallo riservato al parco eolico, l'interruttore di partenza della stazione RTN permetterà la separazione dalla rete dell'intero impianto di produzione.

Verranno installati i complessi di misura dell'energia (TA, TV e contatori) nel punto di consegna della stessa alla rete di trasmissione.

I servizi ausiliari in c.a. della Stazione di Utanza ed i raddrizzatori saranno alimentati da trasformatori MT/BT, a loro volta alimentati dai quadri 30 kV di stazione. I servizi ausiliari in c.c. saranno alimentati da un sistema dedicato a 110 Vcc costituito da batterie a tampone tenute in carica tramite raddrizzatori e relativo quadro di distribuzione. Un gruppo elettrogeno, della potenza di 14 kVA, alimenterà le sezioni di emergenza dei quadri BT, nel caso di mancanza tensione di rete.

Sara prevista inoltre una alimentazione dalla rete MT di distribuzione locale (in sede di progettazione esecutiva verranno avviati i contatti con l'impresa distributrice locale) per garantire, in ogni evenienza, la continuità di funzionamento ai servizi ausiliari di stazione.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione di progetto di riferimento.

1.4.7 CONNESSIONE

È previsto che l'impianto in progetto sia connesso con la rete di trasmissione elettrica mediante collegamento in antenna, a 150 kV, sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "Troia", sita nel comune di Troia (FG), collegata in "entra-esce" alla linea 380/150 kV "Foggia-Benevento2": le opere di utanza consisteranno nella costruzione di una nuova stazione elettrica di consegna 150/30 kV da realizzarsi in un terreno, ricadente nel comune di Troia, prossimo alla Stazione Elettrica RTN di Troia.

Per approfondimenti, si rimanda alla trattazione specialistica contenuta nelle relazione di progetto di riferimento.

1.5 LAVORI NECESSARI

La realizzazione dell'intervento proposto può suddividersi nelle seguenti aree di intervento non necessariamente contemporaneamente attivate:

- apertura a predisposizione cantiere;
- interventi sulla viabilità esistente, al fine di rendere possibile il transito dei mezzi speciali per il trasporto degli elementi dell'aerogeneratore;
- realizzazione della pista d'accesso alla piazzola, che dalla viabilità interpodereale esistente consenta il transito dei mezzi di cantiere, per il raggiungimento dell'area d'installazione dell'aerogeneratore;
- realizzazione della piazzola per l'installazione dell'aerogeneratore;
- scavi a sezione larga per la realizzazione della fondazione di macchina e scavi a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti;
- realizzazione delle fondazioni di macchina;
- installazione aerogeneratori;

- realizzazione cabina elettrica di sezionamento;
- messa in opera dei cavidotti interrati;
- realizzazione sottostazione elettrica utente MT/AT
- realizzazione della connessione elettrica d'impianto alla rete di distribuzione gestita da TERNA.

Qui di seguito una possibile suddivisione delle fasi di lavoro:

- predisposizione del cantiere attraverso i rilievi sull'area e picchettamento delle aree di intervento;
- apprestamento delle aree di cantiere;
- realizzazione delle piste d'accesso all'area di intervento dei mezzi di cantiere;
- livellamento e preparazione delle piazzole;
- modifica della viabilità esistente fino alla finitura per consentire l'accesso dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori;
- realizzazione delle fondazioni in piazzola (scavi, casseforme, armature, getto cls, disarmi, riempimenti);
- montaggio aerogeneratore;
- montaggio impianto elettrico aerogeneratore;
- posa cavidotto in area piazzola e pista di accesso;
- finitura piazzola e pista;
- preparazione area cabina di sezionamento (livellamento, scavi e rilevati);
- fondazioni cabina elettrica;
- montaggio cabina elettrica;
- preparazione area sottostazione elettrica di utenza (livellamento, scavi e rilevati);
- fondazioni elementi elettromeccanici di stazione e recinzione;
- messa in opera cavidotti interrati interni: opere edili;
- messa in opera cavidotti interrati interni: opere elettriche;
- montaggio edifici di stazione;
- realizzazione pavimentazione sottostazione;
- impianto elettrico cabina di sezionamento;
- impianto elettrico sottostazione elettrica di utenza
- posa cavidotti di collegamento alla cabina elettrica di sezionamento (scavi, posa cavidotti, riempimenti, finitura) compresa la risoluzione di eventuali interferenze; posa cavidotti di collegamento tra la cabina di sezionamento e la sottostazione elettrica di utenza;
- posa cavidotto di connessione tra la sottostazione elettrica di utenza e la sottostazione elettrica di TERNA;
- collaudi impianto elettrico generazione e trasformazione;
- opere di ripristino e mitigazione ambientale;
- conferimento inerti provenienti dagli scavi e dai movimenti terra;
- posa terreno vegetale per favorire recupero situazione preesistente.

1.5.1 UTILIZZO DEL SUOLO DURANTE LA FASE DI FUNZIONAMENTO

In esercizio, le aree occupate saranno quelle interessate dalla Stazione Elettrica Trasformazione MT/AT di utente, dalla cabina di sezionamento, dalle aree di servizio attorno a ciascuna torre, ed alle piste d'impianto.

Per ciò che attiene l'area d'installazione delle sottostazione di trasformazione MT/AT il limite temporale è dato dalla vita utile dell'impianto e dalle scelte della società che sarà la responsabile della gestione e manutenzione della stazione, nonché unica proprietaria.

Di seguito una sintesi delle superfici di suolo occupate in fase di regime:

Occupazione territoriale piazzole:	≤ 2,24 ha [(40mx 70m) x 8 WTGs]
Occupazione piste:	≈0,98 ha
Occupazione SSU MT/AT:	≈0,6 ha
Occupazione cabina di sezionamento	≈ 0,007 ha
Totale suolo utilizzato	≤3, 83 ha

I cavidotti, essendo messa in opera interrata e lungo la viabilità esistente o le piste realizzate, non comporteranno ulteriore impiego di suolo né inibizioni nell'impiego del suolo sovrastante. Pertanto, non sono stati conteggiati nell'occupazione del suolo a regime.

1.6 DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA FASE DI FUNZIONAMENTO DEL PROGETTO

L'impianto proposto è un impianto industriale finalizzato alla produzione di energia elettrica mediante lo sfruttamento della fonte rinnovabile eolica ed alla immissione dell'energia prodotto nella Rete di Trasmissione Nazionale, gestita da TERNA SpA.

La quantità di energia annua prodotta dall'impianto eolico proposto è funzione dei parametri tecnici che caratterizzano ciascun aerogeneratore e di quelli anemometrici che qualificano il sito in cui le macchine sono installate.

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore è quindi trasferita, mediante cavidotto interrato MT 30kV alla Sottostazione di Trasformazione Utente, dove subirà la trasformazione 30/150kV per la successiva immissione nella RTN, tramite connessione elettrica con la SSE di TERNA SpA.

1.6.1 PROCESSO PRODUTTIVO

La conversione dell'energia cinetica del vento in energia meccanica e quindi in energia elettrica avviene attraverso gli aerogeneratori, macchine costituite da rotore tripala: le azioni aerodinamiche prodotte dal vento sulle pale profilate producono la rotazione del rotore e dell'albero su cui è calettato. Tale albero è collegato ad un generatore, che converte l'energia meccanica di rotazione del rotore, indotta dal vento, in energia elettrica. L'entità della potenza estratta è, naturalmente, legata alla velocità di rotazione del rotore. Per ricavare l'energia producibile è necessario servirsi del diagramma di potenza (Curva di potenza) caratterizzante l'aerogeneratore considerato, che fornisce il valore di potenza estraibile in relazione ai differenti valori assunti dalla velocità del vento, e la distribuzione della probabilità di velocità (densità di probabilità di Weibull). Nota la distribuzione di Weibull del sito, l'andamento del fattore di potenza e la curva di potenza dell'aerogeneratore che si vuole installare, è possibile determinare il numero di ore/anno in cui la macchina è in grado di funzionare e la quantità di energia elettrica prodotta.

Si riporta di seguito un estratto della relazione anemometrica specialistica, in cui è certificata la produzione energetica d'impianto, ricavata mediante l'impiego dei dati anemometrici acquisiti dalla stazione anemometrica localizzata in prossimità del sito, la curva di potenza dei generatori e l'impiego di software dedicati alla simulazione degli effetti di scia.

WTG VESTAS V150	Totale
Produzione annua P50 [GWh]	84,65
Potenza nominale totale [MW]	33,60
Ore anno funzionamento P50 [ore/anno]	2519

Tab. 1.3 – Produzione di macchina ed ore equivalenti

I dati sopra riportati rappresentano la producibilità di impianto stimata, ovvero quella che si stima sarà messa in rete e dunque fatturata ai fini della vendita dell'energia e dei certificati verdi. Sulla base di tali considerazioni, è stato stimato che la *producibilità reale media annua* dell'impianto eolico sia pari a non meno di **84 GWh/anno**, corrispondente ad oltre **2500 ore equivalenti medie unitarie a potenza nominale**.

Per gli approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica del progetto definitivo.

2 DESCRIZIONE DEI PROBABILI IMPATTI AMBIENTALI RILEVANTI DEL PROGETTO PROPOSTO E RELATIVE MISURE DI MITIGAZIONE E/O COMPENSAZIONE

Di seguito saranno descritti i possibili impatti ambientali, tanto in fase di cantiere che di funzionamento a regime, sui fattori specificati **all'articolo 5, comma 1, lettera c)** del decreto D. Lgs. 152/2006 e smi, includendo sia i potenziali effetti diretti che eventuali indiretti, secondari, cumulativi, transfrontalieri, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi del progetto. La descrizione tiene conto degli obiettivi di protezione dell'ambiente stabiliti dalle norme di settore e pertinenti al progetto.

Per ogni potenziale impatto analizzato saranno inoltre descritte le misure previste per evitare, prevenire, ridurre o, se possibile, compensare gli impatti ambientali significativi e negativi identificati del progetto e, ove pertinenti, delle eventuali disposizioni di monitoraggio. Tale descrizione riporterà inoltre in che misura gli impatti ambientali significativi e negativi possono essere evitati, prevenuti, ridotti o compensati, tanto in fase di costruzione che di funzionamento.

2.1 IN FASE DI COSTRUZIONE

In fase di cantiere, in considerazione della attività da condursi, possono generarsi i seguenti impatti:

- impatti sulla componente aria, indotti dalle emissioni in atmosfera dei motori a combustione dei mezzi meccanici impiegati e dalla diffusione di polveri generata dalla realizzazione degli scavi e movimentazione dei relativi materiali;
- disturbi sulla popolazione indotti dall'incremento del traffico indotto dalla movimentazione dei mezzi che raggiungeranno le aree di cantiere;
- disturbi sulla popolazione residente in situ, indotti dalla generazione di rumore e vibrazioni generate dall'esecuzione delle opere e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere;
- disturbi su fauna ed avifauna di sito, indotti dalla generazione di rumore e vibrazioni generate dall'esecuzione delle opere e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere;
- impatti sulla componente suolo e sottosuolo, indotto dalla esecuzione degli scavi e messa in opera delle opere d'impianto.

L'area di cantiere di un impianto eolico, per le caratteristiche proprie della tecnologia eolica, è itinerante e coincidente con le aree interessate dall'istallazione degli aerogeneratori e della sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT e quelle immediatamente adiacenti.

La durata dell'attività di cantiere è limitata nel tempo e di conseguenza lo sono anche le relative potenziali emissioni.

2.1.1 IMPATTI SULLA COMPONENTE ARIA - EMISSIONI E POLVERI

Emissioni

In fase di cantiere le emissioni gassose inquinanti sono causate dall'impiego di mezzi d'opera impiegati per i movimenti terra e la realizzazione e messa in opera delle opere d'impianto, quali camion per il trasporto dei materiali, autobetoniere, rulli compressori, asfaltatrici, escavatori e ruspe, gru.

Considerando le modalità di esecuzione dei lavori, proprie di un cantiere eolico, è possibile ipotizzare l'attività contemporanea di un parco macchina non superiore a 5 unità.

Sulla base dei valori disponibili nella bibliografia specializzata, e volendo adottare un approccio conservativo, è possibile stimare un consumo orario medio di gasolio pari a circa 20 litri/h, tipico delle grandi macchine impiegate per il movimento terra.

Nell'arco di una giornata lavorativa di 8 ore è dunque prevedibile un consumo medio complessivo di gasolio pari a circa 100 litri/giorno. Assumendo la densità del gasolio pari a max 0,845 Kg/dm³ (19), lo stesso consumo giornaliero è pari a circa 85 kg/giorno.

Di seguito le emissioni medie in atmosfera prodotta dal parco mezzi d'opera a motori diesel (20) previsti in cantiere:

Unità di misura	NOx	CO	PM10
(g/kg) g di inquinante emessi per ogni Kg di gasolio consumato	45,0	20,0	3,2
(kg/giorno) kg di inquinante emessi in una giornata lavorativa con consumo giornaliero medio di carburante pari a circa 85 kg/giorno	3,8	1,7	0,3

Tab. 2.1 - Stima emissione inquinanti in fase di cantiere

I quantitativi emessi sono paragonabili come ordini di grandezza a quelli che possono essere prodotti dalle macchine operatrici utilizzate per la coltivazione dei fondi agricoli esistenti; anche la localizzazione in campo aperto contribuisce a rendere meno significativi gli effetti conseguenti alla diffusione delle emissioni gassose generate dal cantiere.

E' da evidenziare che le attività che comportano la produzione e la diffusione di emissioni gassose sono temporalmente limitate alla fase di cantiere, prodotte in campo aperto e da un numero limitato di mezzi d'opera.

Polveri

La produzione e diffusione di polveri è dovuta alle operazioni di sbancamento del suolo, alla creazione di accumuli temporanei per lo stoccaggio di materiali di scotico e materiali inerti e alla realizzazione del sottofondo e dei rilevati delle piste e delle piazzole di *putting up* degli aerogeneratori.

Dal punto di vista fisico le polveri sono il risultato della suddivisione meccanica dei materiali solidi naturali o artificiali sottoposti a sollecitazioni di qualsiasi origine. I singoli elementi hanno dimensioni superiori a 0,5 µm e possono raggiungere 100 µm e oltre, anche se le particelle con dimensione superiore a qualche decina di µm restano sospese nell'aria molto brevemente.

Per la salute umana l'effetto più rilevante è dovuto alle polveri inalabili (con dimensioni comprese fra 0,5 e 5 µm), che sono in grado di superare gli ostacoli posti dalle prime vie respiratorie e di raggiungere gli alveoli polmonari e, almeno in parte, di persistervi.

Le operazioni di scavo e movimentazione di materiali di varia natura comportano la formazione di frazioni fini in grado di essere facilmente aero-disperse, anche per sollecitazioni di modesta entità; la produzione e la dispersione delle polveri assume un ruolo importante per la salute dei lavoratori e dei potenziali ricettori esposti (abitazioni) presenti lungo il tracciato o nelle immediate vicinanze, poiché da esse possono derivare affezioni anche gravi dell'apparato respiratorio;

- la realizzazione dell'opera in progetto comporterà sicuramente la produzione e la diffusione di polveri all'interno del cantiere e verso le aree immediatamente limitrofe;
- gli effetti conseguenti al sollevamento delle polveri si riscontrano immediatamente;
- le attività che comportano la produzione e la diffusione di polveri sono temporalmente limitate alla fase di cantiere;

2.1.1.1 MISURE DI PREVENZIONE/MITIGAZIONE

Di seguito le misure che saranno impiegate per limitare e ove possibile evitare gli impatti sopra descritti.

Polveri:

- la rimozione degli strati superficiali del terreno sarà eseguita in condizioni di moderata umidità, tali da non compromettere la struttura fisica del suolo;
- razionalizzare ed ottimizzare la movimentazione dei mezzi di cantiere;
- irrorazione aree interessate da lavorazioni che generano polveri;
- movimentazione di mezzi con basse velocità d'uscita e contenitori di raccolta chiusi;
- fermata dei lavori in condizioni anemologiche particolarmente sfavorevoli ed in condizioni di elevata ventosità
- effettuazione delle operazioni di carico/scarico di materiali inerti in zone appositamente dedicate;
- pulizia ruote, bagnatura delle zone di transito dei mezzi;
- mantenimento di velocità dei mezzi modesta e copertura dei cumuli di materiale escavato allocato in prossimità dello scavo prima delle successive operazioni di movimentazione;
- adottare processi di movimentazione dei materiali con scarse altezze di getto, basse velocità di uscita e contenitori di raccolta chiusi;
- copertura dei mezzi adibiti al trasporto di materiale pulverulento;
- agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale attraverso l'irrorazione controllata;
- ridurre al minimo i lavori di raduno, ossia la riunione di materiale sciolto nei luoghi di trasbordo; in ogni caso proteggere i punti di raduno dal vento;
- evitare il deposito anche temporaneo, se non strettamente necessario, dei materiali di cantiere;
- organizzazione del lavoro in modo tale che i materiali di risulta dagli scavi e dalle scarificazioni, non reimpiegabili, siano immediatamente caricati sui mezzi di trasporto;
- i materiali da costruzione devono essere immediatamente impiegati appena arrivino in cantiere cercando di evitare accumuli temporanei, se non strettamente necessari;
- per le aree di circolazione nei cantieri devono essere osservate le seguenti indicazioni:
 - o periodica pulizia, irrorazione e umidificazione delle piste di cantiere e delle superfici;
 - o limitazione della velocità dei mezzi su tutte le aree di cantiere;
 - o nelle operazioni di conferimento in cantieri di materiali inerti (sabbie, ghiaie) garantire l'utilizzo dimezzi pesanti con cassoni telonati per limitare ulteriormente il sollevamento e la dispersione verso le aree limitrofe di polveri e frazioni fini.
- a tutela della salute dei lavoratori operanti nel cantiere saranno osservate le seguenti indicazioni:
 - o le principali attività lavorative saranno essere condotte all'interno dei mezzi d'opera;
 - o i mezzi d'opera saranno opportunamente cabinati e, ove possibile, climatizzati;
 - o obbligo d'utilizzo dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) per i lavoratori impiegati nelle mansioni che comportano la produzione di polveri (maschere con filtri antipolvere di classe FFP2);
 - o gli addetti ai lavori devono essere sottoposti a controlli medici secondo le norme di settore.

Tra i vari aspetti elencati precedentemente, la periodica irrorazione ed umidificazione delle piste e delle aree di cantiere è una pratica fondamentale per garantire un significativo abbattimento delle polveri

emesse durante la fase di realizzazione dell'opera (PM tot. e PM₁₀). Dai dati disponibili in bibliografia emerge infatti che la bagnatura delle piste e dei piazzali può comportare una riduzione dell'emissione di polveri totali di oltre il 97% ed una riduzione delle PM₁₀ di oltre il 95%. (21).

Emissioni

Per quanto riguarda i mezzi d'opera utilizzati in cantiere saranno rispettate le seguenti indicazioni:

- adeguata manutenzione dei mezzi;
- utilizzo, ove possibile, di macchine elettriche;
- programma di manutenzione del parco macchine di cantiere per garantire la perfetta efficienza dei motori.
- equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante;
- essere controllati periodicamente (controllo delle emissioni dei motori, controllo dei filtri per particolato, ecc.) ed essere muniti di un corrispondente documento di manutenzione del sistema antinquinamento;
- essere muniti di un adeguato contrassegno dei gas di scarico;
- utilizzare ove tecnicamente ed economicamente possibile macchine e apparecchi muniti di sistemi di filtri per particolato.

2.1.2 DISTURBI SULLA POPOLAZIONE INDOTTI DALL'INCREMENTO DEL TRAFFICO

La realizzazione di un impianto eolico implica delle procedure di trasporto, montaggio ed installazione/messa in opera tali da rendere il tutto "eccezionale". In particolare il trasporto degli aerogeneratori richiede mezzi speciali e viabilità con requisiti molto particolari con un livello di tolleranza decisamente basso. In particolare le strade devono essere di ampiezza minima pari a 5 m e devono permettere il passaggio di veicoli con carico massimo per asse di 12,5t ed un peso totale di circa 100t. I raggi intermedi di curvatura della viabilità devono permettere la svolta ai mezzi speciali dedicati al trasporto delle pale (circa 60m di raggio).

Al fine di consentire il raggiungimento dell'area di sito, in riferimento alle specifiche esigenze di trasporto degli elementi d'impianto, è possibile si rendano necessari alcuni interventi di adeguamento da effettuarsi sulla viabilità esistente, con particolare riferimento in corrispondenza dei cambi di direzione che non presentano raggi di curvatura sufficienti alla svolta del trasporto speciale, adeguando detti raggi ed ampliando la sede stradale.

Gli interventi di adeguamento della viabilità pubblica possono essere preliminarmente e schematicamente riassunti di seguito:

- allargamento della carreggiata esistente rendendo praticabili banchine attualmente non transitabili;
- temporanea rimozione, con successivo rifacimento ed adeguamento, di guard-rail, ove esistente, per permettere il passaggio, in carreggiata interna od esterna dei mezzi di trasporto;
- temporanea rimozione di segnaletica verticale a bordo carreggiata per permettere il passaggio, in carreggiata interna od esterna dei mezzi di trasporto;
- temporanea rimozione e/o abbassamento, con successivo rifacimento ed adeguamento, di muri od opere di sostegno, ove esistenti, a bordo carreggiata per aumentare le dimensioni delle corsie e il raggio di curvatura;

- puntuali interventi di allargamento della carreggiata, con riprofilatura contro monte o valle del versante, per aumentare le dimensioni delle corsie e il raggio di curvatura;
- puntuali interventi di adeguamento/allargamento della carreggiata in corrispondenza di opere d'arte quali ponti o attraversamenti di corsi d'acqua, con successivo rifacimento/adeguamento delle stesse opere d'arte.

In considerazione dello sviluppo tecnologico e metodologico dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori, e della discreta esperienze accumulata dalle imprese operanti nel settore, si ritiene che come desumibile, la natura ed il tipo della serie di interventi sopra riportati non preveda importanti od onerose opere di realizzazione o adeguamento della viabilità con significativi impatti. Si tratterà di una serie di interventi locali e puntuali, che concordemente con le prescrizioni degli Enti competenti, indurranno un generale miglioramento ed adeguamento della viabilità esistente agli standard attuali, con generali benefici per tutti gli utenti delle strade interessate.

L'intervento sulla viabilità potrà indurre rallentamenti locali del traffico con conseguente incremento e disagi per la mobilità, così come anche il trasporto eccezionale dovuto al trasporto in situ degli elementi d'impianto e relativi mezzi meccanici per la messa in opera.

Il disturbo creato dal "traffico" per il trasposto degli elementi di impianto in situ è limitato alla fase di installazione, per un arco temporale limitato.

Analogamente la realizzazione degli scavi a sezione ristretta e la messa in opera dei cavidotti a servizio dell'impianto, potranno indurre disagi nella circolazione.

2.1.2.1 MISURE DI PREVENZIONE/MITIGAZIONE

Allo scopo di minimizzare l'interferenza con il traffico e garantire la regolare circolazione, il trasporto degli elementi d'impianto sarà pianificato con le autorità locali.

Ove possibile, saranno pianificati percorsi alternativi per il traffico ordinario, tali da consentirne regolare circolazione.

Le date di inizio delle operazioni di eventuale adeguamento della viabilità e dei trasporti eccezionali saranno comunicati con idoneo preavviso, da concordarsi con le autorità di riferimento (polizia stradale, Enti gestori della viabilità) e gli Enti locali.

Sarà assicurata la continuità della circolazione stradale e mantenuta la disponibilità dei transiti e degli accessi carrai e pedonali; il lavoro sarà organizzato in modo da occupare la sede stradale e le sue pertinenze il minor tempo possibile.

Al termine delle operazioni di realizzazione delle singole unità del parco eolico, il comune sarà portato a conoscenza della esatta ubicazione di tutte le turbine e del tracciato del cavo elettrico, allo scopo di riportarne la presenza sulla pertinente documentazione urbanistica.

2.1.3 DISTURBI SULLA POPOLAZIONE RESIDENTE, INDOTTI DALLA GENERAZIONE DI RUMORE E VIBRAZIONI

Rumore

Il rumore presente nell'area interessata dal progetto eolico è essenzialmente legato all'impiego delle macchine agricole ed al passaggio di veicoli sulle strade che attraversano il sito. Per la caratterizzazione acustica della zona si sono effettuati dei rilevamenti in capo per l'individuazione dei potenziali recettori sensibili e per l'acquisizione del clima sonoro ante-operam.

Poiché le attività di cantiere saranno svolte esclusivamente nella ore diurne, è da escludersi impatto notturno.

Con riferimento alla messa in opera di ciascun aerogeneratore, le relative fasi di realizzazione possono essere sommariamente descritte schematizzandole come nella tabella che segue.

		Lw stimato	Lp a 100 m	Lp complessivo a 100 metri
		dB(A)	dB(A)	dB(A)
Strade e piazzole				
Sbancamento	1 escavatore	106	55	55,6
	1 autocarro	98	47	
Scavi e posa cavidotti	1 escavatore	106	55	55,6
	1 autocarro	98	47	
Rinterri - stabilizzazione - stesa strato superficiale drenante	1 rullo	102	51	52,4
	1 autocarro	98	47	
WTG				
Sbancamento area di fondazione	1 escavatore	106	55	55,6
	1 autocarro	98	47	
Trivellazione pali	1 trivella	106	55	55,6
	1 autocarro	98	47	
Montaggio armature	1 autocarro	98	47	47,0
Getto cls	1 betoniera	99	48	50,5
	1 autocarro	98	47	
Montaggio WTG	2 gru	95	44	48,7
	1 autocarro	98	47	

Tab. 2.2 - Emissioni acustiche in fase di cantiere

Da tabella si evince che, considerando le potenze acustiche medie delle macchine operatrici, stimate in base alla tipologia, a 100 metri di distanza dal punto di lavorazione i valori di livello di pressione sonora, per ciascuna fase di lavorazione, al massimo saranno pari a circa 55 dB.

Anche considerando, con evidente margine di sicurezza, la contemporanea esecuzione nel medesimo luogo di delle fasi di lavoro precedentemente elencate, si otterrebbe un livello di pressione sonora a 100 metri di distanza inferiore ai 60 dB. Poiché il ricettore più prossimo alle aree di cantiere, che di fatto coincide con l'area di installazione di ciascun aerogeneratore, dista più di 300 metri, si può affermare che non ci sarà impatto acustico in fase di cantiere per tutte le operazioni di realizzazione delle WTG.

Analogo discorso per la realizzazione e messa in opera della Stazione elettrica di utenza e la messa in opera della cabina di sezionamento.

Esclusivamente per la realizzazione del cavidotto si transiterà anche in prossimità di edifici abitati, tuttavia il disturbo ipotizzato sarà molto limitato nel tempo, in quanto per ciascun edificio sarà esclusivamente relativo allo scavo ed al rinterro del tratto di cavidotto nelle immediate vicinanze.

Per ciò che attiene la sicurezza degli operatori, si rimanda alle disposizioni di cui al D.Lgs. 81/2008.

I risultati dell'indagine e le conclusioni in merito all'impatto acustico indotto dal parco eolico, tanto in fase di cantiere che di funzionamento a regime, in progetto sono riportati nella relazione specialistica "Studio di Impatto acustico", cui si rimanda per una trattazione esaustiva dell'argomento.

Vibrazioni

Le vibrazioni in fase di cantiere sono da imputarsi:

- alla realizzazione delle fasi di scavo;
- alla eventuale infissione di pali di fondazione.

Le azioni lavorative dei mezzi d'opera (autocarri, ruspe ed escavatori) comportano la produzione di vibrazioni.

In considerazione della distanza esistente tra le aree di cantiere e gli edifici esistenti, può affermarsi che dette vibrazioni non inducano impatti, potendo escluderne la propagazione e trasmissione per simili distanze.

Per ciò che attiene la sicurezza degli operatori, si rimanda alle disposizioni di cui al D.Lgs. 81/2008.

2.1.3.1 MISURE DI PREVENZIONE/MITIGAZIONE

I tempi di costruzioni saranno contenuti nel minimo necessario.

Sarà limitata la realizzazione di nuova viabilità a quella strettamente necessaria per il raggiungimento dei punti macchina a partire dai tracciati esistenti.

Piena applicazione delle disposizioni di cui al D.Lgs. 81/2008.

2.1.4 DISTURBI SU FAUNA ED AVIFAUNA

L'impatto potenziale sulla fauna ed avifauna è da attribuirsi al disturbo indotto dalla movimentazione dei mezzi di cantiere e dal rumore ed emissioni prodotti per la realizzazione e messa in opera degli elementi d'impianto. Questo, però, non è di molto maggiore a quello delle macchine operatrici agricole cui la fauna è ampiamente abituata. Inoltre, il tempo previsto per la realizzazione dell'impianto è complessivamente estremamente ridotto.

2.1.4.1 MISURE DI PREVENZIONE/MITIGAZIONE

I tempi di costruzioni saranno contenuti nel minimo necessario.

Sarà impiegata la viabilità esistente e limitata la realizzazione di nuova viabilità.

Sarà ripristinata la vegetazione eventualmente eliminata durante e restituita alle condizioni iniziali delle aree interessate dall'opera non più necessarie alla fase di esercizio (piste, aree di cantiere e di stoccaggio dei materiali). Dove non è più possibile il ripristino, sarà avviato un piano di recupero ambientale con interventi tesi a favorire la ripresa spontanea della vegetazione autoctona.

Saranno impiegati tutti gli accorgimenti tecnici possibili per ridurre il più possibile la dispersione di polveri nel sito e nelle aree circostanti

2.1.5 IMPATTI SULLA COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

Da un punto di vista geomorfologico, fenomeni carsici cigli di scarpata non interessano le aree di intervento propriamente dette e quelle immediatamente limitrofe.

L'entità dell'impatto riguarda l'occupata dalle opere d'impianto e sottratta dall'uso attuale. L'entità dell'impatto è direttamente proporzionale all'estensione della superficie coinvolta per la realizzazione e messa in opera delle opere d'impianto.

Ciascuna area di cantiere vedrà l'occupazione superficiale necessaria alla movimentazione dei mezzi ed al deposito del materiale necessario alla realizzazione delle opere (materiale edile, elettrico, ecc) nonché al putting up dell'aerogeneratore, quest'ultimo considerato nell'insieme torre, navicella, pale.

Per ciascun aerogeneratore è prevista una superficie di cantiere massima pari a circa 70m x 40m, cui è da aggiungersi un'area in cui sarà messo in opera il plinto di fondazione dell'aerogeneratore.

Al termine della messa in opera, tali superficie saranno ridotte e limitate alle aree strettamente necessarie per il raggiungimento degli aerogeneratori e relativa manutenzione.

Per la realizzazione della sottostazione elettrica utente MT/AT, l'area di cantiere sarà quella occupata dall'ingombro della sottostazione stessa e relativa viabilità.

Ai sensi della legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) (22), per suolo s'intende "lo strato superiore di terra, in quanto mobile e adatto alla crescita delle piante".

La sequenza tipica degli orizzonti pedologici, che caratterizza l'evoluzione passata del suolo, può essere descritta in modo semplificato come segue: (23)

- *lo strato superiore*: in genere di colore scuro, ricco di humus e organismi, attraversato da una fitta rete di radici, permeabile e strutturato da aggregati. Nel settore della pedologia è detto "orizzonte A" e nei cantieri "humus" o "terra vegetale";
- *lo strato inferiore*: di colore più chiaro, meno ricco di humus e organismi. Di norma la sua struttura è più compatta di quella dello strato superiore. Tra i pedologi è detto "orizzonte B" e nei cantieri "terra minerale";
- *gli strati minerali più profondi*: composti da roccia o altro materiale non degradati o poco degradati da agenti meteorici. Tra i pedologi sono noti come "roccia madre", "sottosuolo" o "orizzonte C" e nei cantieri come "materiale di scavo".

Dopo un asporto di suolo, si parla di materiale proveniente dallo strato superiore per l'orizzonte A e di materiale proveniente dallo strato inferiore per l'orizzonte B. Dopo lo scavo dall'orizzonte C si utilizza l'espressione "materiale di scavo". Di seguito una schematizzazione tabellare della terminologia impiegata usualmente .

Pedologia	Cantiere	Italiano	Inglese
Orizzonte organominerale (orizzonte A)	Humus, terra vegetale	Strato superiore del suolo	Topsoil
Orizzonte minerale (orizzonte B)	Terra minerale, terra inerte	Strato inferiore del suolo	Subsoil
Orizzonte C	Materiale di scavo	Sottosuolo	Underground

Tab. 2.3- Terminologia impiegata per i differenti orizzonti pedologici

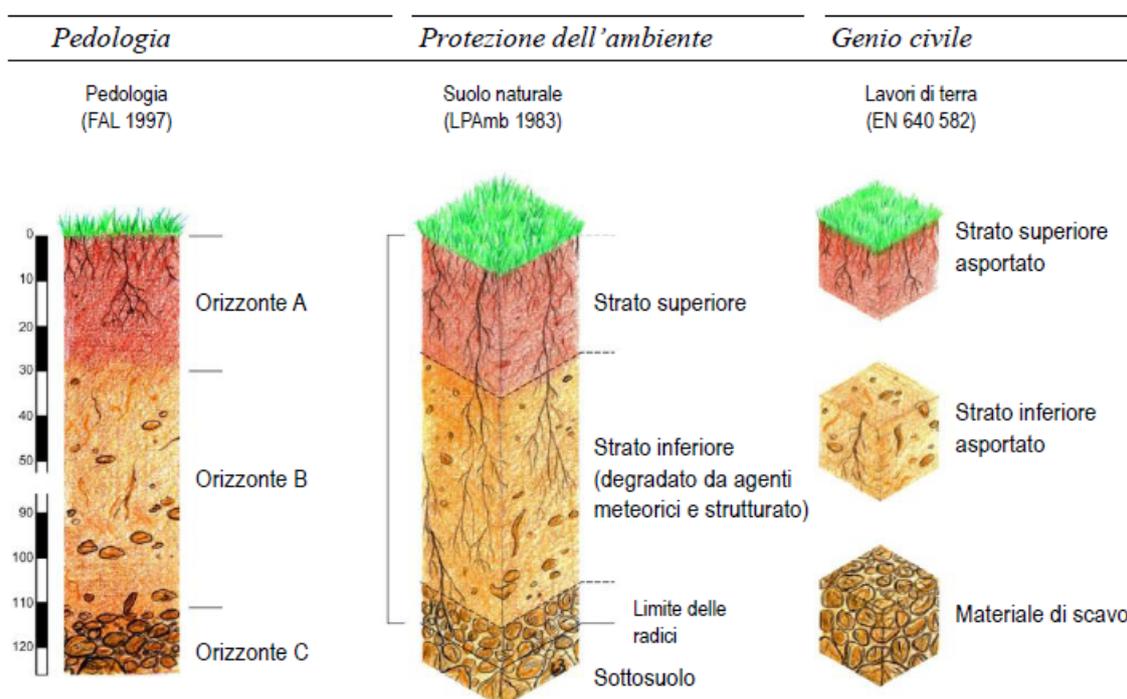
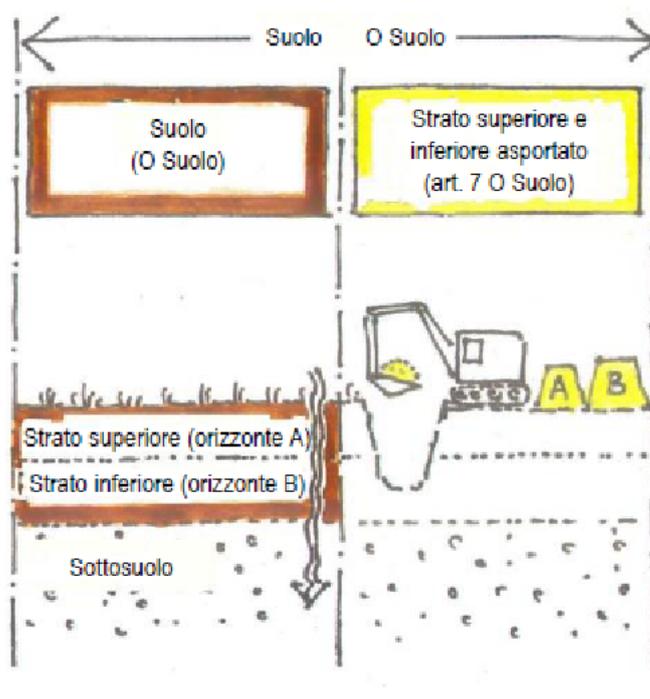


Fig. 2.1 - Definizione del suolo e del campo d'applicazione della LPAmb



Fonte: Peter Kaufmann, Aquawet. USTRA. 2013

Fig. 2.2 - Schematizzazione suolo e sottosuolo (24)

L’opera in esame non comporta rischi per il sottosuolo sia di natura endogena che esogena.

2.1.5.1 DETERIORAMENTO DEL SUOLO

Il deterioramento del suolo (ai sensi dell’O suolo) (25) può essere di natura chimica, fisica o biologica. La tabella che segue riassume i principali processi di deterioramento del suolo.

	Fonti principali	Effetti
Deterioramento chimico • Metalli pesanti e fluoro • Sostanze organiche difficilmente degradabili	Apporto diffuso di inquinanti prodotti: • da attività industriali • dai trasporti • dai riscaldamenti • da concimi e prodotti fitosanitari • da siti inquinati e rifiuti	• Riduzione durevole della fertilità del suolo • Arricchimento di inquinanti nella catena alimentare • Perturbazione dell’attività biologica • Inquinamento delle acque superficiali e sotterranee
Deterioramento fisico • Erosione • Compattamento del suolo	• Pratiche agricole inadatte • Gestione scorretta del suolo nei cantieri	• Riduzione della fertilità del suolo (riduzione dello spessore) • Declino della resa nell’agricoltura • Danni a colture e infrastrutture agricole (canalizzazioni ecc.) • Apporto di fertilizzanti nelle acque e nei biotopi • Modifica della struttura del suolo • Blocco di importanti funzioni del suolo (p. es. infiltrazione delle acque) • Aumento del pericolo di piene e della gravità delle magre
Deterioramento biologico	• Introduzione di organismi alloctoni, p. es. OGM con conseguenze sconosciute, neofite	• Rischio di destabilizzazione dell’ecosistema «suolo» • Declino della biodiversità
Perdita quantitativa di suolo	• Sviluppo edilizio • Costruzione di strade ecc.	• Distruzione del suolo • Perdita di funzioni del suolo • Aumento del rischio di piene

Fonte: Service de l’environnement. Canton de Fribourg. Etat de l’environnement. 2006

Tab. 2.4 - Deterioramenti, fonti ed effetti

In considerazione delle attività di cantiere e delle peculiarità proprie delle tecnologia eolica e relative modalità d'installazione, i potenziali impatti sul suolo, tenuto conto del compendio riportato nella tabella precedente, possono essere di seguito sintetizzate:

- deterioramento chimico, potenzialmente indotto da inquinanti a carico dei mezzi di cantiere, con rischio di inquinamento delle acque superficiali e compromissione della qualità del suolo;
- deterioramento fisico, potenzialmente indotto dalla gestione scorretta del suolo, con rischio di riduzione della fertilità del suolo (riduzione dello spessore), declino della resa agricola, danni a colture agricole, modifica della struttura del suolo;
- perdita quantitativa di suolo, indotto dall'occupazione superficiale delle aree e conseguente distruzione del suolo con perdita delle relative funzioni.

2.1.5.2 MISURE DI PREVENZIONE/MITIGAZIONE

È prevista l'adozione di misure protezione del suolo volte a prevenirne le perdite e a conservarne le attuali caratteristiche, attraverso:

- la riduzione al minimo delle perdite e la salvaguardia della fertilità;
- la riduzione delle superfici occupate ed impiegate e l'asporto di suolo al minimo indispensabile per la realizzazione del progetto (piste di cantiere, impianti, lavori di asporto su superfici scavate o lavorate). Utilizzare i suoli con moderazione significa:
 - o ove esistenti e possibile, utilizzare suoli già deteriorati, ovvero suoli impermeabilizzati o già fortemente modificati da interventi precedenti;
 - o conservare i suoli.

La buona prassi prevede che siano asportati suoli solo su superfici oggetto di movimenti di terra e lavori di scavo.

- la valorizzazione dello strato superiore e inferiore asportato, riutilizzando (o riciclando) il materiale asportato in funzione della sua qualità. Esso potrà avvenire in loco o in un altro sito, ad esempio nell'ambito del ripristino di superfici agricole o del risanamento di suoli danneggiati.
- il mantenimento degli aggregati del suolo dopo ogni occupazione del suolo o movimento di terra;
- la conservazione dei pori, sia nella loro diversità sia nella loro continuità (drenaggio e aerazione del suolo);
- il mantenimento dello spessore e l'ordine degli strati;
- la garanzia della valorizzazione del suolo asportato non contaminato con una buona qualità di tessitura anche al di fuori del cantiere.
- per il ripristino ed il reimpiego del suolo temporaneamente occupato durante le fasi di realizzazione, al termine dei lavori, ove ritenuto opportuno, saranno impiegati metodi di sarchiatura e aerazione dello strato superiore (p. es. vangatrice) o l'inerbimento;
- nel localizzare le superfici occupate, sarà assicurata la delimitazione dei suoli naturali non interessati dalle attività del cantiere, al fine di evitare e prevenire l'interferenza diretta con le aree limitrofe;
- in caso di inquinamento del suolo, dovuto a sversamenti accidentali asportato, è previsto che lo strato superficiale sia immediatamente asportato e conferito a smaltimento presso recapito finale autorizzato;
- al fine di ridurre la compattazione del terreno, sarà preferito l'impiego mezzi leggeri, che abbiano il minor peso totale possibile ed esercitino la minor pressione possibile sul suolo.
- sarà massimizzato lo sfruttamento della viabilità esistente e limitata la realizzazione di nuove piste;

- per i depositi temporanei e attrezzature di cantiere saranno impiegate le superfici già impiegate e ricomprese nell'area di cantiere.
- suolo asportato e temporaneamente depositato, per il successivo reimpiego in situ, sarà sistemato su superfici che non presentano alcun rischio di liscivazione;
- nella prima fase dei lavori di allestimento dei cantieri, la terra presente in quelle aree sarà asportata e tenuta separata a seconda della profondità degli strati: attraverso l'individuazione della stratigrafia grazie a saggi preliminari sarà individuato il limite degli strati stessi, per evitare di mescolare lo stato superiore fertile con quello inferiore prevalentemente costituito da inerti. Gli strati fertili superficiali verranno quindi raccolti, conservati, e protetti con teli di tessuto-non tessuto o con inerbimento tramite leguminose da foraggio, durante tutta la costruzione dell'opera.

I mucchi di terreno fertile verranno quindi tenuti separati da altri materiali e collocati in posizione ove sia reso minimo il rischio di inquinamento con materiali plastici, oli minerali, carburanti, etc..

Al termine dei lavori del cantiere le superfici temporaneamente occupate verranno ripulite da qualsiasi rifiuto, da eventuali sversamenti accidentali o dalla presenza di inerti, conglomerati o altri materiali estranei, e riallestite con gli strati di terreno originali.

Se i terreni da restituire ad uso agricoli risultassero essere stati compattati durante la fase del cantiere, saranno adeguatamente lavorati prima della ristrutturazione.

2.2 IN FASE DI ESERCIZIO

In fase di funzionamento dell'impianto, in considerazione della attività da condursi, possono generarsi i seguenti impatti:

- sottrazione di suolo alle usuali attività condotte in situ;
- impatto acustico e vibrazioni;
- disturbi su fauna ed avifauna;
- impatto su flora e vegetazione;
- alterazione geoidromorfologica;
- impatto sul paesaggio/visivo;
- impatto elettromagnetico;
- disturbo aerodinamico;
- shadow flickering.

2.2.1 SOTTRAZIONE DI SUOLO ALLE USUALI ATTIVITÀ CONDOTTE IN SITU

Le attività produttive svolte o che potrebbero essere potenzialmente svolte nell'area sono di tipo agricolo. L'impatto è riconducibile all'occupazione superficiale delle opere d'impianto e conseguente inibizione delle stesse all'impiego per produzioni agricole.

Come più volte affermato, l'impianto eolico comporta un'occupazione limitata del territorio, strettamente circoscritta alle piazzole definitive in corrispondenza di ciascun aerogeneratore, all'occupazione superficiale della sottostazione elettrica di utente ed alla cabina di sezionamento, per un massimo di circa 3,83 ha.

E' da rilevare che la sottrazione di detta superficie alla consueta attività agricola, nonché la presenza delle opere d'impianto, non inibisce la continuazione della conduzione delle attività oggi condotte potendo la parte di territorio non occupata continuare ad essere utilizzata per gli impieghi tradizionali della agricoltura senza alcuna controindicazione.

Come ampiamente dimostrato da altri parchi eolici già operanti le attività agricola e di allevamento hanno assoluta compatibilità con le wind farm, vista anche la limitata occupazione del territorio rispetto all'intera area di pertinenza.

Per ciò che attiene la realizzazione della stazione elettrica di trasformazione MT/AT, l'occupazione del suolo e la conseguente parcellizzazione del territorio sono da vedersi quale "costo ambientale" legato alla messa in esercizio dell'impianto eolico in progetto, destinato a concretizzare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile "pulita".

Da un punto di vista geomorfologico, fenomeni carsici cigli di scarpata non interessano le aree di intervento propriamente dette e quelle immediatamente limitrofe.

L'entità dell'impatto riguarda l'occupazione del suolo interessato dall'installazione e dalla sottrazione di superficie agricola, attualmente variamente coltivata. L'entità dell'impatto è direttamente proporzionale all'estensione della superficie coinvolta nell'iniziativa.

2.2.1.1 MISURE DI PREVENZIONE /MITIGAZIONE/COMPENSAZIONE

Occupazione superficiale strettamente necessaria, riducendo al minimo le superfici occupate ed impiegate.

Sarà massimizzato lo sfruttamento della viabilità esistente e limitata la realizzazione di nuove piste.

I cavidotti saranno messi in opera lungo la viabilità esistente o le piste di nuova realizzazione, senza ulteriore occupazione di territorio;

La produzione energetica sarà affiancata alle tradizionali attività agricole e zootecniche, con vantaggi economici diretti per i proprietari terrieri dell'area di intervento indiretti per l'intera comunità.

Si evidenzia che il progetto di impianto eolico non prevede alcun tipo di intervento che possa in qualche modo alterare le caratteristiche idrologiche e l'equilibrio idrostatico degli elementi idrogeologici presenti.

Gli impianti eolici non rilasciano alcun tipo di sostanze inquinanti, che possano in qualsiasi modo provocare alterazioni chimico fisiche, delle acque superficiali, delle acque dolci profonde, della copertura superficiale.

Per quanto concerne la qualità dell'aria, la tipologia di progetto è tale da non produrre alcuna emissione di sostanze a qualsiasi titolo e tanto più inquinanti.

2.2.1.2 OPERAZIONI DI RIPRISTINO AMBIENTALE

Le opere di ripristino della cotica erbosa possono attenuare notevolmente gli impatti sull'ambiente naturale, annullandoli quasi del tutto nelle condizioni maggiormente favorevoli. Le opere di ripristino possono essere estese a tutti gli interventi che consentono una maggiore conservazione degli ecosistemi collinari/montani ed una maggiore integrazione con l'ambiente naturale.

Tutte le aree sulle quali sono state effettuate opere che comportano una modifica dei suoli, delle scarpate, dovranno essere ricondotti allo stato originario, attraverso le tecniche, le metodologie ed i materiali utilizzati dall'Ingegneria naturalistica. A differenza dell'ingegneria civile tradizionale, questa disciplina utilizza piante e materiali naturali, per la difesa e il ripristino dei suoli.

Nel caso della realizzazione di un impianto eolico, tali interventi giocano un ruolo di assoluta importanza. Difatti le operazioni di ripristino possono consentire, attraverso una efficace minimizzazione degli impatti, la conservazione degli habitat naturali presenti. Le opere di ingegneria naturalistica sono impiegate anche per evitare o limitare i fenomeni erosivi innescati dalla sottrazione e dalla modifica dei suoli. Inoltre la ricostituzione della coltre erbosa può consentire notevoli benefici anche per quanto riguarda le problematiche legate all'impatto visivo.

Le opere di ripristino degli impianti eolici, si riferiscono essenzialmente al rinverdimento e al consolidamento delle superfici sottratte per la realizzazione dei percorsi e delle aree necessarie alla

realizzazione dell'impianto. Il concetto generale è quello di impiegare il più possibile tecnologie e materiali naturali, ricorrendo a soluzioni artificiali solo nei casi di necessità strutturale e/o funzionale. Deve comunque essere adottata la tecnologia meno complessa e a minor livello di energia (complessità, tecnicismo, artificialità, rigidità, costo) a pari risultato funzionale e biologico.

Ambiti d'impiego		PIANTE			MATERIALI UTILIZZABILI			
		Naturalità crescente			Naturalità crescente			
		Piante autoctone	Piante esotiche naturalizzate	Piante esotiche di recente introduzione	Materiali naturali	Materiali biodegrad.	Materiali artificiali	
Naturalità crescente	1	Aree protette	X X X	-	-	X X	X X	- ⁽¹⁾
	2	Aree naturali	X X X	-	-	X X	X X	X
	3	Aree agricole	X X	X	-	X X	X X	X
	4	Parchi e giardini	X X	X	X	X	X	X
	5	Aree urbane	X X	X	X	X	X	X
	6	Aree industriali	X X	X	X	X	X	X

Legenda:

- XXX = impiego esclusivo;
- XX = possibilità di impiego preferenziale;
- X = impiego indifferente in funzione delle scelte progettuali;
- = incompatibilità assoluta.

⁽¹⁾ Utilizzo solo per la soluzione di problemi geotecnici ed idraulici per la protezione diretta di edifici o infrastrutture esistenti.

⁽²⁾ Nelle categorie materiali biodegradabili, naturali o artificiali si fa riferimento a quelli strutturali e non ai componenti

Fonte: AIPIN, 2002.

Tab. 2.5 - Schema "naturalità crescente"

2.2.1.3 OPERE DI COPERTURA E STABILIZZAZIONE

Le opere di copertura consistono nella semina di specie erbacee per proteggere il suolo dall'erosione superficiale, dalle acque di dilavamento e dall'azione dei vari agenti meteorologici, ripristinando la copertura vegetale. Sono interventi spesso integrati da interventi stabilizzanti. Le principali opere di copertura sono: le semine a spaglio, le idrosemine, le semine a spessore, le semine su reti o stuoie, le semine con coltre protettiva (paglia, fieno ecc.).

2.2.2 IMPATTO ACUSTICO E VIBRAZIONI

Il rumore fa parte degli inquinanti da cause fisiche. Esso si propaga, come fenomeno oscillatorio, soltanto in un mezzo elastico, che può essere fluido o solido. Il normale mezzo di propagazione del suono è l'aria. Si definiscono suoni le oscillazioni elastiche che hanno una frequenza compresa fra le 16÷20 e 16.000÷20.000 Hz, limiti entro i quali esse sono capaci di generare una sensazione uditiva nell'uomo. Da un punto di vista soggettivo si definisce rumore qualunque suono che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi, influenzando negativamente sul suo benessere fisiologico o psicologico. Il disturbo da rumore è indubbiamente influenzato dall'interpretazione soggettiva del fenomeno, nonché da tutta una serie di fattori fisici che caratterizzano l'emissione del rumore stesso: il livello di pressione sonora, la durata e le caratteristiche dell'emissione, lo spettro di frequenze, la presenza di componenti tonali ed impulsive, ecc.

La previsione ed il controllo della trasmissione delle vibrazioni sono analoghi, in linea teorica, a quelli del rumore. La banda di frequenze analizzata è tuttavia differente ed è studiata preferibilmente per terzi di ottava, ma la differenza principale è costituita dal mezzo di propagazione.

Per ciò che attiene il rumore e le vibrazioni in fase operativa, essi sono da valutarsi in funzione della distanza dell'impianto dall'osservatore, in funzione delle condizioni meteorologiche e della situazione esistente (valutazione dell'ambiente acustico pre-intervento).

2.2.2.1 VIBRAZIONI

Le vibrazioni, come gli eventi sonori, sono caratterizzate dai seguenti parametri:

- intensità;
- frequenza;
- durata.

Per quanto riguarda le vibrazioni eventualmente generate dagli aerogeneratori ed indotte dalla pressione esercitata dall'azione del vento, è da tener presente che la torre eolica presenta:

- una struttura tubolare in acciaio con sezione variabile;
- fondamenta di dimensioni pari a circa 484 m² x 3 m, completamente interrata e realizzate con cemento armato.

Tali caratteristiche limitano eventuali vibrazioni ed annullano l'impatto che da esse derivano.

2.2.2.2 RUMORE

Per ciò che riguarda il rumore prodotto dagli aerogeneratori, esso è da imputarsi principalmente al rumore dinamico prodotto dalle pale in rotazione, mentre il rumore meccanico dell'aerogeneratore e le vibrazioni interne alla navicella, causate dagli assi meccanici in rotazione, sono ridotte all'origine attraverso una opportuna insonorizzazione della navicella stessa, e l'utilizzo di guarnizioni gommate che ne impediscono la trasmissione al pilone portante.

Dunque il rumore meccanico dell'aerogeneratore è trascurabile, mentre il rumore di maggiore rilevanza è quello dinamico delle pale in rotazione.

Poiché il parco eolico oggetto di analisi è in fase di progettazione, l'unico strumento a disposizione per l'analisi dell'impatto acustico generato dalle torri eoliche è un modello previsionale che permetta di simulare e quindi prevedere l'emissione sonora e la propagazione delle onde sonore nell'ambiente. Di fondamentale importanza è che tale modello sia il più possibile fedele alla situazione reale ed ai fini dell'applicazione delle leggi vigenti, che esso sia "normalizzato", ossia basato su algoritmi di provata validità e testati mediante confronti.

Rilevamenti acustici dell'area interessata

Per la caratterizzazione acustica della zona si sono effettuati dei rilevamenti presso i recettori sensibili individuati, ottenendo così la misura del clima sonoro ante-operam.

Il **calcolo** dell'impatto acustico è stato effettuato secondo le specifiche della norma internazionale ISO 9613-2 "Acustica: attenuazione del suono nella propagazione all'aperto", considerando ovviamente il contributo di tutte le torri.

I risultati dell'indagine e le conclusioni in merito all'impatto acustico indotto dal parco eolico in progetto sono riportati nella relazione specialistica "Studio di Impatto acustico", cui si rimanda per una trattazione esaustiva dell'argomento.

Limite spaziale dell'impatto

Il limite spaziale dell'impatto è dato essenzialmente dalla distanza oltre la quale il rumore raggiunge livelli di 40 dB(A) e diviene di fatto impercettibile e comunque (anche ai sensi di legge) trascurabile. Tale distanza è dipendente dalla tipologia di aerogeneratore impiegato e relative emissioni acustiche, nonché dal regime

acustico caratterizzante l'area d'installazione. Si rimanda alla relazione specialistica di riferimento per i dovuti approfondimenti.

2.2.2.3 MITIGAZIONE DELL'IMPATTO

Rumore meccanico

Fino ai primi anni '80 gli aerogeneratori emettevano rumore meccanico, che era avvertito nelle immediate vicinanze della torre eolica, successivi studi e miglioramenti tecnici hanno portato da una parte a diminuire le cause del rumore dall'altra ad attutirne gli effetti.

Gli ingranaggi di un aerogeneratore presenta, nelle macchine di nuova generazione, delle caratteristiche peculiari di costruzione che riducono drasticamente il rumore prodotto da queste parti meccaniche in movimento ed in contatto fra loro: le ruote di acciaio degli ingranaggi hanno una parte interna centrale ("un cuore" semiflessibile, ma una superficie molto rigida, ciò assicura una migliore durata nel tempo e una minore produzione di rumore meccanico durante il funzionamento.

D'altra parte le pale del rotore possono essere considerate come membrane che potrebbero trasmettere il rumore meccanico prodotto dalla navicella e dalla torre. Il problema è risolto in fase di progetto, attraverso modelli di calcolo, che studiano le vibrazioni di ciascun componente ed assicurano che queste non entrino in risonanza tra loro amplificando il rumore prodotto.

Ed ancora benché sia preferibile risolvere il problema del rumore alla fonte, l'insonorizzazione delle navicelle è utilizzata per minimizzare gli effetti di rumori in media frequenza.

Tutti questi accorgimenti di progetto e costruttivi, di fatto, fanno sì che il rumore meccanico prodotto dagli aerogeneratori non sia percepibile da un ascoltatore posto alla base delle torri di sostegno degli aerogeneratori stessi.

Rumore dinamico del rotore

Quando il vento colpisce degli oggetti ad una certa velocità di solito si ha una produzione di rumore, un misto di suoni ad alta frequenza generalmente definito "rumore bianco".

Il vento inoltre potrebbe mettere in vibrazione l'oggetto investito, che a sua volta potrebbe emettere suoni intorno ad una precisa frequenza detti "toni puri".

La rigidità e le caratteristiche costruttive degli aerogeneratori (compreso il rotore con le pale) ne evita la vibrazione e quindi l'emissione di toni puri.

La superficie molto liscia delle pale per ovvie ragioni aerodinamiche, fa sì che il rumore emesso sia comunque minore di quello che si avrebbe se la stessa superficie fosse rugosa. Inoltre molto del rumore è originato dal bordo di uscita: il progetto aerodinamico accurato e sempre più sofisticato dell'estremità delle pale hanno assicurato agli aerogeneratori di ultima generazione una ulteriore diminuzione alla fonte del rumore emesso.

Dal momento che le emissioni sonore aumentano di una potenza di 5 con l'aumento della velocità del rotore, rispetto all'aria circostante, un altro accorgimento di progetto che ridurrà l'emissione di rumore è:

- l'utilizzo di rotori con pale lunghe (150 m il rotore, 73,6 m ciascuna pala);
- rotori con particolare estremità di pala;
- rotori con velocità di rotazione bassa .

Successivamente al completamento dell'opera sarà comunque opportuno eseguire un'analisi strumentale fonometrica, che possa verificare effettivamente quanto previsto in tale sede, evidenziando eventuali criticità e ricettori in conflitto. Sulla base dei risultati ottenuti, qualora risulti necessario, sarà eventualmente possibile valutare la predisposizione di interventi di mitigazione per il contenimento degli

impatti entro i limiti prescritti dalla normativa vigente. Tali interventi di mitigazione potranno essere costituiti dalla regolazione in modalità meno rumorosa degli aerogeneratori.

2.2.2.4 EMISSIONI ACUSTICHE SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT

L'introduzione di norme sempre più restrittive in termini di contenimento delle emissioni di rumore ha indotto gli operanti nel settore elettrico all'accertamento dei livelli di rumore riscontrabili in prossimità degli impianti ed alla caratterizzazione acustica delle varie sorgenti.

Tale attività ha confermato che, tra gli impianti elettrici (centrali, stazioni e linee di trasmissione), le stazioni di interconnessione, come le stazioni in progetto, richiedono maggiori attenzioni nei riguardi delle emissioni di rumore, sia perché generalmente ubicate all'aperto sia perché comprendenti componenti potenzialmente rumorosi come i trasformatori, le apparecchiature di interruzione e sezionamento e le apparecchiature ausiliare (compressori d'aria per gli azionamenti e gruppi elettrogeni).

La caratterizzazione delle sorgenti ha indicato quale principale sorgente di rumore i trasformatori nel loro funzionamento continuo, e manovre di interruzione ed il funzionamento intermittente degli ausiliari.

Per conseguire il rispetto dei limiti per l'esposizione al rumore nell'ambiente esterno possono essere adottate due classi di interventi: quelli diretti sul macchinario e le apparecchiature e quelli indiretti sull'ambiente circostante.

L'area interessata dall'installazione delle opere in progetto risulta distanze da luoghi abitati o potenzialmente caratterizzati da presenza antropica per più di 4 ore.

Al fine di ridurre le emissioni di rumore, si interverrà direttamente sui macchinari impiegati, sia nella scelta di dispositivi a bassa emissione sonora che mediante interventi successivi volti ad attutire ed attenuare i livelli di rumore.

Le emissioni relative agli interruttori ed agli ausiliari sono di breve durata e poco frequenti e, specialmente per le attuali tecnologie delle apparecchiature installate (interruttori SF6) non generano livelli di pressione acustica apprezzabili alla periferia degli impianti.

Nei trasformatori di potenza le sorgenti primarie di rumore sono le vibrazioni del circuito magnetico che si manifestano sotto l'azione di due fenomeni associati alle variazioni periodiche del campo magnetizzante: la deformazione longitudinale per magnetostrizione dei lamierini e il loro spostamento trasversale per effetto delle forze magnetiche. Per limitare drasticamente il livello di rumore legato a quanto appena descritto si utilizzeranno trasformatori per i quali siano adottati i seguenti accorgimenti:

- Montaggio accurato;
- Riduzione dell'induzione;
- Uso di lamierino di alta qualità;
- Nucleo a giunti sfalsati (step-lap).

Altra fonte di rumore è, nel caso di raffreddamento forzato, il funzionamento degli aerotermini, evitabile facendo ricorso a macchine con sistema di raffreddamento naturale (ONAN).

Qualora fosse indispensabile l'utilizzo del raffreddamento con aria forzata, si utilizzeranno ventilatori a bassa portata e si provvederà ad adottare dispositivi di insonorizzazione.

Qualora fosse necessario intervenire con interventi di risanamento acustico, si provvederà ad adottare barriere passive idonee a riportare i valori nei limiti di legge.

In particolare saranno utilizzati elementi armonizzanti interposti tra la macchina ed il pavimento, celle schermate acusticamente o schermi fonoassorbenti.

2.2.3 DISTURBI SU FAUNA ED AVIFAUNA

L'impianto eolico potrà avere possibili interazioni con la fauna e soprattutto con l'avifauna, sia migratoria che stanziale.

Le interazioni dell'impianto con la fauna sono legate all'occupazione del territorio e ai possibili disturbi (rumore, movimento delle pale) prodotti dal parco eolico.

Le interazioni con l'avifauna sono correlate oltre all'occupazione del territorio e ai possibili disturbi indotto dall'alterazione del campo aerodinamici ed anche alla possibilità di impatto (soprattutto notturno) durante il volo, costituendo una causa di mortalità diretta.

Dall'analisi dei diversi studi risulta che, in generale, il rischio di collisioni è basso in ambienti terrestri, anche se questi sono posti in prossimità di aree umide e bacini; sembra infatti che gli uccelli riescano a distinguere meglio la sagoma degli aereogeneratori, probabilmente per il maggior contrasto con l'ambiente circostante. Inoltre risulta cruciale la corretta progettazione e definizione del layout d'impianto: deve essere evitato l'effetto selva e garantito il giusto distanziamento tra gli aerogeneratori, così che non si crei una barriera artificiale che ostacoli il passaggio dell'avifauna.

Indagini effettuate in siti esistenti hanno dimostrato la bassissima mortalità legata alla presenza a parchi eolici funzionanti.

Il National Wind Coordinating Committee (NWCC) ha prodotto un report in cui è dichiarato che la probabilità di collisione tra avifauna e aerogeneratori è pari allo 0,01-0,02 % e che la associata mortalità è da ritenersi biologicamente e statisticamente trascurabile, in special modo se confrontata con tutte le altre cause antropiche. Tale studio è confermato dalle indagini condotte dalla WETS Inc su differenti impianti eolici americani. Di seguito si riportano i risultati ottenuti a valle di osservazioni condotte per un periodo variabile dai 2 ai 4 anni e contenuti nel report *"Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments"*

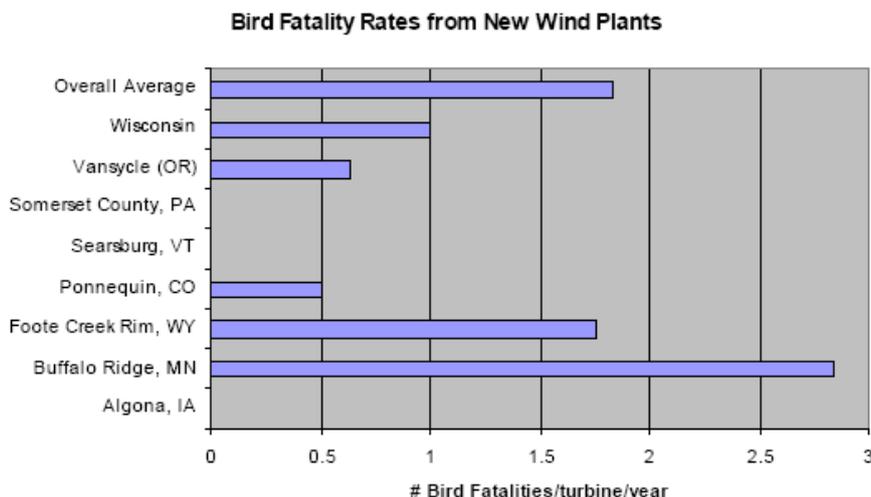


Fig. 2.3 – Mortalità annua avifauna per turbina, in differenti siti eolici in America (Erickson et al. 2001)

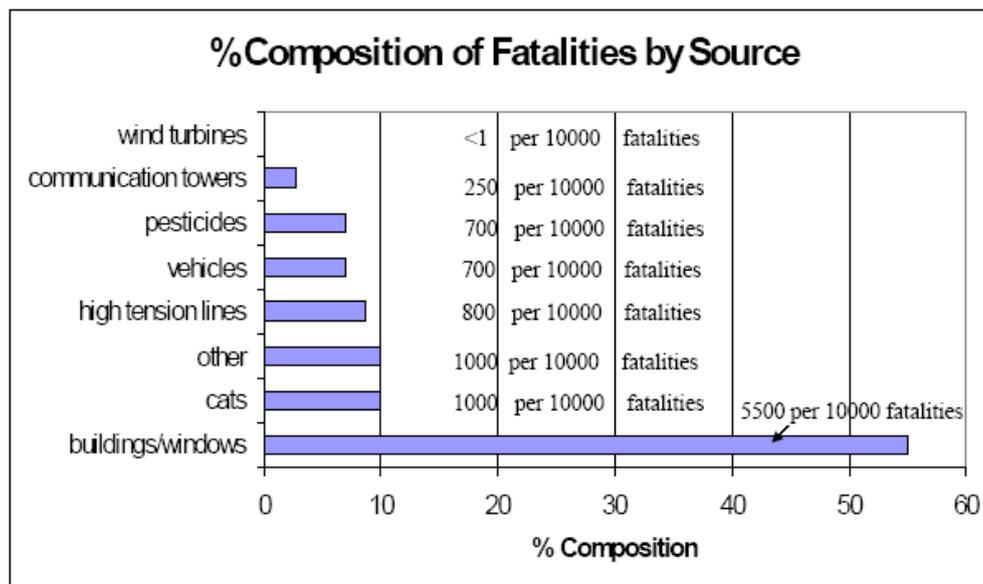


Fig. 2.4 – Composizione percentuale delle cause di mortalità annua avifauna

Si ritiene che la realizzazione dell'impianto in progetto e delle opere elettriche ad esso accessorie, per quanto vada ad estendere l'entità del disturbo ad un'area più vasta di quella tuttora in essere, non inficia e non aggrava in maniera rilevante la situazione attuale, che è già caratterizzata da attività antropiche che mal si sposano con le necessità degli habitat dell'avifauna. L'area d'installazione dell'impianto proposto è, infatti, periodicamente sottoposta dagli stessi agricoltori locali alla pratica degli incendi controllati delle stoppie, al fine di evitare incendi improvvisi ed ingestibili, in particolare nei mesi più caldi nel periodo estivo (luglio-agosto), nonché già interessata da installazioni eoliche.

La probabilità di impatto può essere sintetizzata in questi termini:

- sulla fauna stanziale, *bassa*, poiché si tratta di specie diffuse in tutta la provincia, che hanno dimostrato di adattarsi facilmente ad ambienti semi antropizzati;
- sui rapaci con particolare riferimento a quelli migratori, *nulla*, poiché le rotte di migrazione di tale specie non interessano l'area di installazione degli aerogeneratori;
- uccelli acquatici migratori, *bassa*, poiché queste specie prediligono altri ambienti con caratteristiche diverse da quelle delle aree di intervento;
- su tutti gli altri migratori, *bassa*, poiché non sono state riscontrate particolari concentrazioni in corrispondenza dell'area di intervento;
- sui chiropteri, si presume *nulla*.

2.2.3.1 LE INTERFERENZE CON LE ROTTE DEI VOLATILI E MISURE DI MITIGAZIONE

L'Italia è interessata dal passaggio di specie che dal Nord-Europa si dirigono verso l'Africa (**passo**), da specie che arrivano a partire dal periodo tardo-invernale fino a quello estivo per riprodursi (**visitatrici estive** o **estivanti**, cioè presenti in una data area nella primavera e nell'estate) o da specie che vengono a svernare nel nostro paese da territori più settentrionali (**visitatrici invernali** o **svernanti**) come i lucherini (*Carduelis spinus*). Nello studio dell'avvicinarsi delle varie specie, in una certa area all'interno di un dato ambiente, nel corso dell'anno è stata definita una serie di periodi:

1. stagione pre-primaverile (da metà febbraio alla prima decade di marzo);
2. stagione primaverile (dalla seconda decade di marzo ad aprile-maggio);

3. stagione estiva (15 maggio - 31 luglio);
4. stagione autunnale (1 agosto - 30 settembre);
5. stagione pre-invernale (1 ottobre - 30 novembre);
6. stagione invernale (dicembre - gennaio - febbraio).

L'aspetto che rimane più affascinante e meno noto nel fenomeno delle migrazioni è la capacità di orientamento degli uccelli. I meccanismi che consentono ai migratori di seguire rotte costanti sono molteplici: la posizione del sole (ed il suo azimut) ed i suoi movimenti, la posizione di catene montuose, quella i sistemi fluviali (ovviamente per migrazioni diurne), la direzione dei venti, la posizione della luna e delle stelle (per le migrazioni notturne), il campo magnetico terrestre ecc. Sembra che poi gli uccelli possiedano una sorta di carta geografica mentale dei territori in cui vivono che rapportano in qualche modo ai punti di orientamento più generali (sole, stelle...) e che costruiscono memorizzando alcuni dati territoriali (ad esempio i corsi d'acqua) o, per quanto riguarda i piccioni viaggiatori, olfattivi. Talvolta, però, le rotte migratorie non risultano costanti, ma si modificano in modo più o meno marcato: spesso questo è dovuto a fattori di disturbo antropici, come, per fare alcuni esempi, la presenza di città illuminate che alterano l'orientamento notturno offuscando la percezione delle stelle oppure operazioni di bonifica che hanno eliminato superfici palustri su cui sostavano e traevano informazioni per l'orientamento gli uccelli di passo.

In Italia sono noti alcuni siti in cui si concentrano molte specie migratrici, noti anche con il termine **bottle-neck**. Quelli più importanti nel nostro Paese sono lo Stretto di Messina, dove in primavera si possono contare sino a 30.000 rapaci e cicogne, il promontorio del Conero, quello del Circeo, le alture di Arenzano in Liguria ed altri. Le rotte principali quindi sono senza dubbio localizzate lungo le coste o le isole principali o quelle minori, luogo di sosta ideale per esempio per centinaia di migliaia di Passeriformi come Balia nera, Codirosso, Lù grosso, Beccafico, Stiaccino, per dirne alcuni.

Le diverse specie di uccelli migratori, in base alla propria conformazione e soprattutto alle caratteristiche delle ali, sfruttano la presenza di valichi e distese d'acqua alla ricerca delle correnti più favorevoli, sollevandosi grazie alle correnti d'aria calda ascendenti (le cosiddette **termiche**) e scivolando fino alla termica successiva o fino a zone dove possono posarsi temporaneamente.

La percezione della rotta da parte dei migratori, però, ha dovuto e deve continuamente confrontarsi con molti fattori imprevisti dovuti all'azione dell'uomo sull'ambiente: i processi di riassetto territoriale, il prosciugamento di molte zone umide, l'inquinamento dell'aria e delle acque e l'uso di pesticidi hanno influito pesantemente sulla possibilità dei migratori di seguire le normali e conosciute direttrici e di trovare siti adatti alla sosta e al rifornimento di cibo.

Un aspetto da sottolineare è che spesso la costanza delle rotte migratorie ha purtroppo favorito, nel caso di alcune specie, attività di bracconaggio.

La **rotta "italica"** è particolarmente importante per molte specie migratorie che dal Sahel e dalla Tunisia attraversano il Canale di Sicilia e lo Stretto di Messina. Tra le varie specie si possono ricordare:

- in primavera: il Falco pecchiaiolo, il Biancone, la Quaglia, il cuculo, la rondine;
- in autunno: il colombaccio, il pettirosso, il cormorano, l'airone bianco maggiore, l'oca selvatica.

Di seguito si riporta un'immagine che mostra un esempio/esempi di rotte migratorie di **Cicogna bianca** (*Ciconia ciconia*), **Tordo bottaccio** (*Turdus philomelos*), **Lù grosso** (*Phylloscopus trochilus*) e **Sterna codalunga** (*Sterna paradisea*).

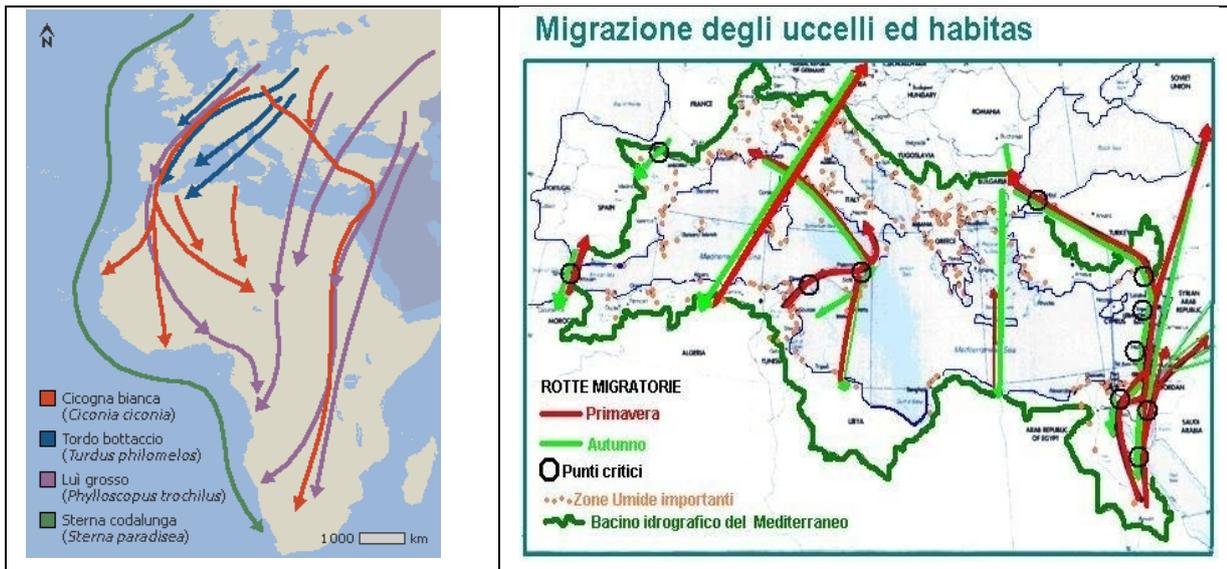


Fig. 2.5 – Rotte migratorie

La posizione del campo eolico non è interessata da rotte migratorie di avifauna, sensibile alle alterazioni fluidodinamiche generate dagli aerogeneratori, nonché soggette a rischio per la possibile collisione con le pale. Pertanto l'interferenza con le rotte di volatili può ritenersi trascurabile.

Per quanto concerne le collisioni con effetti mortali tra avifauna e pale degli aerogeneratori è difficile dare a priori una stima della probabilità e quindi dell'entità di tale impatto. Ad ogni modo è bene ricordare, a tal proposito, che Green Peace ha effettuato uno studio mirato a quantificare gli impatti mortali tra uccelli e aerogeneratori avvenuti in un parco eolico esistente ubicato in prossimità dello stretto di Gibilterra. Nonostante l'area fosse interessata da importanti flussi migratori dopo uno studio di due anni si è verificato che il numero degli impatti è del tutto esiguo, tanto che da quel momento l'associazione ambientalista si è fatta promotrice di impianti eolici per la produzione di energia elettrica dal vento.

2.2.3.1.1 Ordine di grandezza e complessità dell'impatto

Per quanto riguarda il disturbo si può tranquillamente affermare che la fauna selvatica stanziale, nella quasi sua totalità, si abitua rapidamente a rumori o movimenti, soprattutto se continui e senza bruschi cambiamenti in intensità e direzione. È opportuno precisare, inoltre, che molte delle specie presenti nell'area sono estremamente adattabili alle situazioni fortemente antropizzate tanto da trovarsi spesso nelle periferie urbane se non, addirittura, nei centri abitati.

Per valutare l'eventuale interferenza negativa delle pale dei generatori quale fonte diretta di mortalità sull'avifauna è opportuno effettuare alcune considerazioni.

Tutti gli uccelli acquatici si spostano seguendo zone umide e la costa. Tali migrazioni pertanto non interessano direttamente le aree di intervento che presentano caratteristiche differenti da quelle frequentate da tali specie.

Ovviamente oltre agli uccelli vi sono altri animali che volano e, primi fra tutti anche per importanza conservazionistica, i Chiroterti. A tal riguardo non esistono approfonditi studi nell'area d'intervento ma le conoscenze disponibili ci permettono di escludere che nei pressi dell'area in studio possano esserci particolari forme di aggregazione di tali specie animali, anche a causa dell'assenza di luoghi idonei ad ospitarle, quali le grotte.

2.2.3.1.2 Misure di mitigazione dell'impatto

Le scelte progettuali che avranno di fatto effetto di mitigazione di impatto su fauna e avifauna sono:

- utilizzo delle torri tubolari anziché a traliccio, più facilmente individuabili dagli uccelli in volo;
- raggruppamento degli aerogeneratori, disposti su più file anziché su una lunga fila;
- utilizzo di aerogeneratori a bassa velocità di rotazione;
- colorazione rossa di parte delle pale dell'aerogeneratori posti ai punti estremi del sito allo scopo di renderle più visibili alla avifauna, oltre che agli aerei in volo a bassa quota;
- interrimento dei cavi di media tensione, e assenza di linee aree di alta tensione;
- distanziamento opportuno tra gli aerogeneratori;
- contenimento dei tempi di costruzione.

2.2.4 IMPATTO SU FLORA E VEGETAZIONE

L'impatto con la flora e la vegetazione è correlato e limitato alla porzione di territorio occupato dalle pere d'impianto e riconducibile sostanzialmente al suolo e all'habitat sottratti.

Poiché l'impianto saranno realizzate quasi esclusivamente in aree coltivate, al termine della vita utile dell'impianto, sarà possibile un perfetto ripristino allo stato originario o addirittura in condizioni migliori, senza possibilità di danno a specie floristiche rare o comunque protette.

Con riferimento al sistema "copertura botanico – vegetazionale e colturale" l'area di intervento non risulta interessata da particolari componenti di riconosciuto valore scientifico e/o importanza ecologica, economica, di difesa del suolo e di riconosciuta importanza sia storica che estetica. Non si rileva sulle aree oggetto dell'intervento la presenza di specie floristiche e faunistiche rare o in via di estinzione né di particolare interesse biologico – vegetazionale.

L'impianto così come dislocato, pertanto, non produrrà alterazioni dell'ecosistema, perché l'area di intervento non è un SIC, non è una ZPS non è una Zona di ripopolamento e cattura; inoltre l'area sottoposta ad intervento presenta, di per sé, una naturalità ed una biodiversità bassa.

In particolare, nell'area in esame, la flora presenta caratteristiche di bassa naturalità, scarsa importanza conservazionistica (le specie botaniche non sono tutelate da direttive, leggi, convenzioni), nessuna diversità floristica rispetto ad altre aree.

La realizzazione delle opere d'impianto non potrà alterare alcuno di questi aspetti descrittivo dell'ambiente floristico che rimarrà di fatto immutato.

A tal proposito si riportano i dati in tabella.

Biotopi di rilevanza naturalistica	no
Zone a macchia	nessuna
Zone facenti parti di ZPS (Direttiva 79/409/CEE)	nessuna
Zone facenti parti di SIC (Direttiva 92/43/CEE)	nessuna
Copertura vegetazionale	<i>Seminativi, ortive da pieno campo</i>

2.2.4.1 MITIGAZIONE DELL'IMPATTO

Le scelte progettuali che avranno di fatto effetto di mitigazione di impatto su flora e vegetazione sono:

- minimizzazione dei percorsi per i mezzi di trasporto;
- posa dei cavidotti lungo viabilità esistente;

- adeguamento dei percorsi dei mezzi di trasporto alle tipologie esistenti;
- realizzazione di strade ottenute, qualora possibile, semplicemente battendo i terreni e comunque realizzazione di strade bianche non asfaltate;
- ripristino della flora eliminata nel corso dei lavori di costruzione;
- contenimento dei tempi di costruzione;
- al termine della vita utile dell'impianto ripristino del sito originario.

2.2.5 ALTERAZIONE GEOIDROMORFOLOGICA

Riguardo all'ambiente idro-geomorfologico si può sottolineare che il progetto non prevede né emungimenti dalla falda acquifera profonda, né emissioni di sostanze chimico - fisiche che possano a qualsiasi titolo provocare danni della copertura superficiale, delle acque superficiali, delle acque dolci profonde.

In sintesi l'impianto sicuramente non può produrre alterazioni idrogeologiche nell'area.

L'installazione interrata delle fondazioni di macchine e dei cavidotti, nel rispetto delle indicazioni delle vigenti normative, nonché l'osservanza delle distanze di rispetto dalle emergenze geomorfologiche (doline, gradini geomorfologico, ecc.) così come previsto dai regolamenti regionali, permette di scongiurare del tutto tale tipo di rischio.

Inoltre le modalità di realizzazione di dette opere per l'installazione dell'aerogeneratore e per la connessione dell'impianto alla rete elettrica nazionale, quali cavidotti interrati e cabina, costituiscono di per sé garanzie atte a minimizzare o ad annullare l'impatto, infatti:

- saranno impiegate le migliori tecniche costruttive e seguite le procedure di buona pratica ingegneristica, al fine di garantire la sicurezza delle strutture e la tutela degli elementi idro-geomorfologici caratterizzanti l'area;
- saranno sfruttate, ove possibile, strade già esistenti per la posa dei cavidotti;
- i cavi elettrici saranno interrati;
- sarà ripristinato lo stato dei luoghi alla fine della vita utile dell'impianto.

Pertanto in riferimento alla caratterizzazione dell'ambiente geoidromorfologico possiamo dire che:

- non ricorre la possibilità che si verifichino nuovi fenomeni erosivi;
- non saranno interessate aree con fenomeni geomorfologici attivi in atto;
- è esclusa l'emissione di sostanze chimico – fisiche che possano alterare lo stato delle acque superficiali e profonde.

2.2.6 IMPATTO SUL PAESAGGIO/VISIVO

Con il termine paesaggio si designa una determinata parte di territorio caratterizzata da una profonda interrelazione fra fattori naturali e antropici.

La caratterizzazione di un paesaggio è determinata dai suoi elementi climatici, fisici, morfologici, biologici e storico-formali, ma anche dalla loro reciproca correlazione nel tempo e nello spazio, ossia dal fattore ecologico.

Il paesaggio risulta quindi determinato dall'interazione tra fattori fisico-biologici e attività antropiche, viste come parte integrante del processo di evoluzione storica dell'ambiente e può essere definito come una complessa combinazione di oggetti e fenomeni legati tra loro da mutui rapporti funzionali, sì da costituire un'unità organica.

Componente visuale

La percezione del paesaggio dipende da molteplici fattori, quali la profondità, l'ampiezza della veduta, l'illuminazione, l'esposizione, la posizione dell'osservatore, ecc., elementi che contribuiscono in maniera differente alla comprensione degli elementi del paesaggio.

La qualità visiva di un paesaggio dipende dall'integrità, dalla rarità dell'ambiente fisico e biologico, dall'espressività eleggibilità dei valori storici e figurativi, e dall'armonia che lega l'uso alla forma del suolo.

Gli studi sulla percezione visiva del paesaggio mirano a cogliere i caratteri identificativi dei luoghi, i principali elementi connotanti il paesaggio, il rapporto tra morfologia ed insediamenti.

Metodologie per la valutazione dell'impatto visivo

Nel caso degli impianti eolici, costituiti da strutture che si sviluppano essenzialmente in altezza, si rileva una forte interazione con il paesaggio, soprattutto nella sua componente visuale.

Tuttavia per definire in dettaglio e misurare il grado d'interferenza che tali impianti possono provocare alla componente paesaggistica, è opportuno definire in modo oggettivo l'insieme degli elementi che costituiscono il paesaggio, e le interazioni che si possono sviluppare tra le componenti e le opere progettuali che s'intendono realizzare.

A tal fine, si rimanda all'allegato "Analisi impatto visivo" della presente relazione per i dovuti approfondimenti e per la visualizzazione del potenziale impatto che l'introduzione dell'impianto eolico in progetto produrrebbe nel contesto paesaggistico attuale.

2.2.7 IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Di seguito sarà analizzato l'impatto elettromagnetico indotto dalle opere d'impianto.

L'impatto elettromagnetico relativo all'impianto di connessione elettrica di utenza in progetto è legato:

- alla realizzazione dei cavidotti interrati MT per il trasporto dell'energia elettrica;
- alla realizzazione della Stazione di trasformazione MT/AT 30/150 kV ed in particolare alle sbarre AT 150 kV.

Nell'intervento proposto non è prevista la realizzazione di linee elettriche di utenza aeree, ma esclusivamente la realizzazione di cavidotti interrati per la distribuzione dell'energia elettrica prodotta dal parco eolico alla sottostazione di trasformazione MT/AT per la connessione e consegna alla rete elettrica AT.

Nel progetto presentato:

- non è prevista la realizzazione di nuove linee aeree di utenza MT e AT;
- le linee di collegamento elettrico tra le torri e tra le torri e la sottostazione di connessione e consegna sono tutte in cavo a 30kV ed interrate;
- la disposizione dei cavi sarà in piano;
- gli elettrodotti interrati presentano distanze rilevanti da edifici abitati o stabilmente occupati;
- la corrente viene distribuita alternata e non diretta, riducendo così le perdite a parità di tensione.

2.2.7.1 VALORE DEL CAMPO ELETTRICO INDOTTO DAI CAVIDOTTI INTERRATI

Il campo elettrico risulta ridotto in maniera significativa per l'effetto combinato dovuto alla speciale guaina metallica schermante del cavo ed alla presenza del terreno che presenta una conducibilità elevata. Per le linee elettriche interrate, i campi elettrici misurati attraverso prove sperimentali sono risultati praticamente nulli, per l'effetto schermante delle guaine metalliche e del terreno sovrastante i cavi interrati.

2.2.7.2 VALORE DEL CAMPO MAGNETICO INDOTTO DAI CAVIDOTTI INTERRATI MT

Il valore del campo magnetico indotto dipende dal valore di corrente elettrica che attraversa il conduttore, pertanto per il calcolo del valore del campo magnetico si è preso in considerazione il tratto del tracciato di messa in opera dell'elettrodotti interrato destinato al trasporto della maggiore quantità di energia prodotta dall'impianto (caso peggiore dal punto di vista dell'induzione di campi elettromagnetici).

Considerando:

- la tipologia di posa dei cavi previsti in progetto;
- la tipologia di cavidotto definito in progetto: trifase unipolare;
- la corrente massima complessiva prodotta dall'impianto;

si è valutato il valore del campo magnetico prodotto in corrispondenza della tratta in cui si avrà il massimo valore indotto, ovvero la situazione peggiore dal punto di vista del valore di campo magnetico generato. In tale tratto di cavidotto è previsto siano posate in opera due linee in cavo a 30 kV, attraversate rispettivamente da un valore di corrente pari al massimo a $I = 646,63 \text{ A}$, $I = 80,83 \text{ A}$, interrate nella medesima trincea, alla profondità di oltre 1m (pari a circa 1.2m - 1,3m), con interasse di circa 0,10m. (La scelta di valutare il campo magnetico indotto da tali terne di cavi unipolari è stata dettata dalla volontà, come detto, di analizzare il caso peggiore dal punto di vista del valore di campo magnetico generato. Le altre tratte di messa in opera dei cavidotti, infatti, in considerazione del numero di linee posate e della relativa corrente trasportata, saranno caratterizzate da un campo elettromagnetico indotto inferiore).

I calcoli sono stati effettuati sulla base delle formule analitiche di cui alla norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6)". Per la determinazione della DPA si è fatto riferimento alla portata in corrente in servizio normale, come definita dalla norma CEI 11-60.

I risultati sono mostrati nella figura che segue, in cui è riportato l'andamento, all'altezza del suolo, del campo magnetico generato.

Il campo magnetico raggiunge il suo valore massimo, pari a circa $2,85 \mu\text{T}$ ($< 3 \mu\text{T}$), in corrispondenza dell'asse delle due terne di cavi, diminuendo drasticamente ad una distanza di pochi metri.

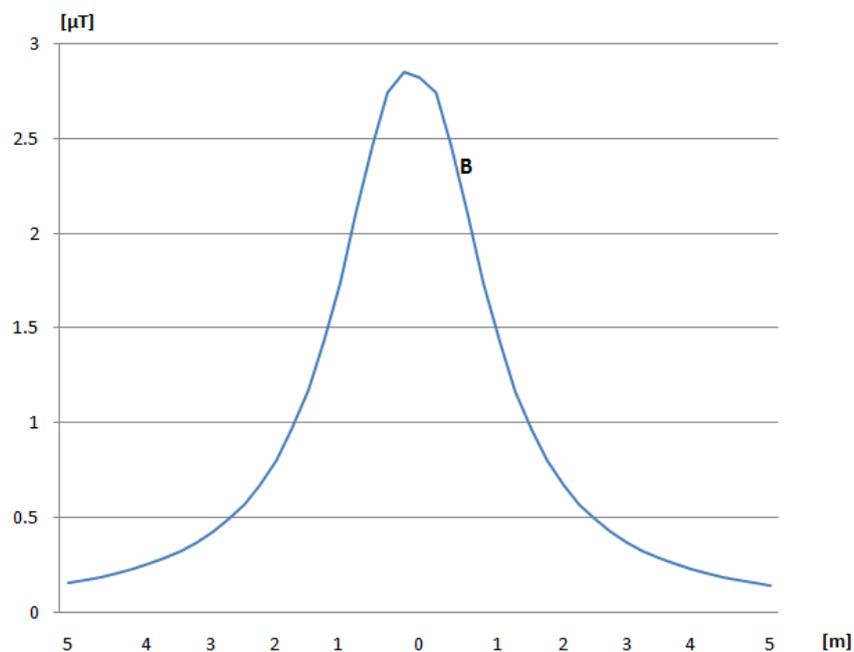


Fig. 2.6 - Campo magnetico generato dagli elettrodotti a 30 kV

In riferimento alle indicazioni della norma CEI 106-11, è stata determinata la fascia di rispetto per il limite di qualità dei 3 μ T: la ridotta distanza tra le fasi delle linee in cavo sotterraneo MT di progetto, nonché il valore di corrente che in esse circola, fa sì che l'obiettivo di qualità di 3 μ T, sia raggiunto già al di sotto del piano di calpestio.

Considerando che le linee in cavo di progetto sono da installarsi alla profondità minima di oltre 1m, in base alle valutazioni del campo magnetico indotto sopra effettuate ed in riferimento alla norma CEI 106-11, si ha che già a livello del suolo, sulla verticale dell'asse delle terne di cavi (in corrispondenza della quale risulta massimo il valore del campo magnetico generato), nelle condizioni limite di portata, si determina una induzione magnetica inferiore a 3 μ T.

Ciò significa che non è necessario stabilire una fascia di rispetto, in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque.

Quanto ottenuto è, tra l'altro, validato anche dai contenuti del par. 7.1.1 della norma CEI 106-11, in cui si legge "che per le linee in cavo sotterraneo sia di media che di bassa tensione interrate.... non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obbiettivo di qualità è rispettato ovunque" essendo lo stesso raggiunto già al di sotto del pianto di calpestio.

Poiché tutte le altre tratte di posa in opera delle condutture a MT del parco eolico presentano correnti minore di quella della tratta analizzata, la verifica del non superamento del limite di campo magnetico (3 μ T) per l'elettrodotto suddetto costituisce una valida garanzia per tutte le altre tratte di condutture a MT.

Probabilità dell'impatto

Da quanto riportato nei precedenti paragrafi, nonché nei calcoli sopra eseguiti, risulta evidente che i campi generati sono tali da rientrare nei limiti di legge e che la probabilità dell'impatto è da considerarsi praticamente del tutto trascurabile.

Le frequenze elettromagnetiche sono estremamente basse (50-300 Hz) e quindi, di per sé, assolutamente innocue. Inoltre la tipologia di installazione garantisce l'induzione un minore campo magnetico ed un decadimento dello stesso nello spazio con il quadrato della distanza dalla sorgente.

La simulazione effettuata non tiene conto dell'effetto schermante del terreno e del rivestimento di protezione del cavo. Questi fattori, unitamente alla posa a triangolo, comportano un rapido decadimento del campo magnetico indotto, riducendo drasticamente i valori del campo magnetico riportato.

Pertanto i risultati ottenuti evidenziano che i campi generati sono tali da non indurre impatti.

2.2.7.3 APPARECCHIATURE AT DI STAZIONE DI TRASFORMAZIONE

Si è valutato il campo magnetico prodotto, all'altezza di un metro dal suolo (cui corrisponde un valore del campo magnetico superiore rispetto al valore assunto al suolo, data la configurazione elettromeccanica delle sbarre AT di stazione: altezza sbarre dal suolo 4,5m), dalle massime correnti (129,33 A, in considerazione della potenza complessiva dell'impianto in progetto pari a 33,6 MW) che, a regime, possono attraversare le sbarre a 150 kV di stazione.

In figura è illustrata la distribuzione del campo magnetico nella sezione perpendicolare al piano che contiene le sbarre in funzione della distanza dall'asse delle sbarre. Nella stessa Figura è indicata la posizione della recinzione della stazione rispetto all'asse delle sbarre.

Si osserva che il campo magnetico, a ridosso della recinzione più prossima, assume valori ben al di sotto dei limiti di qualità prescritti, pari a 3 μ T.

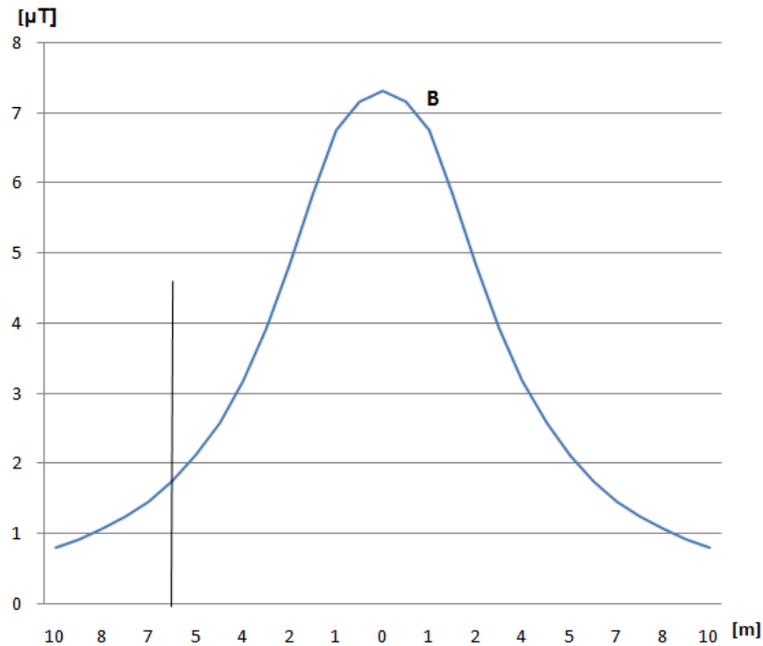


Fig. 2.7 – Campo elettromagnetico prodotto dalle sbarre AT di stazione e recinzione (linea verticale in nero)

In considerazione della definizione delle DPA è da rilevare, in conseguenza delle valutazioni sopra riportate, che il limite di qualità è raggiunto già all'interno della perimetrazione recintata di stazione elettrica. All'interno della stessa, inoltre, essendo progettata in conformità alle norme tecniche del Codice di Rete e del Comitato elettrotecnico Italiano (CEI), il layout elettromeccanico delle strutture è tale da garantire il valore di campo magnetico ammissibile per tale tipo di opera.

L'attenzione sempre maggiore rivolta alla tutela della salute delle specie viventi in generale e degli esseri umani in particolare, ha condotto alla definizione di schemi progettuali in grado di minimizzare e mitigare quanto più possibile gli effetti indotti da tali opere elettriche. Numerosi studi condotti sull'argomento hanno evidenziato che a circa 10 – 20 m di stazione, l'induzione magnetica può essere ritenuta trascurabile, inferiore al valore di 0,2 μT .

Analoghe considerazioni possono farsi relativamente al valore del campo elettrico.

2.2.7.4 APPARECCHIATURE AT DI STAZIONE DI TRASFORMAZIONE - STIMA IMPATTO CUMULATO

Si è valutato il campo magnetico prodotto, all'altezza di un metro dal suolo (cui corrisponde un valore del campo magnetico superiore rispetto al valore assunto al suolo, data la configurazione elettromeccanica delle sbarre AT di stazione di parallelo: altezza sbarre dal suolo 7,5m), dalle massime correnti (339,5 A, in considerazione della potenza complessiva degli impianti serviti dalla sottostazione elettrica di utente in progetto pari a 88,2MW) che, a regime, possono attraversare le sbarre a 150 kV di stazione di parallelo.

In figura è illustrata la distribuzione del campo magnetico nella sezione perpendicolare al piano che contiene le sbarre in funzione della distanza dall'asse delle sbarre. Nella stessa Figura è indicata la posizione della recinzione della stazione rispetto all'asse delle sbarre.

Si osserva che il campo magnetico, a ridosso della recinzione più prossima, assume valori al di sotto dei limiti di qualità prescritti, pari a 3 μT .

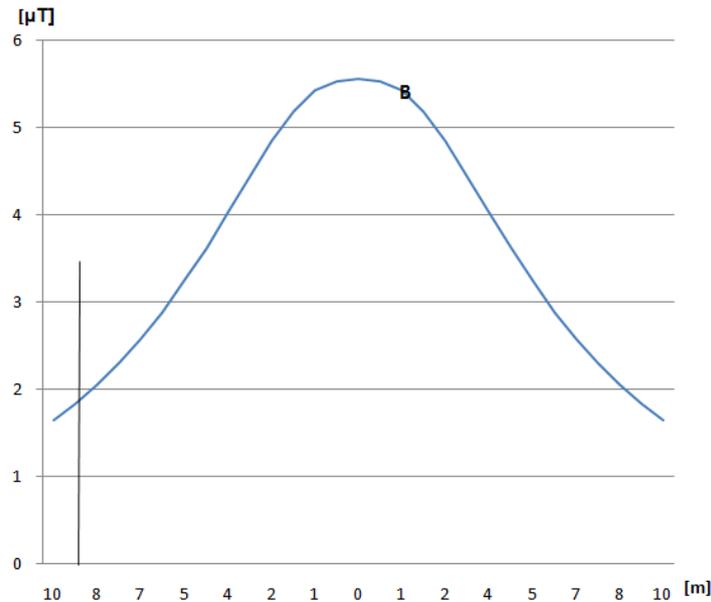


Fig. 2.8 – Campo elettromagnetico prodotto dalle sbarre AT di stazione e recinzione (linea verticale in nero)

In considerazione della definizione delle DPA è da rilevare, in conseguenza delle valutazioni sopra riportate, che il limite di qualità è raggiunto già all'interno della perimetrazione recintata di stazione elettrica. All'interno della stessa, inoltre, essendo progettata in conformità alle norme tecniche del Codice di Rete e del Comitato elettrotecnico Italiano (CEI), il layout elettromeccanico delle strutture è tale da garantire il valore di campo magnetico ammissibile per tale tipo di opera.

L'attenzione sempre maggiore rivolta alla tutela della salute delle specie viventi in generale e degli esseri umani in particolare, ha condotto alla definizione di schemi progettuali in grado di minimizzare e mitigare quanto più possibile gli effetti indotti da tali opere elettriche. Numerosi studi condotti sull'argomento hanno evidenziato che a circa 10 – 20 m di stazione, l'induzione magnetica può essere ritenuta trascurabile, inferiore al valore di 0,2 μT.

Analoghe considerazioni possono farsi relativamente al valore del campo elettrico.

2.2.8 INDICAZIONI SULLE EMISSIONI LEGATE ALLA PRESENZA DELLA SOTTOSTAZIONE

Rumore

In merito alla emissione di rumore, vanno rispettati i limiti più severi tra quelli riportati al DPCM del 1 marzo 1991, al DPCM del 14.11.1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (legge n.447 del 26/10/1995).

Effetto corona e compatibilità elettromagnetica

Si applicano il par. 3.1.6. ed il par. 8.5 della Norma CEI 11-1, nonché gli ulteriori suggerimenti illustrati all'art. 13.6 della Guida CEI 11-37.

Campi elettrici e magnetici, radiofrequenze

In merito ai limiti dei campi elettrici e magnetici, a livello nazionale, saranno rispettati quelli indicati dal DPCM del 23 aprile 1992. In merito ai limiti di radiofrequenze, saranno rispettati quelli indicati dal DM del 10 settembre 1998, n.381.

2.2.8.1 VALORE DEL CAMPO MAGNETICO INDOTTO DAL CAVIDOTTO INTERRATO AT

Considerando:

- la tipologia di posa prevista in progetto;

- la tipologia di cavidotto definito in progetto: trifase unipolare;
- la corrente massima complessiva trasportata dal cavidotto AT;

si è valutato il valore del campo magnetico prodotto in corrispondenza della tratta in cui è previsto sia posato in opera la linea in cavo a 150kV interrata, attraversata da un valore di corrente pari al massimo a $I = 339,5$ A (in considerazione della potenza complessiva degli impianti serviti dalla sottostazione elettrica di utente in progetto pari a 88,2 MW) interrata in trincea, alla profondità di oltre 1,6m.

I calcoli sono stati effettuati sulla base delle formule analitiche di cui alla norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6)". Per la determinazione della DPA si è fatto riferimento alla portata in corrente in servizio normale, come definita dalla norma CEI 11-60.

I risultati sono mostrati nella figura che segue, in cui è riportato l'andamento, all'altezza del suolo, del campo magnetico generato.

Il campo magnetico raggiunge il suo valore massimo, pari a circa $2,87\mu\text{T}$ ($<3\mu\text{T}$), in corrispondenza dell'asse del cavo, diminuendo drasticamente ad una distanza di pochi metri.

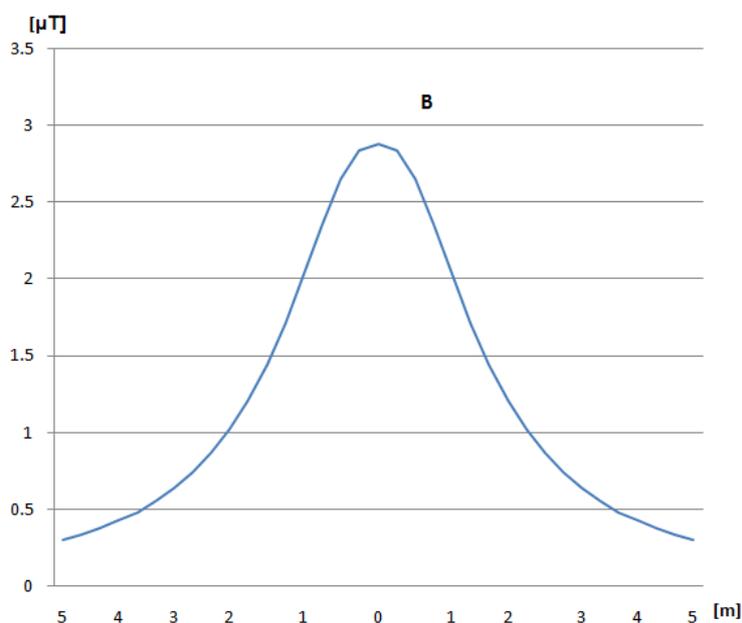


Fig. 2.9 - Campo magnetico generato da elettrodotto interrato a 150kV

In riferimento alle indicazioni della norma CEI 106-11, è stata determinata la fascia di rispetto per il limite di qualità dei $3\mu\text{T}$: la ridotta distanza tra le fasi delle linee in cavo sotterraneo AT di progetto, nonché il valore di corrente che in esse circola, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$, sia raggiunto già al di sotto del piano di calpestio.

Considerando che le linee in cavo di progetto sono da installarsi alla profondità minima di oltre 1,6m, in base alle valutazioni del campo magnetico indotto sopra effettuate ed in riferimento alla norma CEI 106-11, si ha che già a livello del suolo, sulla verticale dell'asse delle terne di cavi (in corrispondenza della quale risulta massimo il valore del campo magnetico generato), nelle condizioni limite di portata, si determina una induzione magnetica inferiore a $3\mu\text{T}$.

2.2.8.2 ANALISI DELL'IMPATTO GENERATO DALLA FUTURA STAZIONE ELETTRICA RTN

Per l'analisi dell'impatto elettromagnetico indotto dalle opere RTN, si rimanda all'elaborato di riferimento del progetto di stazione RTN 380/150kV redatto da TERNA Spa.

2.2.8.3 RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE E RECETTORI SENSIBILI

Le opere elettriche in progetto e relative DPA non interessano aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore di persone, rispondendo pienamente agli obiettivi di qualità dettati dall'art.4 del D.P.C.M 8 luglio 2003.

Inoltre rispettano ampiamente le distanze da fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporti tempi di permanenza prolungati, previste dal D.P.C.M. 23 aprile 1992 "Limiti massimi di esposizione al campo elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale di 50 Hz negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Infatti:

- il tracciato del cavo MT ed AT è tale da non interessare luoghi tutelati ex art.4.1 del D.P.C. 8 luglio 2003. Inoltre, come dimostrato in precedenza, ad esso non è associabile un valore di DPA, essendo l'obiettivo di qualità dei 3 μ T raggiunto già al di sotto del piano di calpestio;
- il luogo d'installazione della stazione di trasformazione MT/AT non è sito in prossimità di luoghi tutelati ex art.4.1 del D.P.C. 8 luglio 2003. Inoltre, come dimostrato in precedenza, i valori di DPA generati dai componenti di stazione ricadono all'interno della perimetrazione recintata della stessa.

2.2.9 DISTURBO AERODINAMICO

La definizione e la quantificazione del disturbo fluidodinamico indotto da un aerogeneratore risulta fondamentale nella corretta definizione del *siting*, che vede la ricerca del migliore layout di impianto, sia in termini di producibilità delle singole macchine, sia in termini di vita utile delle stesse. La scia turbolenta che si genera a valle di ciascun rotore, oltre a comportare un deficit di velocità del vento (che si traduce in una diretta perdita di producibilità), induce nella macchina sollecitazioni a fatica tali da comprometterne l'affidabilità ed il buono stato di funzionamento (vita utile). E' per tale motivo che nella definizione del layout devono essere garantite, così come prescritto nelle direttive regionali, le distanze minime che da letteratura garantiscono un'interferenza fluidodinamica reciproca minima tra gli aerogeneratori d'impianto: 5-7 diametri nelle direzioni prevalenti del vento (definite tali sia per la frequenza di accadimento che per l'energia trasportata) e 3-5 nelle altre direzioni.

Tali distanze sono state anche valutate e adottate in considerazione dell'andamento orografico e morfologico del sito, al fine di evitare fenomeni di turbolenza tali da compromettere il corretto funzionamento dell'impianto.

Near e far Weak

La variazione del campo aerodinamico indotto da un aerogeneratore è legata all'estrazione di energia dal vento ad opera del rotore della macchina eolica impiegata.

La quantità di energia che il vento trasferisce al rotore di una turbina eolica dipende:

- *dalla densità dell'aria*: così come l'energia cinetica di un corpo in movimento è proporzionale alla sua massa, l'energia cinetica del vento dipende dalla densità dell'aria: più pesante è l'aria, maggiore sarà l'energia ricevuta dalla turbina;
- *dall'area del rotore*. L'area del rotore determina quanta energia una turbina è capace di estrarre dal vento: l'area aumenta col quadrato del diametro del rotore, perciò raddoppiando il diametro del rotore una turbina riceverà 4 volte più energia;
- *dalla velocità del vento*: la potenza disponibile dal vento dipende dal cubo della velocità.

Solo una parte, circa massimo il 60% (*Legge di Betz*), dell'energia cinetica posseduta dal flusso è trasferita al rotore. Infatti, se il vento cedesse tutta la sua energia, a valle del rotore risulterebbe una massa d'aria

immobile ($v=0$ m/s) che impedirebbe ad altra massa d'aria di fluire, compromettendo di fatto il funzionamento dell'aerogeneratore.

Pertanto il flusso, attraversando il rotore, cede parte della sua energia e subisce un rallentamento.

La differenza di velocità che si viene a creare tra il flusso indisturbato e quello disturbato si manifesta come una scia turbolenta (*wake*) a valle del rotore (disturbo del campo aerodinamico), solitamente distinta in "*near-wake*" e "*far-wake*".

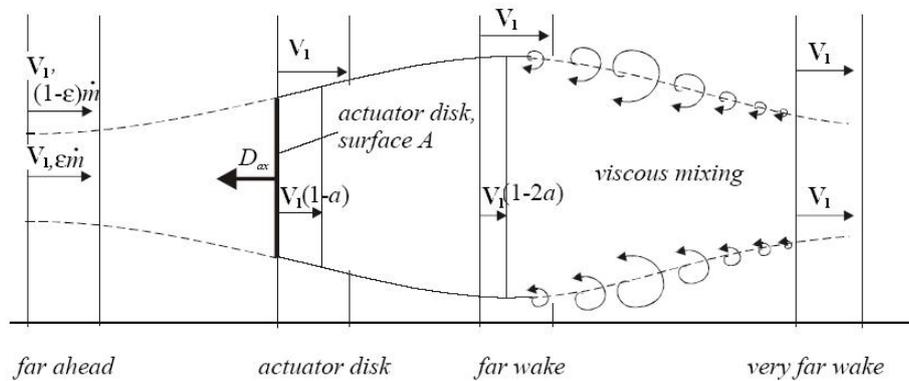


Fig. 2.10 – Rappresentazione grafica del disturbo aerodinamico a valle del rotore

Il *near-wake* è proprio dell'area situata immediatamente a valle della turbina ed è influenzato dalle caratteristiche della stessa: le dimensioni del diametro del rotore, il numero di pale da cui è costituito ed il loro profilo aerodinamico, in particolare, ne determinano l'entità.

Il *far-wake* è proprio della regione oltre il *near-wake* e la sua estensione è legata alla turbolenza ambientale nonché al tempo di trasporto: maggiore è questo ultimo, maggiore risulta l'influenza della turbolenza atmosferica sulla diffusione.

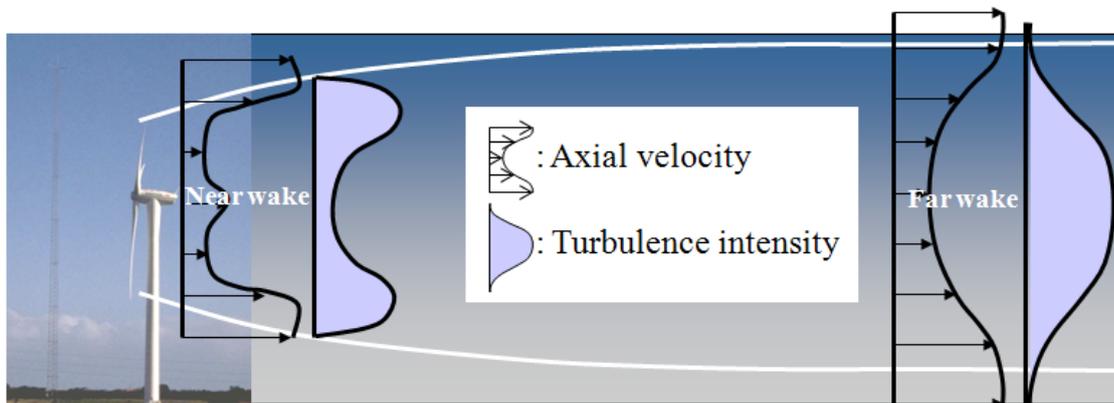


Fig. 2.11 – Evoluzione della scia (DTU, 2007)

I parametri con cui caratterizzare il *wake* sono:

- il deficit di velocità relativa;
- intensità della turbolenza.

La turbolenza propria del disturbo aerodinamico che si genera a valle del rotore decade nel tempo e subisce il trasporto ad opera degli agenti atmosferici. In particolare essa è caratterizzata:

- da una propria legge di decadimento, contraddistinta da tempi brevi;
- è influenzata dalla tipologia dell'aerogeneratore oltre che dalle variabili meteorologiche.

In considerazione delle caratteristiche anemometriche di sito, al layout d'impianto ed alle distanze presenti (5-7 diametri nelle direzioni prevalenti, 3-5 diametri nelle altre) tra gli aerogeneratori, l'interferenza fluidodinamica reciproca che potrà generarsi per condizioni di vento standard è tale da:

- non indurre carichi a fatica in grado di compromettere in maniera rilevante la vita utile delle macchine;
- da non indurre un deficit di efficienza del rotore superiore al 10 %.

2.2.9.1 *DISTURBI ALLA NAVIGAZIONE AEREA*

Per quanto concerne i disturbi alla navigazione aerea prodotti dalla perturbazione del campo aerodinamico degli aerogeneratori, questi possono essere trascurabili dal momento che:

- la perturbazione del campo aerodinamico interessa una regione dello spazio di altezza massima di circa 241m, quota di solito non interessata dalle rotte aeree;
- saranno richieste alle autorità civili (ENAC, ENAV) e militari (Aeronautica Militare) di controllo del volo aereo autorizzazioni specifiche;
- saranno adottate le opportune misure di segnalazioni, così come indicato dalla disposizione vigenti in merito.

Al fine di rendere visibile l'impianto, gli aerogeneratori saranno attrezzati con idonee segnalazioni diurne (pitturazione bianca e rossa delle pale e della torre) e notturne (luci rosse), così come stabilito dalla normativa vigente. Le strutture a sviluppo verticale saranno provviste della segnaletica ottico-luminosa prescritta dall'autorità competente, in conformità alla normativa in vigore per l'identificazione di ostacoli a bassa quota, per la tutela del volo a bassa quota.

2.2.9.2 *MISURE DI MITIGAZIONE DELL'IMPATTO*

Nessuna misura di mitigazione è necessaria.

2.2.10 OMBREGGIAMENTO E SHADOW FLICKERING

2.2.10.1 *EVOLUZIONE DELL'OMBRA*

Lo studio dell'evoluzione dell'ombra ha lo scopo di accertare che non si verifichino interferenze nel campo visivo di abitazioni e viabilità ed accertare che non si verifichino impreviste permanenze di gelo sulle carreggiate eventualmente interessate dalla permanenza di ombre.

Dall'analisi dei risultati delle indagini condotte e delle simulazioni effettuate mediante modellazione numerica, può affermarsi che l'ombreggiamento indotto dagli aerogeneratori in progetto sui recettori potenzialmente sensibili individuati sia da ritenersi trascurabile.

Si rimanda alla relazione specialistica "*Studio dell'evoluzione dell'ombra e shadow flickering*", per la trattazione completa.

2.2.10.2 *SHADOW FLICKERING*

Lo *shadow flickering* consiste in una variazione periodica dell'intensità luminosa osservata, causata dalla proiezione, su una superficie, dell'ombra indotta da oggetti in movimento.

Per un impianto eolico tale fenomeno è generato dalla proiezione, al suolo o su un recettore, dell'ombra prodotta dalle pale in rotazione degli aerogeneratori.

Dal punto di vista di un recettore, lo *shadow flickering* si manifesta in una variazione ciclica dell'intensità luminosa: in presenza di luce solare diretta, un recettore localizzato nella zona d'ombra indotta dal rotore, sarà investito da un continuo alternarsi di luce diretta ed ombra, causato dalla proiezione delle ombre dalle pale in movimento.

Durata ed entità dello Shadow Flickering sono determinate e condizionate:

- dalla distanza tra aerogeneratore e recettore;
- dalla direzione ed intensità del vento;
- dall'orientamento del recettore;

- dalla presenza o meno di ostacoli lungo la linea di vista recettore – aerogeneratore – sole;
- dalle condizioni meteorologiche;
- dall'altezza del sole.

Al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello *shadow flickering* indotto dalle opere in progetto sono state effettuate simulazioni in considerazione:

- del diagramma solare riferito alla latitudine di installazione del parco;
- dell'altezza complessiva di macchina, intesa quale somma tra l'altezza del mozzo e la lunghezza di pala;
- dall'orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- della posizione del sole e quindi della proiezione dell'ombra rispetto ai recettori.
- della posizione dei possibili recettori.

Le simulazioni effettuate sono state condotte in condizioni conservative, assumendo:

- il cielo completamente sgombro da nubi, foschia, ecc.;
- i rotori in rotazione continua;
- l'orientamento dei rotori sempre tale da essere frontale ad i recettori;
- il terreno piatto, privo di ostacoli;
- il sole ad un'altezza minima pari a 20° sopra l'orizzonte;
- nessun ostacolo interposto tra il recettore e la turbina eolica.

La simulazione dell'evoluzione delle ombre è stata effettuata mediante il motore grafico contenuto nel software AutoCad di Autodesk, che permette di visualizzare le ombre proiettate da oggetti tridimensionali in funzione della latitudine e longitudine del luogo considerato, del giorno e dell'ora stabilita. E' stato realizzato un modello 3D del parco eolico, che è stato sovrapposto alla carta tecnica regionale, così da evidenziare la posizione delle ombre in relazione ai potenziali recettori.

Dai risultati delle indagini condotte e delle simulazioni effettuate mediante modellazione numerica, può affermarsi che il fenomeno dello *shadow flickering* indotto dagli aerogeneratori in progetto sui recettori individuati, anche in considerazione:

- delle condizioni di illuminazione esistenti negli orari in cui si manifesterebbe il fenomeno (dominanza di radiazione diffusa rispetto a quella diretta);
- della breve durata di accadimento del fenomeno (sempre inferiore ad un'ora);
- delle condizioni non reali considerate per l'analisi del fenomeno, ossia il verificarsi contemporaneo delle situazioni più sfavorevoli per un recettore soggetto a *shadow flickering* (concomitanza di assenza di nuvole o nebbia, rotore frontale ai recettori, rotore in movimento continuo, assenza di ostacoli, luce diretta, ecc.);

sia trascurabile e non produca impatto rilevabile.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda relazione specialistica "*Studio dell'evoluzione dell'ombra e shadow flickering*".

2.3 RISCHIO DI INCIDENTI

Di seguito sarà fornita una descrizione dei potenziali rischi negativi e significativi imputabili all'impianto eolico in progetto e le misure previste per evitare e/o mitigare gli impatti ambientali significativi e negativi di tali eventi.

2.3.1 ROTTURA ACCIDENTALE ELEMENTI ROTANTI

La rottura accidentale di un elemento rotante (la pala o un frammento della stessa) di un aerogeneratore ad asse orizzontale può essere considerato un evento raro, in considerazione della tecnologia costruttiva ed ai materiali impiegati per la realizzazione delle pale stesse. Tuttavia, al fine della sicurezza, la stima della gittata massima di un elemento rotante assume un'importanza rilevante per la progettazione e l'esercizio di un impianto eolico.

Il rischio è considerato in questo contesto come combinazione di due fattori:

- la probabilità che possa accadere un determinato evento;
- la probabilità che tale evento abbia conseguenze sfavorevoli.

Durante il funzionamento dell'impianto, il più grande rischio è dovuto alla caduta di oggetti dall'alto.

Queste cadute possono essere dovute alla rottura accidentale di pezzi meccanici in rotazione.

Le pale dei rotori di progetto sono realizzate in fibra di vetro rinforzato con materiali plastici quali il poliestere o le fibre epossidiche. L'utilizzo di questi materiali limita sino a quasi ad annullare la probabilità di distacco di parti meccaniche in rotazione: anche in caso di gravi rotture le fibre che compongono la pala la mantengono di fatto unita in un unico pezzo (seppure gravemente danneggiato).

La statistica riporta fra le maggiori cause di danno quelle prodotte direttamente o indirettamente dalle fulminazioni. Proprio per questo motivo il sistema navicella- rotore- torre tubolare sarà protetto fulminazione in accordo alla norma IEC 61400-24 – livello I.

Pertanto possiamo sicuramente affermare che la probabilità che si produca un danno al sistema con successivi incidenti è bassa, seppure esistente.

Da un punto di vista teorico, non prendendo in considerazione le caratteristiche aerodinamiche proprie della pala, la gittata maggiore della pala o della sezione di pala distaccata, si avrebbe nel caso di distacco in corrispondenza della posizione palare pari a 45 gradi e di moto a "giavellotto" del frammento.

Nella realtà la pala ha una complessità aerodinamica tale per cui il verificarsi di un moto a giavellotto è praticamente impossibile: le forze di resistenza viscosa, le azioni resistive del vento ed il moto di rotazione complesso dovuto al profilo aerodinamico della pala/frammento-di-pala, si oppongono al moto e riducono il tempo e la distanza di volo.

La traiettoria iniziale della pala/sezione-di-pala distaccata è determinata principalmente dall'angolo in corrispondenza del quale avviene il distacco e dall'azione esercitata dalle forze e dai momenti di inerzia.

Per quanto riguarda le forze di tipo aerodinamico e relativi momenti, queste agiranno sulla pala/sezione-di-pala influenzando i movimenti rotatori in fase di volo.

Il tempo di volo generalmente è determinato:

- dalla componente verticale della velocità iniziale posseduta dalla pala/sezione-di-pala immediatamente dopo il distacco, in corrispondenza del suo punto baricentrico;
- dalla posizione rispetto al suolo;
- dall'accelerazione verticale;
- dalle forze di attrito agenti sulla pala/sezione di pala stessa.

Il tempo di volo che si deduce da tali considerazioni è utilizzato per il calcolo della distanza.

La distanza orizzontale percorsa nella fase di volo è determinata:

- dalla componente orizzontale della velocità immediatamente dopo il distacco;

- dalla velocità del vento nel momento del distacco;
- dalle forze di attrito che agiscono sulla pala/sezione-di-pala in volo;
- dal tempo di volo.

Modello di calcolo

Il moto reale della parte distaccata risulta molto complesso, poiché dipendente, come detto, dalle caratteristiche aerodinamiche di questa e dalle condizioni iniziali (rollio, imbardata e beccheggio della pala).

I casi puramente teorici di rottura e di volo con moto "a giavellotto" sono da escludersi data la complessità aerodinamica della pala e la presenza dell'azione del vento.

Il modello teorico che meglio caratterizza il moto delle parti (siano esse sezioni di pala e la pala intera) che hanno subito il distacco, e che più si avvicina al caso reale, è il modello "Complex Rotational Motion", che permette di studiare il moto nel suo complesso, considerando i moti di rotazione intorno agli assi xx , yy , zz .

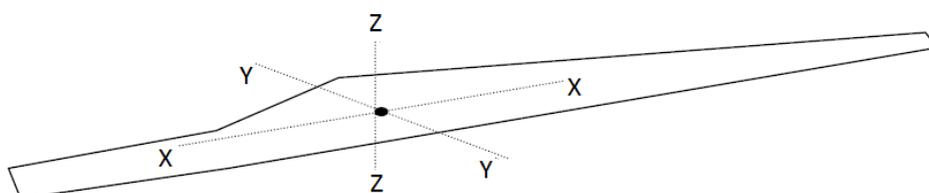


Fig. 2.12 - Rappresentazione degli assi di rotazione

La rotazione della pala intorno all'asse zz è causato dalla conservazione del momento della quantità di moto: in caso di rottura, per il principio di conservazione del momento angolare, il generico spezzone tende a ruotare intorno all'asse ortogonale al proprio piano; inoltre a causa delle diverse pressioni cinetiche esercitate dal vento, lo spezzone tende anche a ruotare intorno a ciascuno dei due assi principali appartenenti al proprio piano.

La rotazione intorno agli altri assi è dovuta alle azioni indotte dal vento incidente *out of plane* sulla pala/sezione di pala. In particolare si genera:

- un momento intorno all'asse yy : centro di massa e centro aerodinamico della pala/sezione di pala non coincidono;
- un momento intorno all'asse xx : centro di massa della sezione di pala lungo la corda e il centro aerodinamico non coincidono.

La traiettoria iniziale è determinata principalmente dall'angolo di distacco/lancio e dalle forze inerziali agenti sulla pala/ frammento di pala: al momento del distacco, oltre all'impulso, agiscono anche i momenti di *flapwise*, *edgewise* e *pitchwise*.

Pertanto il moto della parte distaccata sarà un moto rotazionale, su cui agisce anche la forza di gravità.

La resistenza offerta dalla pala al moto sia *in plane* che *out plane* è generata dalla rotazione intorno agli assi xx e yy .

La massima gittata della pala/frammento di pala è strettamente dipendente:

- dal numero di giri del rotore e quindi dalla velocità periferica della parte al momento del distacco;
- dalla posizione della pala nel momento del distacco;
- dalla dimensione del frammento;
- dal peso del frammento (più leggero è, più il suo moto è limitato dalle forze di attrito viscoso);
- dal profilo aerodinamico della pala/frammento di pala.

2.3.1.1 DISTACCO DI UNA DELLE PALE DEL ROTORE

L'accadimento del distacco di una pala completa del rotore dell'aerogeneratore può essere determinato dalla rottura della giunzione bullonata fra la pala ed il mozzo.

Le pale sono costituite da una parte strutturale (longherone) posizionata all'interno della pala e da una parte esterna (gusci) che ha sostanzialmente compiti di forma. Le tre parti, il longherone ed i due gusci, sono uniti fra loro mediante incollaggio e, alla fine del processo produttivo, costituiscono un copro unico.

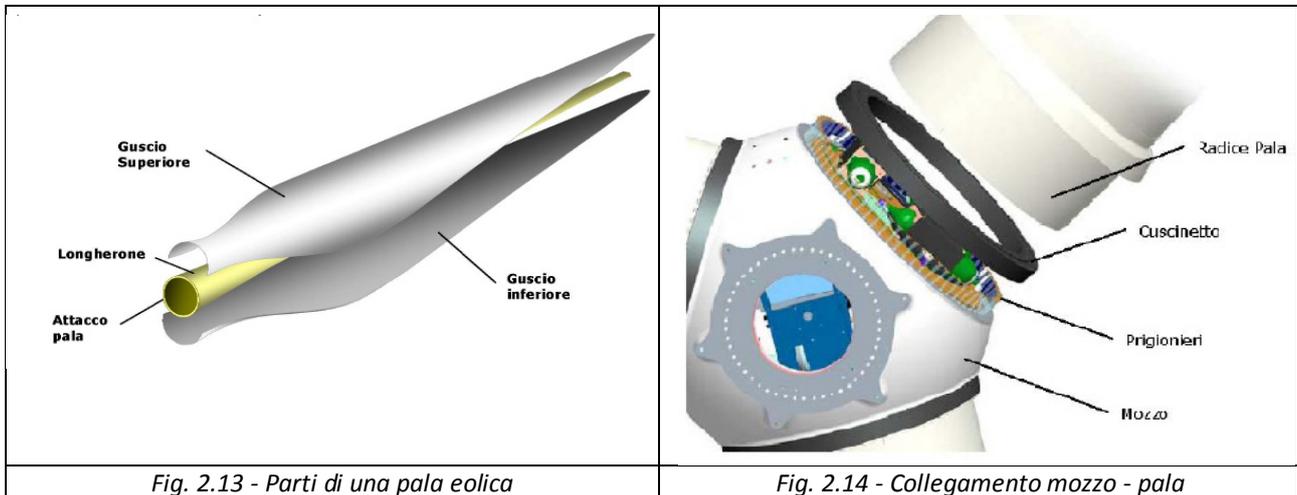


Fig. 2.13 - Parti di una pala eolica

Fig. 2.14 - Collegamento mozzo - pala

Il longherone è dotato di attacchi filettati che ne consentono il collegamento al mozzo con bulloni (prigionieri) serrati opportunamente durante l'installazione della turbina. Il precarico conferito ai prigionieri durante il serraggio ha un'influenza determinante sulla resistenza dei prigionieri stessi ai carichi di fatica e, per questo motivo, è previsto un controllo di tale serraggio durante le operazioni di manutenzione programmata della turbina.

L'evento di distacco di un'intera pala può manifestarsi esclusivamente a causa di incorretti interventi di manutenzione programmata cui l'aerogeneratore va sottoposto così come riportato nel manuale del costruttore. Per cui l'errata verifica del serraggio ed una plausibile riduzione del precarico possono determinare la rottura per fatica dei prigionieri e al distacco della pala. (26)

2.3.1.2 ANALISI AEROGENERATORE IN PROGETTO - STIMA GITTATA MASSIMA

Si rimanda alla relazione allegata "Gittata massima degli elementi rotanti".

2.3.1.3 RIDUZIONE DEL RISCHIO

E' importante evidenziare che il programma di manutenzione delle strutture prevede un'attenta analisi periodica delle stesse grazie alla quale è possibile contenere nel tempo qualsiasi rischio di rottura.

Dal punto di vista progettuale la combinazione di coefficienti di sicurezza per i carichi, i materiali utilizzati e la valutazione delle conseguenze in caso di rottura rispettano quanto prescritto dalla norma IEC61400-1. In accordo a tale norma le pale degli aerogeneratori sono considerate "fail safe". (26)

Esperienze pratica su parchi eolici esistenti, con analisi effettuata su lungo periodo, ha dimostrato che ciò che si verifica in realtà in caso di rottura di parti della pala o distacco dell'intera pala è un moto di rotazione complesso e la distanza di volo è sempre ben al di sotto dei risultati ottenuti attraverso i calcoli matematici.

Le parti che subiscono il distacco a causa di eventi esterni come la fulminazione sono state rinvenute a non più di 40-50 m dalla base della torre eolica per aerogeneratori. Ciò è dovuto anche alle caratteristiche

costruttive della pale, realizzate in fibra di vetro e carbonio rinforzato con materiali plastici quali il poliestere o le fibre epossidiche ed alla leggerezza del frammento, al cui moto si oppone la resistenza dell'aria.

L'evento di distacco di un'intera pala può manifestarsi esclusivamente a causa di incorretti interventi di manutenzione programmata cui l'aerogeneratore va sottoposto così come riportato nel manuale del costruttore. In occasione di tali tipi di evento, la pala ha raggiunto il terreno ad una distanza inferiore ai 100m (26).

In particolare è da sottolineare che gli aerogeneratori VESTAS sono dotati di un sistema di supervisione e controllo che insieme al sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) è in grado di monitorare e gestire eventuali anomalie delle turbine minimizzando le perdite di produzione ed i costi di manutenzione. Tale sistema è collegato con il sistema di controllo dell'aerogeneratore, che ferma automaticamente l'aerogeneratore in caso di guasto. Con lo stesso approccio il sistema riesce a rilevare anche danni conseguenti ad una fulminazione.

Distanza da strade ed edifici

In conformità a quanto disposto dai regolamenti nazionali e regionali vigenti, nonché in riferimento ai criteri tecnici della buona progettazione, il posizionamento di ciascun aerogeneratore è tale da rispettare le dovute distanze da strade ed edifici, al fine di garantirne la sicurezza.

2.3.2 RISCHIO DI INCIDENTI IN FASE DI CANTIERE

I principali rischi di incidente connessi con la fase di realizzazione dell'opera sono quelli tipici della realizzazione di opere in elevato: carichi sospesi, cadute accidentali dall'alto: si farà pertanto uso di tutti i dispositivi di sicurezza e modalità operative per ridurre al minimo il rischio di incidenti con ovvia conformità alla legislazione vigente in materia di sicurezza nei cantieri.

3 DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI ALTERNATIVE DEL PROGETTO

Di seguito saranno rappresentate le principali ragioni che, nell'analisi delle alternative progettuali, (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) compresa l'alternativa zero, hanno condotto alle scelte progettuali adottate.

3.1 RELATIVE ALLA CONCEZIONE DEL PROGETTO

Il progetto in esame, sviluppato in applicazione di tecnologia BAT, si pone l'obiettivo di ampliare le possibilità di produzione di energia elettrica da fonte eolica sfruttando siti privi di caratteristiche naturali di rilievo e ad urbanizzazione poco diffusa nell'auspicio di ridurre le numerose problematiche legate alla interazione tra le torri eoliche e l'ambiente circostante.

Come detto, l'impianto si configura come tecnologicamente avanzato, in speciale modo in riferimento agli aerogeneratori scelti, selezionati tra le migliori tecnologie disponibili sul mercato (BAT - Best Available Technology) e tali da garantire minori impatti ed un corretto inserimento del progetto nel contesto paesaggistico – ambientale.

L'indotto derivante dalla realizzazione, gestione e manutenzione dell'impianto porterà una crescita delle occupazioni ed una specializzazione tecnica che potrà concretizzarsi nella creazione di poligoni industriali tematici ed al rilancio dell'attività della zona. Lo stesso impianto potrà configurarsi quale esempio concreto delle applicazioni di tecnologie finalizzate allo sfruttamento delle fonti rinnovabili, producendo così un nuovo strumento di crescita socio-economica. Altro aspetto positivo legato alla realizzazione dell'impianto è la produzione di energia elettrica senza che vi sia emissione di inquinanti.

3.2 RELATIVE ALLA TECNOLOGIA

Le condizioni anemometriche di sito, per l'approfondimento delle quali si rimanda alla relazione specialistica di progetto, ed il soddisfacimento dei requisiti tecnici minimi d'impianto sono tali da ammettere l'impiego di aerogeneratori aventi caratteristiche geometriche e tecnologiche ben definite.

In particolare, di seguito un elenco delle principali considerazioni valutate per la scelta dell'aerogeneratore:

- in riferimento a quanto disposto dalla normativa IEC 61400, per la sicurezza e progettazione degli aerogeneratori, nonché la loro applicazione in specifiche condizioni orografiche, la classe di appartenenza dell'aerogeneratore nonché della torre di sostegno dello stesso;
- in riferimento alle caratteristiche anemometriche e potenzialità eoliche di sito ed alle caratteristiche orografiche e morfologiche dello stesso, la producibilità dell'impianto, scegliendo l'aerogeneratore che, a parità di condizioni al contorno, permetta di giustificare l'investimento e garantisca la massimizzazione del rendimento in termini di energia annua prodotta, nonché di vita utile dell'impianto;
- in riferimento alla distribuzione di eventuali recettori sensibili nell'area d'impianto, la generazione degli impatti prodotta dall'impianto, scegliendo un aerogeneratore caratterizzato da valori di emissione acustica idonei al contesto e tali da garantire il rispetto dei limiti previsti dalle norme di settore;
- in riferimento alla distribuzione di eventuali recettori sensibili nell'area d'impianto, la velocità di rotazione del rotore al fine di garantire la sicurezza relativamente alla rottura degli elementi rotanti ed in termini di ingombro fluidodinamico;
- in riferimento a qualità, prezzo, tempi di consegna, manutenzione, gestione, l'aerogeneratore che consenta il raggiungimento del miglior compromesso tra questi elementi di valutazione.

Ad oggi, in considerazione delle valutazioni sopra descritte e nella volontà di impiegare la migliore tecnologia disponibile sul mercato (*Best Available Technology*,) l'aerogeneratore scelto per la redazione del progetto è il modello Vestas V150 da installarsi su torre di altezza massima pari a 166m slt.

3.3 RELATIVE ALLA UBICAZIONE

Il territorio regionale è stato oggetto di analisi e valutazione al fine di individuare il sito che avesse in sé le caratteristiche d'idoneità richieste dal tipo di tecnologia utilizzata per la realizzazione dell'intervento proposto.

In particolare, di seguito i criteri di scelta adottati:

- studio dell'anemometria, con attenta valutazione delle caratteristiche geomorfologiche del territorio nonché della localizzazione geografica in relazione ai territori complessi circostanti, al fine di individuare la zona ad idoneo potenziale eolico;
- analisi e valutazione delle logistiche di trasporto degli elementi accessori di impianto sia in riferimento agli spostamenti su terraferma che marittimi: viabilità esistente, porti attrezzati, mobilità, traffico ecc.;
- valutazione delle peculiarità naturalistiche/ambientali/civiche dell'aree territoriali;
- analisi dell'orografia e morfologia del territorio, per la valutazione della fattibilità delle opere accessorie da realizzarsi su terraferma e per la limitazione degli impatti delle stesse;
- analisi degli ecosistemi;
- infrastrutture di servizio ed utilità dell'indotto, sia in termini economici che occupazionali.

Oltre che ai criteri puramente tecnici, il corretto inserimento dell'impianto nel contesto territoriale richiede che il layout d'impianto sia realizzato nel rispetto delle distanze minime di salvaguardia del benessere della popolazione del luogo e degli elementi paesaggisticamente, ambientalmente e storicamente rilevanti. I piani territoriali di tutela, i piani paesaggistici, i piani urbanistici, nonché le normative finalizzate alla salvaguardia del benessere umano ed al corretto inserimento di tale tipologie di opere nel contesto territoriale prescrivono distanze minime da rispettare, distanze che ovviamente rientrano nella corretta progettazione.

Per ciò che attiene la localizzazione della stazione di trasformazione MT/AT, opera accessoria alla messa in esercizio dell'impianto, la scelta è condizionata dalla vicinanza della stessa alla stazione RTN di connessione alla rete elettrica indicata dal gestore di rete TERNA, al fine di ridurre la lunghezza dei cavi in AT di collegamento, nonché dalla volontà di inserire l'infrastruttura in un contesto ambientale già interessato da opere antropiche simili che ne hanno alterato la naturalità.

3.3.1 ANEMOMETRIA

Durante gli studi condotti, nonché tramite l'interpretazione dei dati rilevati da stazioni meteorologiche presenti nella regione, in prossimità della zona di interesse, è stata verificata la presenza di una risorsa eolica in grado di soddisfare i requisiti tecnici minimi richiesti per la realizzazione e messa in esercizio di un impianto eolico.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica di riferimento del progetto definitivo.

3.3.2 LOGISTICHE DI TRASPORTO

La viabilità su terraferma è caratterizzata da una maglia ben articolata e con caratteristiche idonee alle specifiche esigenze della tecnologia eolica e delle opere accessorie. Il manto stradale risulta in buone condizioni e le carreggiate hanno una larghezza di oltre 4m, adatta al transito dei mezzi speciali richiesti dalla realizzazione dell'opera.

L'area d'intervento, così come si evince dagli elaborati grafici di progetto, risulta direttamente accessibile attraverso le strade provinciali e comunali presenti sul territorio ed è caratterizzato da strade vicinali ed interpoderali che saranno impiegate quali viabilità d'impianto, così da ridurre al minimo la necessità di piste di nuova realizzazione per il raggiungimento delle aree d'installazione delle WTG.

Inoltre la rete ramificata di viabilità statale e provinciale esistente, oltre a rendere agevole il trasporto delle strutture e degli elementi d'impianto, rende efficiente la filiera produttiva in termini di realizzazione, consegna/trasporto, manutenzione.

Al fine di consentire il raggiungimento delle aree di sito, si dovrà intervenire, ove necessario, in corrispondenza degli accessi alle strade provinciali, comunali e vicinali per adeguare i raggi di curvatura, le pendenze e dislivelli alle specifiche esigenze di trasporto degli elementi d'impianto.

3.3.3 VALUTAZIONE DELLE PECULIARITÀ TERRITORIALI

Il posizionamento scelto per l'installazione degli aerogeneratori, oltre alle caratteristiche anemologiche di sito, è stato subordinato alla valutazione del contesto paesaggistico ambientale, al rispetto dei vincoli e della tutela del territorio, ed alla disponibilità dei suoli.

Mediante la cartografia di inquadramento delle aree protette regionali in generale e provinciali e comunali in particolare, è stato individuato il sito, e presenta idoneità logistica ed ambientale per la realizzazione dell'intervento proposto.

L'area d'intervento è interessata da attività agricola produttiva, che conferisce al paesaggio caratteristiche di antropizzazione tali da non favorire la promozione turistica dell'area e la conservazione dell'integrità paesaggistico ambientale.

Per quanto riguarda le peculiarità ambientali, non vi sono componenti di riconosciuto valore paesaggistico territoriale, né biotipi di interesse biologico-vegetazionale né beni storici. I siti di installazione degli aerogeneratori non insistono in aree protette, ai sensi dei piani paesaggistico-territoriali-urbanistici vigenti.

Per ciò che riguarda il tracciato di messa in opera dei cavidotti interrati a servizio dell'impianto, questo è stato definito in maniera tale da minimizzarne la lunghezza ed interessare territori privi di peculiarità naturalistico – ambientali, ed ove possibili coincidenti con viabilità esistente.

3.3.4 OROGRAFIA E MORFOLOGIA DEL TERRITORIO

L'area di installazione degli aerogeneratori e delle opere connesse è collocata in una porzione di territorio avente una pendenza trascurabile e non risulta interessata da forme di versante a rischio franoso: l'area non rientra in zone franose secondo il quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano elaborato tramite il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - ISPRA). **Pertanto, non sussistono rischi d'innescio di fenomeni di erosione ed alterazioni del profilo naturale del terreno.**

La localizzazione degli aerogeneratori nell'area d'intervento è il risultato anche di considerazioni basate sul rispetto dei vincoli intesi a contenere al minimo gli effetti modificativi del suolo ed a consentire la coesistenza dell'impianto nel rispetto dell'ambiente e delle attività umane in atto nell'area.

3.3.5 ANALISI DEGLI ECOSISTEMI

Le analisi condotte hanno mostrato che l'area di impianto non ricade in perimetrazioni in cui sono presenti habitat soggetti a vincoli di protezione e tutela, né beni storici – monumentali ed archeologici, così come si rileva dalla cartografia di riferimento esistente.

In riferimento alla cartografia SIT Puglia delle aree non idonee all'installazione di impianti da FER (ai sensi del R.R.24/2010), si rileva che le aree individuate per l'installazione degli aerogeneratori e delle opere per la

connessione elettrica (Stazione TERNA e sottostazione elettrica di trasformazione e consegna) non ricadono all'interno di aree non idonee.

Per un'analisi di dettaglio si rimanda all'elaborato grafico di riferimento del progetto definitivo.

Dall'analisi dei rilevamenti cartografici su ortofoto e in riferimento a quanto appurato mediante indagini condotte in situ, si rileva che la massiccia attività agricola condotta nell'area d'installazione degli aerogeneratori, che vede l'impiego di tecniche di coltivazione in netto contrasto con i principi di salvaguardia dell'integrità paesaggistica – naturalistica – ambientale, quali aratura mediante mezzi meccanici, bruciatura delle stoppie ecc, utilizzo di diserbanti, regolare sfalcio della vegetazione, fa sì che l'area d'installazione abbia caratteristiche di antropizzazione tali da escludere che la stessa possa ritenersi a valore ecosistemico.

3.4 RELATIVE ALLA DIMENSIONE

Il posizionamento scelto per l'installazione dell'impianto eolico, come visto, non è subordinato solo alle caratteristiche anemometriche del sito ma anche a vincoli ambientali e di sicurezza dettati dall'esigenza di tutelare elementi importanti nelle finalità di salvaguardia dell'ambiente e dell'equilibrio ecosistemico.

La definizione del layout di impianto è dettata tecnicamente dalla considerazione dell'ingombro fluidodinamico proprio di ciascun aerogeneratore, degli effetti di interferenza fluidodinamica tra le WGTs che da esso scaturisce, degli effetti fluidodinamici dovuti alla morfologia del territorio, inteso sia come andamento orografico che copertura del suolo (profili superficiali). Questi ultimi inducono regimi di vento e turbolenza tali da richiedere la massima attenzione nella localizzazione delle macchine, al fine di evitare sollecitazioni meccaniche gravose, in grado di indurre, in breve tempo, rotture a fatica, nonché un notevole deficit nel rendimento e produzione elettrica delle macchine. In riferimento all'ingombro fluidodinamico e all'interferenza tra le macchine che da esso scaturisce, responsabile come accennato di inficiare il corretto funzionamento delle macchine e di indurre notevoli stress meccanici con conseguenze gravi in termini di vite utile dell'impianto, il layout deve essere definito in maniera tale da garantire il massimo rendimento degli aerogeneratori, in termini di produttività, di efficienza meccanica e di vita utile delle macchine.

Oltre che ad i criteri puramente tecnici, il corretto inserimento dell'impianto eolico nel contesto territoriale richiede che il layout d'impianto sia realizzato nel rispetto delle distanze minime di salvaguardia del benessere della popolazione del luogo e degli elementi paesaggisticamente, ambientalmente e storicamente rilevanti. I piani territoriali di tutela, i piani paesaggistici, i piani inserimento di tale tipologie di opere nel contesto territoriale prescrivono distanze minime da rispettare, distanze che ovviamente rientrano nella corretta progettazione.

3.5 RELATIVE ALLA PORTATA

Il progetto in esame costituisce, dal punto di vista paesaggistico, un cambiamento sia per le peculiarità tecnologiche che lo caratterizzano, sia per l'ambiente in cui si colloca. Pertanto è necessario sia valutato in termini di:

- capacità di risposta all'esigenza iniziale, ossia produrre energia elettrica minimizzando gli impatti, sia in termini ambientali che territoriali;
- capacità di generare più benessere del "sacrificio" che genera.

Per ciò che attiene il punto 1 è da evidenziare che, la scelta di realizzare un impianto eolico con le peculiarità progettuali adottate, se confrontata con le tecnologie tradizionali da fonti non rinnovabili e con le moderne tecnologie da fonte rinnovabile, presenta vantaggi ambientali, tra i quali:

- garantire un'occupazione superficiale tale da non compromettere le usuali attività agricole;
- non interessare con attività di sbancamento il sito, grazie a viabilità interna esistente ed alle caratteristiche orografiche delle aree di installazione degli aerogeneratori;
- minimizzare l'impatto occupazionale delle opere elettriche accessorie all'impianto, seguendo, per la posa e messa in opera delle stesse, la viabilità esistente;
- contenere l'impatto acustico, mediante l'utilizzo di aerogeneratori di ultima generazione caratterizzati da bassi livelli di emissioni di rumore e rispettando le opportune distanze dagli edifici adibiti ad abitazione anche saltuaria; distanze tali da soddisfare le disposizioni di legge di riferimento;
- essere completamente rimovibile a fine ciclo produttivo, garantendo al termine della vita utile dell'impianto il pieno ed incondizionato ripristino delle pre-esistenti e vigenti condizioni di aspetto e qualità visiva, generale e puntuale dei luoghi.

In riferimento alla tipologia di impianto proposta, nonché alle specifiche progettuali dello stesso, il progetto proposto è tale da produrre netti vantaggi, sia in termini ambientali che di inserimento territoriale:

- l'impatto sull'ambiente è minimizzato: non ci sono emissioni di specie inquinanti in atmosfera e i materiali sono riciclabili a fine della vita utile dell'impianto;
- la produzione energetica è massimizzata, grazie all'impiego di aerogeneratori, in funzione delle caratteristiche di sito, maggiormente performanti;
- è garantita, in riferimento alle caratteristiche orografiche e geomorfologiche dell'area d'intervento, una notevole producibilità energetica grazie alla disponibilità della risorsa eolica caratterizzante il sito;
- è garantita una maggiore durata delle parti meccaniche delle macchine grazie alla bassa turbolenza del vento caratterizzante il sito ed al layout d'impianto definito (Low Turbulence Intensity = Longer Lifetime for Turbines);
- a fine ciclo produttivo ogni opera d'impianto risulta completamente rimovibile;
- giocare un ruolo determinante nel raggiungimento degli obiettivi ambientali strategici ed energetici, tutelando il territorio e le coste ed impiegando contesti ambientali privi di pregio o emergenze;

Il benessere collettivo è da individuarsi, pertanto, nell'aspetto positivo legato alla realizzazione dell'impianto: la produzione di energia elettrica senza che vi siano impatti ambientali rilevanti ed emissione di inquinanti.

A ciò è da associarsi l'indotto derivante dalla realizzazione, gestione e manutenzione dell'impianto e delle opere accessorie, che porterà una crescita delle occupazioni ed una specializzazione tecnica che potrà concretizzarsi nella creazione di poligoni industriali tematici ed al rilancio dell'attività della zona. Sia la realizzazione che la conduzione a regime dell'impianto proposto, richiederanno personale preparato e dedicato alle attività necessarie per lo svolgimento di tutte le attività richieste. Ciò implicherà un indotto a beneficio della realtà economica e sociale locale.

L'unico aspetto che si ritiene costituisca vero costo ambientale dell'opera proposta, assodato il *Life Cycle Assessment* proprio della tecnologia eolica, è la visibilità dell'impianto ed il conseguente impatto visivo che ne scaturisce.

3.6 ALTERNATIVA ZERO

L'opzione zero è l'ipotesi che non prevede la realizzazione del progetto. Il mantenimento dello stato di fatto esclude l'installazione dell'opera e di conseguenza ogni effetto ad essa collegato, sia in termini di impatto ambientale che di benefici.

Dalle valutazioni effettuate risulta che gli impatti legati alla realizzazione dell'opera sono di minore entità rispetto ai benefici che da essa derivano. Come detto, l'impianto si configura come tecnologicamente avanzato, in speciale modo in riferimento agli aerogeneratori scelti, selezionati tra le migliori tecnologie disponibili sul mercato (BAT - **Best Available Technology**) e tali da garantire minori impatti ed un più corretto inserimento del progetto nel contesto paesaggistico – ambientale.

L'indotto derivante dalla realizzazione, gestione e manutenzione dell'impianto porterà una crescita delle occupazioni ed una specializzazione tecnica che potrà concretizzarsi nella creazione di poligoni industriali tematici ed al rilancio dell'attività della zona. Lo stesso impianto potrà configurarsi come una nuova attrattiva turistica, nonché quale esempio concreto delle applicazioni di tecnologie finalizzate allo sfruttamento delle fonti rinnovabili, producendo così un nuovo strumento di crescita socio-economica.

Altro aspetto positivo legato alla realizzazione dell'impianto è la produzione di energia elettrica senza che vi sia emissione di inquinanti: una normale centrale termoelettrica alimentata da combustibili fossili, per ogni kWh di energia prodotta si ha l'emissione in atmosfera di gas serra (anidride carbonica) e gas inquinanti nella misura di :

- 483 g/kWh di CO₂ (anidride carbonica);
- 1,4 g/kWh di SO₂ (anidride solforosa);
- 1,9 g/kWh di NO_x (ossidi di azoto).

Questo significa che in 25 anni di vita utile della centrale eolica di progetto, per la quale si stima un produzione annua non inferiore a 84 GWh, una centrale tradizionale produrrebbe:

- oltre 1.014.300 tonnellate di CO₂ (anidride carbonica);
- oltre 2.940 tonnellate di SO₂ (anidride solforosa);
- oltre 3.990 tonnellate di NO_x (ossidi di azoto).

Gli impatti previsti, come sarà approfondito in seguito, sono tali da escludere effetti negativi rilevanti e la compromissione delle biodiversità.

Per ciò che riguarda l'aumento della pressione antropica sul paesaggio è da evidenziare che il rapporto tra potenza d'impianto e occupazione territoriale, determinata considerando l'area occupata dall'installazione degli aerogeneratori e delle opere connesse all'impianto (viabilità, opere ed infrastrutture elettriche) è tale da determinare un'occupazione reale di territorio inferiore al 1% rispetto all'estensione complessiva dell'impianto.

Per ciò che attiene la visibilità dell'impianto, gli aerogeneratori sono identificabili come strutture che si sviluppano essenzialmente in altezza e come tali in grado di indurre una forte interazione con il paesaggio, nella sua componente visuale. Tuttavia per definire in dettaglio e misurare il grado d'interferenza che un impianto eolico può provocare a tale componente paesaggistica, è opportuno definire in modo oggettivo l'insieme degli elementi che costituiscono il paesaggio e le interazioni che si possono sviluppare tra le componenti e le opere progettuali che s'intendono realizzare. A tal fine si rimanda al capitolo "Stima degli Impatti" del presente SIA.

Analizzando le alterazioni indotte sul territorio dalla realizzazione dell'opera proposta, da un lato, ed i benefici che scaturiscono dall'applicazione della tecnologia eolica, dall'altro, è possibile affermare che l'alternativa 0 si presenta come non vantaggiosa, poiché l'ipotesi di non realizzazione dell'impianto si configura come complessivamente sfavorevole per la collettività:

- la produzione di energia elettrica senza che vi sia emissione di inquinanti né occupazione territoriale rilevante, ed ancora senza che il paesaggio sia trasformato in un contesto industriale;
- la possibilità di nuove opportunità occupazionali che si affiancano alle usuali attività svolte, che continuano ad essere pienamente e proficuamente praticabili;
- l'indotto generabile;

fanno sì che, gli impatti paesaggistici associati all'installazione proposta risultino superati dai vantaggi che ne derivano a favore della collettività e del contesto territoriale locale.

4 PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Di seguito è riportato il progetto di monitoraggio dei potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto individuati nel presente Studio di Impatto Ambientale.

4.1 EMISSIONI ACUSTICHE

Il monitoraggio in fase di esecuzione dell'opera, esteso al transito dei mezzi in ingresso/uscita dalle aree di cantiere, avrà come obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico (valori limite del rumore ambientale per la tutela della popolazione, specifiche progettuali di contenimento della rumorosità per impianti/macchinari/attrezzature di cantiere) e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

Il monitoraggio in fase di esercizio avrà come obiettivi specifici:

- il confronto dei descrittori/indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento con quanto rilevato ad opera realizzata;
- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del corretto dimensionamento e dell'efficacia acustica degli interventi di mitigazione definiti in fase di progettazione.

La definizione e localizzazione dell'area di indagine e dei punti (o stazioni) di monitoraggio sarà effettuata sulla base di:

- presenza, tipologia e posizione di ricettori e sorgenti di rumore;
- caratteristiche che influenzano le condizioni di propagazione del rumore (orografia del terreno, presenza di elementi naturali e/o artificiali schermanti, presenza di condizioni favorevoli alla propagazione del suono, ...).

Per l'identificazione dei punti di monitoraggio si farà riferimento allo studio acustico allegato allo SIA, con particolare riguardo a:

- ubicazione e descrizione dell'opera di progetto;
- ubicazione e descrizione delle altre sorgenti sonore presenti nell'area di indagine;
- individuazione e classificazione dei ricettori posti nell'area di indagine, con indicazione dei valori limite ad essi associati;
- valutazione dei livelli acustici previsionali in corrispondenza dei ricettori censiti;
- descrizione degli interventi di mitigazione previsti (specifiche prestazionali, tipologia, localizzazione e dimensionamento).

I punti di monitoraggio per l'acquisizione dei parametri acustici saranno del tipo ricettore-orientato, ovvero ubicato in prossimità dei ricettore sensibili (generalmente in facciata degli edifici).

Per ciascun punto di monitoraggio previsto saranno verificate, anche mediante sopralluogo, le condizioni di:

- assenza di situazioni locali che possono disturbare le misure;
- accessibilità delle aree e/o degli edifici per effettuare le misure all'esterno e/o all'interno degli ambienti abitativi;
- adeguatezza degli spazi ove effettuare i rilievi fonometrici (presenza di terrazzi, balconi, eventuale possibilità di collegamento alla rete elettrica, ecc.).

Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie, i punti di monitoraggio saranno localizzati in prossimità delle aree naturali che ricadono nell'area di influenza dell'opera. Anche in questo caso si fa riferimento agli scenari previsionali contenuti nella relazione di valutazione previsionale di impatto acustico allegata allo SIA per valutare tale area di influenza.

4.1.1 DURATA MONITORAGGI E STRUMENTAZIONE.

Per il monitoraggio in fase di realizzazione le misurazioni acustiche saranno effettuate in funzione del cronoprogramma della attività di cantiere, in considerazione delle singole fasi di lavorazione significative dal punto di vista della rumorosità. E' previsto che i rilievi fonometrici siano effettuati:

- ad ogni impiego di nuovi macchinari e/o all'avvio di specifiche lavorazioni impattanti;
- allo spostamento del fronte di lavorazione (nel caso di cantieri lungo linea).

Il monitoraggio in fase di esercizio, è previsto che le misurazioni acustiche siano effettuate in condizioni di normale esercizio e durante i periodi maggiormente critici per i ricettori presenti (condizioni anemometriche di sito particolarmente sfavorevoli dal punto di vista di direzione e velocità del vento).

(27) La strumentazione di misura del rumore ambientale sarà conforme alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16/03/1998 ed dovrà soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

I rilevamenti fonometrici saranno eseguiti in conformità a quanto disposto al punto 7 dell'allegato B del DM 16/03/1998, relativamente alle condizioni meteorologiche. Risulterà quindi necessaria l'acquisizione, contemporaneamente ai parametri acustici, dei seguenti parametri meteorologici, utili alla validazione delle misurazioni fonometriche:

- precipitazioni atmosferiche (mm);
- direzione prevalente (gradi rispetto al Nord) e velocità massima del vento (m/s);
- umidità relativa dell'aria (%);
- temperatura (°C).

4.2 EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE

Il monitoraggio dei campi elettromagnetici prevederà:

- in fase di realizzazione il controllo dei livelli di campo al fine di evitare che i macchinari impiegati per la messa in opera delle opere d'impianto non inducano il manifestarsi di eventuali emergenze specifiche;
- nella fase di esercizio:
 - o la verifica che livelli di campo elettromagnetico risultino coerenti con le previsioni d'impatto stimate nello SIA, in considerazione delle condizioni di esercizio maggiormente gravose (massima produzione di energia elettrica, in funzione delle condizioni meteorologiche);
 - o la predisposizioni di eventuali misure per la minimizzazione delle esposizioni.

L'articolazione temporale del monitoraggio, nell'ambito di ciascuna fase sopra descritta, sarà programmata in relazione ai seguenti aspetti:

- tipologia delle sorgenti di maggiore interesse ambientale;
- caratteristiche di variabilità spaziale e temporale del fenomeno di inquinamento.

La rete di monitoraggio potrà essere costituita da stazioni periferiche di rilevamento, fisse o rilocabili, le cui informazioni saranno inviate ad un sistema centrale che provvede al controllo della operatività delle stazioni periferiche e alla raccolta, elaborazione ed archiviazione dei dati rilevati. (28)

4.3 SUOLO E SOTTOSUOLO

In fase di realizzazione dell'opera, le attività di monitoraggio avranno lo scopo di controllare, attraverso rilevamenti periodici, in funzione dell'andamento delle attività di costruzione:

- le condizioni dei suoli accantonati e le necessarie operazioni di mantenimento delle loro caratteristiche;
- l'insorgere di situazioni critiche, quali eventuali accidentali inquinamenti di suoli limitrofi ai cantieri;
- la verifica che i parametri ed i valori di concentrazioni degli inquinati indicati nelle norme di settore;
- la verifica dell'efficacia degli eventuali interventi di bonifica e di riduzione del rischio, degli interventi di mitigazione previsti nello SIA.

In fase di esercizio, il monitoraggio avrà lo scopo di verificare la corretta esecuzione ed efficacia del ripristino dei suoli previsto nel SIA, nelle aree temporaneamente occupate in fase di costruzione e destinate al recupero agricolo e/o vegetazionale.

Il monitoraggio riguarderà l'area destinata all'opera, le aree di cantiere, le aree adibite alla conservazione, in appositi cumuli, dei suoli e tutte quelle aree che possono essere considerate ricettori sensibili di eventuali inquinamenti a causa dell'opera, sia in fase di costruzione che di attività della stessa.

I punti di monitoraggio destinati alle indagini in situ e alle campionature saranno posizionati in base a criteri di rappresentatività delle caratteristiche pedologiche e di utilizzo delle aree.

4.4 PAESAGGIO E STATO DEI LUOGHI

In fase di realizzazione dell'opera le azioni di monitoraggio saranno mirate alla verifica del rispetto delle indicazioni progettuali e delle messa in atto delle misure di mitigazione previste nello SIA. La frequenza dei relativi controlli sarà calibrata sulla base dello stato di avanzamento dei lavori. Sarà comunque assicurato che i momenti di verifica coincidano con spazi temporali utili a garantire la prevenzione di eventuali azioni di difficile reversibilità.

Il monitoraggio dello stato fisico dei luoghi, aree di cantiere e viabilità riguarderà tutta l'area interessata dall'intervento in progetto con la verifica di eventuali variazioni indotte a seguito della realizzazione delle opere, attraverso l'esecuzione di analisi e rilievi, congruenti con la natura dell'opera da realizzare/mettere

in opera, con il tempo previsto per la sua realizzazione. Con particolare riferimento alle aree occupate da impianti di cantiere, il monitoraggio dovrà prevedere la verifica della rispondenza di eventuali variazioni planimetriche di tali aree, degli impianti insistenti e della viabilità, rispetto a quanto previsto nel programma della loro evoluzione temporale, prevedendo la verifica della sussistenza e l'eventuale aggiornamento delle misure di mitigazione.

A fine lavori, il monitoraggio dovrà prevedere tutte le azioni ed i rilievi necessari a verificare l'avvenuta esecuzione dei ripristini di progetto previsti e l'assenza di danni e/o modifiche fisico/ambientali nelle aree interessate.

In fase di esercizio il monitoraggio riguarderà:

- la corretta esecuzione di tutti i lavori previsti, sia in termini qualitativi che quantitativi, anche per ciò che riguarda interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, al fine di definire eventuali correttivi;
- la verifica dell'assimilazione paesaggistica dell'opera nel contesto locale, inclusa l'accettazione da parte delle comunità locali e l'inserimento della nuova presenza in azioni di valorizzazione dei paesaggi tradizionali locali, ovvero di pianificazione, trasformazione, creazione consapevole e sostenibile di nuovi paesaggi.

4.5 FAUNA

Il monitoraggio in fase di realizzazione dovrà verificare, attraverso indagini di campo e rilievi, l'insorgere di eventuali variazioni della consistenza e della tipologia faunistica rispetto allo stato ante operam.

Il monitoraggio in fase di esercizio dovrà basarsi sulla composizione, consistenza, distribuzione delle diverse specie. Le maglie della rete potranno essere più o meno ampie a seconda della/delle specie considerate.

Il monitoraggio consentirà l'acquisizione di dati descrittivi del/dei popolamenti indagati (consistenza numerica, definizione delle aree di maggiore/minore frequentazione, verifica delle azioni di disturbo antropico, etc ..).

La pianificazione dei rilievi e delle indagini dovrà quindi individuare con precisione i punti e/o percorsi campione attraverso la valutazione delle caratteristiche dell'area di indagine permettendone la successiva digitalizzazione. I principali parametri da considerarsi:

- estensione dell'area di indagine;
- uso del suolo;
- viabilità ed accessibilità;
- morfologia del territorio;
- assetto dell'ecomosaico.

Alla base di una corretta metodologia di monitoraggio per la componente faunistica sarà posta l'accurata indagine preliminare dei diversi habitat e degli stessi popolamenti di animali selvatici presenti, in termini di composizione quali-quantitativa (almeno per le specie principali) e di distribuzione.

4.6 SHADOW FLICKERING

Il monitoraggio dell'ombreggiamento indotto dagli aerogeneratori dovrà consentire la verifica della coerenza della entità stimata del fenomeno e relativo disturbo potenzialmente indotto con le previsioni d'impatto stimate nello SIA e relativa relazione allegata, anche in considerazione delle condizioni di esercizio maggiormente gravose (il cielo completamente sgombro da nubi, foschia, ecc.; i rotori in rotazione continua in tutte le ore dell'anno; l'orientamento dei rotori sempre tale da essere frontale ad i recettori; il sole ad un'altezza minima pari a 15°-20° sopra l'orizzonte; al di sotto di tale soglia di altezza

solare, infatti, la radiazione solare risulta quasi totalmente radiazione diffusa, per effetto dell'interazione tra i raggi solari e l'atmosfera terrestre, e di conseguenza l'ombreggiamento irrilevante).

Durata ed entità dello Shadow Flickering sono determinate e condizionate:

- dalla distanza tra aerogeneratore e recettore;
- dalla direzione ed intensità del vento;
- dall'orientamento del recettore;
- dalla presenza o meno di ostacoli lungo la linea di vista recettore – aerogeneratore – sole;
- dalle condizioni meteorologiche;
- dall'altezza del sole.

Pertanto al fine di un corretto monitoraggio dovranno considerarsi le seguenti condizioni:

- evoluzione ed altezza del sole, correlata alla latitudine di installazione del parco;
- altezza complessiva di macchina, intesa quale somma tra l'altezza del mozzo e la lunghezza di pala;
- orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- posizione del sole e quindi della proiezione dell'ombra rispetto ai recettori;
- orografia;
- posizione dei possibili recettori.

Gli esiti del monitoraggio dovranno confluire nella predisposizioni di eventuali misure per la minimizzazione delle esposizioni e la riduzione dei potenziali disturbi indotti, quali a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- barriere visive,
- alberature,
- tendaggi,
- fermo aerogeneratori in occorrenza del fenomeno.

5 ELENCO LE FONTI UTILIZZATE PER LE VALUTAZIONI

Di seguito sarà fornito l'elenco dei riferimenti con indicazione delle fonti utilizzate per le descrizioni e le valutazioni incluse nello Studio di Impatto Ambientale.

1. **Guide Geologiche Regionali n.9** - Puglia e Monte Vulture. s.l. : BE-MA, 1999.
2. **Puglia, Regione.** PPTR. 2016.
3. <http://www.prolocobovino.it/>. Arte e Cultura. 2017.
4. **Territorio, Regione Puglia - Assessorato all'Assetto del.** Schede degli ambiti paesagistici - Ambito 3/Tavolieri. Marzo 2015.
5. **ISPRA.** Gli impianti eolici nella percezione di alcune comunità del sub-appennino Dauno. 2015.
6. **Dott. S. Convertini,** Relazione Florofaunistica. 2017.
7. **Dott. S. Convertini,** Relazione Paesaggio Agrario. 2017.
8. **Dott. S. Convertini,** Relazione Essenze. 2017.
9. **www.tuttitalia.it.** Statistiche demografiche Bovino. 2016.
10. **Locale, Agenda 21.** Rapporto sullo Stato dell'Ambiente.
11. **Foggia, ASL.** Stato_di_Salute_Foggia. 2006.
12. **Dott. S. Convertini,** Relazione Pedoagronimica. 2017.
13. **Puglia, Regione.** Piano Regionale di Qualità dell'Aria (PRQA).
14. **PRQA,** Mappe_inv_totale - Allegato1 - PRQA.
15. **Provincia di FG,** Analisi fisica integrata del territorio della Provincia di Foggia - PTCP.
16. **Regione Puglia,** Carta dei Beni Culturali della Regione Puglia.
17. **DISCIPLINARE DI PRODUZIONE DEI VINI A DENOMINAZIONE DI ORIGINE.**
18. **API.** Specifiche Analitiche Gasolio Autotrazione. 2011.
19. **Progetto Corinair** per grossi motori diesel.
20. **EPA.** Compilation of ari pollutant emission factor, volume I.
21. **Svizzera, Assemblea federale della Confederazione.** Legge federale sulla protezione dell'ambiente. 1983 e smi.
22. **UFAM, Ufficio Federale dell'Ambiente -.** Suolo e Cantieri. Stato della tecnica e della prassi. 2015.
23. **Kaufmann, Peter.** Ustra. 2013.
24. **Consiglio federale svizzero,** Ordinanza contro il deterioramento del suolo (O Suolo). 1998 e smi.
25. **A/s, Vestas Mediterranean.** Calcolo della traiettoria di una pala eolica in condizioni nominali di funzionamento. 2008.
26. **ISPRA.** Linee Guida per la predisposizione del PMA. 2014.
27. **VIA, Commissione Speciale.** Linee Guida per il PMA. 2007.
28. **PB Power Ltd,** VESTAS V80 - Blade throw calculation uner normal operating conditions. 2001.