



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
 PROVINCIA DI SASSARI
 Comuni di:



Buddusò



Pattada

REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI COMUNI DI
 BUDDUSÒ E PATTADA COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI DI
 6,6 MW CIASCUNO E POTENZA COMPLESSIVA PARI A 79,2 MW

VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE

TITOLO:

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMITENTE:

AME ENERGY S.r.l.

Via Pietro Cossa, 5
 29122 Milano (MI)

PROGETTISTI:

Studio di Ingegneria – Progettazione e coordinamento
 Dott. Ing. Sandro Balloi
 Via Monsignor Virgilio, 39
 08040 Arzana (OG)



Prof. Geol. Alfonso Russi
 Via Friuli, 5
 06034 Foligno (PG)



PROFESSIONISTI:

Agr. Dott. Massimo Macchiarola



Dott. Geol. Raffaele Di Ceglie



Rev.	n. Documento	Fg/Fgg	Scala	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	2370A 60120	1/72	NA	Agr. Dott. Massimo Macchiarola	Prof. Geol. A. Russi	Dott. Ing. S. Balloi	LUG 2024

INDICE

1	PREMESSA.....	1
1.1	ATTIVITÀ DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	6
1.2	ARTICOLAZIONE TEMPORALE.....	7
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	9
3	RIFERIMENTI NORMATIVI	12
3.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO COMUNITARIE EUROPEE	12
3.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO NAZIONALI.....	13
4	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	14
4.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	14
4.2	REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	15
4.3	CRITERI METROLOGICI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	16
4.4	SCelta DEGLI INDICATORI DI MONITORAGGIO	17
4.5	STRUTTURA ORGANIZZATIVA PREPOSTA ALL'EFFETTUAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	27
5	CRITERI SPECIFICI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE PER LE SINGOLE COMPONENTI E/O FATTORI. 29	
5.1	ATMOSFERA E CLIMA.....	29
5.1.1	<i>Identificazione degli impatti da monitorare</i>	<i>29</i>
5.1.2	<i>Articolazione temporale.....</i>	<i>30</i>
5.2	SUOLO	32
5.2.1	<i>Campionamento</i>	<i>33</i>
5.2.2	<i>Localizzazione</i>	<i>33</i>
5.2.3	<i>Analisi e stato del terreno.....</i>	<i>34</i>
5.2.4	<i>Analisi fisico-chimiche.....</i>	<i>34</i>
5.2.5	<i>Analisi sui metalli pesanti</i>	<i>35</i>
5.2.6	<i>Articolazione temporale.....</i>	<i>36</i>
5.3	VEGETAZIONE.....	38
5.3.1	<i>Metodologia di monitoraggio.....</i>	<i>38</i>
5.3.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare.....</i>	<i>39</i>
5.3.3	<i>Indicatori.....</i>	<i>39</i>
5.3.4	<i>Attività da monitorare</i>	<i>40</i>
5.3.4.1	<i>Monitoraggio ante-operam</i>	<i>40</i>
5.3.4.2	<i>Monitoraggio in corso d'opera</i>	<i>41</i>
5.3.4.3	<i>Monitoraggio post-operam.....</i>	<i>41</i>
5.3.4.4	<i>Articolazione temporale del monitoraggio</i>	<i>42</i>
5.3.5	<i>Documentazione da produrre</i>	<i>43</i>
5.4	FAUNA.....	45
5.4.1	<i>Obiettivo del monitoraggio.....</i>	<i>45</i>
5.5	RUMORE	50
5.5.1	<i>Criteri metodologici adottati.....</i>	<i>51</i>
5.5.2	<i>Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio</i>	<i>52</i>
5.5.3	<i>Parametri acustici</i>	<i>52</i>
5.5.3.1	<i>Parametri meteorologici.....</i>	<i>53</i>
5.5.3.2	<i>Parametri di inquadramento territoriale</i>	<i>53</i>
5.5.4	<i>Articolazione temporale.....</i>	<i>54</i>
5.6	VIBRAZIONI	56
5.6.1	<i>Criteri metodologici adottati.....</i>	<i>56</i>
5.6.2	<i>Identificazione degli impatti da monitorare</i>	<i>57</i>
5.6.3	<i>Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio</i>	<i>57</i>
5.6.4	<i>Identificazione dei punti di monitoraggio</i>	<i>60</i>
5.7	PAESAGGIO.....	60
5.7.1	<i>Durata e frequenza del monitoraggio.....</i>	<i>61</i>
6	RESITUZIONE DEI DATI.....	62
7	QUADRI SINOTTICI DEL PMA.....	63

8	BIBLIOGRAFIA.....	69
----------	--------------------------	-----------

1 PREMESSA

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.lgs.152/2006 e *ss.mm.ii.* il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del procedimento di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, una funzione essenziale per verificare nel tempo l'effettiva compatibilità ambientale del progetto approvato. Il monitoraggio ambientale, infatti, rappresenta l'unico strumento capace di fornire la reale "misura" dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle fasi di realizzazione e di esercizio di un progetto e soprattutto di consentire l'acquisizione di "segnali" utili per attivare le necessarie azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non fossero rispondenti alle previsioni effettuate in sede di VIA ovvero emerga la presenza di nuovi, ulteriori e non previsti impatti negativi sull'ambiente.

La precedente affermazione trova le sue fondamenta nei contenuti della Direttiva 2014/52/UE concernente la Valutazione d'Impatto Ambientale di determinati progetti pubblici e privati, che oggi rappresenta lo strumento comunitario vigente in materia, che, al tempo, aveva introdotto importanti novità anche in merito al monitoraggio ambientale, riconosciuto come: *"... strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'identificazione di eventuali effetti negativi significativi imprevisi e alla adozione di opportune misure correttive"*.

La Direttiva, inoltre, aveva stabilito che il monitoraggio:

- *".... non deve duplicare eventuali monitoraggi ambientali già previsti da altre pertinenti normative sia comunitarie che nazionali per evitare oneri ingiustificati; proprio a tale fine è possibile ricorrere, se del caso, a meccanismi di controllo esistenti derivanti da altre normative comunitarie o nazionali"*.
- *"è parte della decisione finale, che, ove opportuno, ne definisce le specificità (tipo di parametri da monitorare e durata del monitoraggio) in maniera adeguata e proporzionale alla natura, ubicazione e dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente"*.

La Direttiva 2014/52/UE aveva inoltre stabilito che anche i contenuti dello SIA (Allegato IV) dovevano essere integrati con la descrizione delle eventuali misure di monitoraggio¹ degli effetti ambientali negativi e significativi identificati, ad esempio attraverso un'analisi ex post del progetto².

Passando alla Normativa nazionale, va ricordato che già il DPCM 27/12/1988 - *"Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale"*, abrogato dall'Art. 26 - Abrogazioni e modifiche, comma 1, lett. b) del D.lgs. 104/2017³, prevedeva che *"...la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni"* costituisse parte integrante dell'allora Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e).

Attualmente all'interno della Parte seconda del citato D.lgs. 152/2006, per quanto attiene alla Valutazione di Impatto Ambientale - VIA, il **monitoraggio** è presente in quattro articoli e nel correlato Allegato VII, più precisamente:

- alla lett. e), del comma 3 dell'art. 22 - Studio di impatto ambientale:
*"3. Lo studio di impatto ambientale contiene almeno le seguenti informazioni: omissis
e) il progetto di monitoraggio dei potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto, che include le responsabilità e le risorse necessarie per la realizzazione e la gestione del monitoraggio"*;
- alla lett. c) del comma 4 dell'art. 25 - Valutazione degli impatti ambientali e provvedimento di VIA:

¹ Nella definizione dell'Agenzia Europea per l'Ambiente con il termine "monitoraggio" si intende la: "periodica o continua rilevazione, valutazione e determinazione dei livelli dei parametri ambientali e/o dell'inquinamento ambientale al fine di prevenire effetti negativi e dannosi per l'ambiente. Include anche la previsione di possibili variazioni nell'ecosistema e/o nella biosfera nel complesso".

² L'analisi ex post del progetto ("post project analysis") è richiamata nella Convenzione di Espoo sulla VIA in un contesto transfrontaliero (art. 7 e Appendice V) e comprende sostanzialmente le attività comprese nell' EIA follow-up.

³ Decreto Legislativo 16 giugno 2017, n. 104 - Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli art.1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114. (GU n.156 del 06-07-2017)

“4. Il provvedimento di VIA contiene altresì le eventuali e motivate condizioni ambientali che definiscono:

c) le misure per il monitoraggio degli impatti ambientali significativi e negativi, anche tenendo conto dei contenuti del progetto di monitoraggio ambientale predisposto dal proponente ai sensi dell'articolo 22, comma 3, lettera e). La tipologia dei parametri da monitorare e la durata del monitoraggio sono proporzionati alla natura, all'ubicazione, alle dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente. Al fine di evitare una duplicazione del monitoraggio, è possibile ricorrere, se del caso, a meccanismi di controllo esistenti derivanti dall'attuazione di altre pertinenti normative europee, nazionali o regionali”;

- alla lett. b), comma 2 dell'art. 26 - Integrazione del provvedimento di VIA negli atti autorizzatori:

“2. L'autorizzazione recepisce ed esplicita almeno le seguenti informazioni:

- il provvedimento di VIA;
- le eventuali condizioni ambientali del provvedimento di VIA, una descrizione delle caratteristiche del progetto e delle eventuali misure previste per evitare, prevenire o ridurre e se possibile compensare gli impatti ambientali negativi e significativi, nonché, ove opportuno, una descrizione delle misure di monitoraggio”;

- ai commi dell'art. 28, in riferimento ai quali il Protocollo di Monitoraggio Ambientale – PMA costituisce l'ossatura fondamentale dell'attività di monitoraggio prevista dalla norma.

- Al punto 7 dell'ALLEGATO VII - Contenuti dello Studio di impatto ambientale di cui all'articolo 22: “7. Una descrizione delle 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 (quale, a titolo esemplificativo e non esaustivo, la preparazione di un'analisi ex post del progetto). Tale descrizione deve spiegare in che misura gli impatti ambientali significativi e negativi sono evitati, prevenuti, ridotti o compensati e deve riguardare sia le fasi di costruzione che di funzionamento”.

Nel box successivo sono stati riportati le parti dei commi che compongono l'articolo 28 ritenuti di maggiore interesse.

Box 1 – Art. 28 - Monitoraggio

1. Il proponente è tenuto a ottemperare alle condizioni ambientali contenute nel provvedimento di VIA.

2. L'autorità competente, in collaborazione con il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo per i profili di competenza, verifica l'ottemperanza delle condizioni ambientali di cui al comma 1 al fine di identificare tempestivamente gli impatti ambientali significativi e negativi imprevisi e di adottare le opportune misure correttive. Per tali attività, l'autorità competente può avvalersi, ... del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente ..., dell'Istituto superiore di sanità per i profili concernenti la sanità pubblica, ovvero di altri soggetti pubblici, i quali informano tempestivamente la stessa autorità competente degli esiti della verifica. All'esito positivo della verifica l'autorità competente attesta l'avvenuta ottemperanza pubblicando sul proprio sito web la relativa documentazione, entro quindici giorni dal ricevimento dell'esito della verifica.

3. Per la verifica dell'ottemperanza delle condizioni ambientali, il proponente, nel rispetto dei tempi e delle specifiche modalità di attuazione stabilite nel provvedimento di VIA, trasmette in formato elettronico all'autorità competente, o al soggetto eventualmente individuato per la verifica, la documentazione contenente gli elementi necessari alla verifica dell'ottemperanza.

4.

5. Nel caso in cui la verifica di ottemperanza dia esito negativo, l'autorità competente diffida il proponente ad adempiere entro un congruo termine, trascorso inutilmente il quale si applicano le sanzioni di cui all'art. 29.

6. Qualora all'esito dei risultati delle attività di verifica di cui ai commi da 1 a 5, ovvero successivamente all'autorizzazione del progetto, dall'esecuzione dei lavori di costruzione ovvero dall'esercizio dell'opera, si accerti la sussistenza di impatti ambientali negativi, imprevisi, ulteriori o diversi, ovvero di entità significativamente superiore a quelli valutati nell'ambito del procedimento di VIA, comunque non imputabili al mancato adempimento delle condizioni ambientali da parte del proponente, l'autorità competente, acquisite ulteriori informazioni dal proponente o da altri soggetti competenti in materia ambientale, può ordinare la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate e disporre l'adozione di opportune misure correttive.

7. Nei casi in cui, al verificarsi delle fattispecie di cui al comma 6, emerga l'esigenza di modificare il provvedimento di VIA o di stabilire condizioni ambientali ulteriori rispetto a quelle del provvedimento originario, l'autorità competente, ai fini della riedizione del procedimento di VIA, dispone l'aggiornamento dello studio di impatto ambientale e la nuova pubblicazione dello stesso,

7-bis. Il proponente, entro i termini di validità disposti dal provvedimento ... o di VIA, trasmette all'autorità competente la documentazione riguardante il collaudo delle opere o la certificazione di regolare esecuzione delle stesse, comprensiva di specifiche indicazioni circa la conformità delle opere rispetto al progetto depositato e alle condizioni ambientali prescritte. La documentazione è pubblicata tempestivamente nel sito internet dell'autorità competente.

8. Delle modalità di svolgimento delle attività di monitoraggio, dei risultati delle verifiche, dei controlli e delle eventuali misure correttive adottate dall'autorità competente, nonché dei dati derivanti dall'attuazione dei monitoraggi ambientali da parte del proponente è data adeguata informazione attraverso il sito web dell'autorità competente.

Il monitoraggio ambientale nella VIA è quindi costituito da un insieme di attività (obbligatorie), da svolgere successivamente alla fase decisionale del rilascio di un giudizio di compatibilità ambientale positivo, finalizzato alla verifica dei risultati attesi dal procedimento di VIA e ad avere conferma della reale efficacia degli interventi di mitigazione attraverso l'acquisizione di dati quali-quantitativi misurabili e certi (parametri codificati).

In analogia alla VAS, il processo di VIA non si conclude quindi con la decisione dell'autorità competente ma prosegue con il monitoraggio ambientale per il cui svolgimento il citato art. 28⁴ individua le seguenti modalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dall'opera/intervento approvato;
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera;
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisti al fine di consentire all'autorità competente l'adozione delle opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di VIA, possono comportare, a titolo cautelativo, anche la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate;
- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate (ISPRA, ISS, ARPA).

Definite le finalità del Monitoraggio Ambientale e la sua funzione all'interno del procedimento di VIA, si riportano alcune sintetiche considerazioni sulle attività che dovranno essere puntualmente pianificate ed adeguatamente caratterizzate nel PMA per ogni componente ambientale soggetta ad un impatto significativo a seguito della realizzazione e successivo esercizio dell'opera/intervento:

1. il livello progettuale di riferimento per la redazione di un PMA con un buon grado di approfondimento dei contenuti, è quello del progetto definitivo in cui sono presenti dettagliate informazioni sulle modalità e sulle tecniche di costruzione e di gestione dell'opera/intervento previsto. Tali informazioni, sommate da un lato alla valutazione delle caratteristiche e dell'intensità degli impatti ambientali negativi previsti e dall'altro allo stato delle componenti ambientali presenti, consentiranno di definire una scala di priorità nelle azioni di monitoraggio, di focalizzare l'attenzione sugli aspetti

⁴ Facendo riferimento al quadro comunitario, va precisato che le azioni delineate dal citato art. 28 ricalcano quelle dell'attività di "follow-up" dei progetti sottoposti a VIA espressamente prevista dalla normativa comunitaria e costituita dalle seguenti quattro fasi principali:

1. *Monitoraggio* – l'insieme di attività e di dati ambientali caratterizzanti le fasi antecedenti e successive la realizzazione del progetto;
2. *Valutazione* – la valutazione della conformità con le norme, le previsioni o le aspettative delle prestazioni ambientali del progetto;
3. *Gestione* – la definizione delle azioni appropriate da intraprendere in risposta ai problemi derivanti dalle attività di monitoraggio e di valutazione;
4. *Comunicazione* - l'informazione ai diversi soggetti coinvolti sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione.

di maggiore significatività e di individuare i parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto.

2. un altro aspetto fondamentale è costituito dalla disponibilità di uno Scenario ambientale di base aggiornato e il più possibile completo e certo nei suoi dati informativi. Senza un attendibile quadro conoscitivo iniziale non sarà possibile procedere al riscontro con gli esiti dei monitoraggi che verranno svolti nel tempo. In tali condizioni, infatti, qualsiasi successiva analisi di confronto con i dati dei monitoraggi non sarà in grado di fornire informazioni credibili sull'evoluzione delle componenti ambientali interessate dal progetto.

In questa eventualità saranno presenti due situazioni sfavorevoli:

- l'esercente dell'impianto non sarà in grado di dimostrare che gli interventi di mitigazione sono in grado di contenere gli impatti ambientali sfavorevoli entro i limiti prefissati dal giudizio di VIA;
- l'autorità competente, nell'ordinaria amministrazione e maggiormente nel caso della rilevazione di eventuali (presunte) situazioni anomale, si troverà ad intervenire in condizioni di elevata incertezza e di scarsa efficacia circa le azioni che dovrà intraprendere;

3. ogni azione di monitoraggio prevista nel PMA deve essere il frutto di un'attenta ponderazione in cui andranno compresi, fra gli altri, anche i seguenti fattori:

- la significatività del parametro prescelto per la caratterizzazione della componente ambientale oggetto di monitoraggio nello specifico contesto in cui verrà realizzato il progetto;
- le modalità tecniche con cui si intende procedere nell'esecuzione del monitoraggio (complessità operativa, frequenza e costi effettivi della misurazione, ecc.);
- il grado di attendibilità dei risultati ottenibili in base alle scelte fatte nei due punti precedenti;
- l'effettiva capacità di rappresentare adeguatamente l'evoluzione dello stato delle componenti ambientali osservate tramite l'utilizzo dei parametri prescelti con particolare riferimento alla successiva comunicazione dei risultati all'Autorità competente ed al pubblico interessato.

Al fine di ampliare i riferimenti conoscitivi sull'argomento, in considerazione della loro validità ancora attuale, nel Box successivo sono stati riportati i requisiti e i criteri generali degli "Indirizzi metodologici generali per la predisposizione del PMA" contenuti nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.; D.lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.)" pubblicate nell'anno 2014 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali in collaborazione con ISPRA.

Box 2 - Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA

5. Indirizzi metodologici generali per la predisposizione del PMA

5.1. Requisiti e criteri generali

Gli indirizzi metodologici ed i contenuti specifici del PMA forniti nel presente documento sono stati impostati in relazione all'obiettivo di fornire i requisiti generali che possono essere ritenuti validi ed applicabili a tutte le tipologie di progetti e contesti ambientali in quanto l'estrema variabilità dei diversi specifici aspetti propri di ciascun progetto/contesto ambientale non può consentire la definizione di contenuti rigidamente prefissati.

Le diverse sezioni del documento individuano i contenuti "minimi", che dovranno essere adeguatamente tarati e sviluppati dal proponente in stretta relazione alle specificità del progetto, del contesto e degli impatti ambientali stimati nell'ambito dello SIA.

In tale logica, il PMA rappresenta un elaborato che, seppure con una propria autonomia, deve garantire la piena coerenza con i contenuti del SIA relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario di riferimento che precede l'attuazione del progetto (ante operam) e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (in corso d'opera e post operam).

Per consentire al proponente di disporre di una cornice di riferimento dei contenuti fondanti del PMA, si forniscono nel seguito alcuni requisiti "minimi" fondamentali che l'elaborato dovrà soddisfare per rispondere alle finalità

previste dalla normativa vigente ed al tempo stesso per essere tecnicamente e realisticamente attuabile, anche in termini di costi-benefici. il PMA, quindi:

- 1. ha per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali, in coerenza con quanto documentato nello SIA, sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall'attuazione dell'opera: il Proponente non è pertanto tenuto a programmare monitoraggi ambientali connessi a finalità diverse ... ed a sostenere conseguentemente oneri ingiustificati e non attinenti agli obiettivi strettamente riferibili al monitoraggio degli impatti ambientali significativi relativi all'opera in progetto;*
- 2. deve essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nello SIA (estensione dell'area geografica interessata e caratteristiche di sensibilità/criticità delle aree potenzialmente soggette ad impatti significativi; ordine di grandezza qualitativo e quantitativo, probabilità, durata, frequenza, reversibilità, complessità degli impatti);*
- 3. conseguentemente, l'attività di MA da programmare dovrà essere adeguatamente proporzionata in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti, ecc.;*
- 4. deve essere, ove possibile, coordinato o integrato con le reti e le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente. Tale condizione garantisce che il MA effettuato dal proponente non duplichi o sostituisca attività svolte da altri soggetti competenti con finalità diverse dal monitoraggio degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto;*
- 5. rappresenta uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio ambientale che discendono da dati, analisi e valutazione già contenute nel Progetto e nello SIA: pertanto i suoi contenuti devono essere efficaci, chiari e sintetici e non dovranno essere duplicati, ovvero dovranno essere ridotte al minimo, le descrizioni di aspetti a carattere generale non strettamente riferibili alle specifiche finalità operative del PMA (es. trattazioni generiche sul monitoraggio ambientale, sulle componenti ambientali, sugli impatti ambientali, sugli aspetti programmatici e normativi);*
- 6. allo stesso tempo deve essere strutturato in maniera sufficientemente flessibile per poter essere eventualmente rimodulato nel corso dell'istruttoria tecnica di competenza della Commissione CT VIA VIA-VAS e/o nelle fasi progettuali e operative successive alla procedura di VIA: in tali fasi potrà infatti emergere la necessità di modificare il PMA, sia a seguito di specifiche richieste avanzate dalle diverse autorità ambientali competenti che a seguito di situazioni oggettive che possono condizionare la fattibilità tecnica delle attività programmate dal Proponente.*

Nel rispetto dei diversi ruoli e competenze, il proponente potrà disporre dei dati e delle informazioni, dati generalmente di lungo periodo, derivanti dalle reti e dalle attività di monitoraggio ambientale, svolte in base alle diverse competenze istituzionali da altri soggetti (ISPRA, ARPA/APPA, Regioni, Province, ASL, ecc.) per supportare efficacemente le specifiche finalità del MA degli impatti ambientali generati dall'opera;

A seguito delle attività indicate, per ciascuna componente/fattore ambientale individuato saranno definiti:

- a. le aree di indagine nell'ambito delle quali programmare le attività di monitoraggio e, nell'ambito di queste, le stazioni/punti di monitoraggio in corrispondenza dei quali effettuare i campionamenti (rilevazioni, misure, ecc.);*
- b. i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche, la coerenza con le previsioni effettuate nello SIA (stima degli impatti ambientali), l'efficacia delle misure di mitigazione adottate;*
- c. le tecniche di campionamento, misura ed analisi e la relativa strumentazione;*
- d. la frequenza dei campionamenti e la durata complessiva dei monitoraggi nelle diverse fasi temporali;*
- e. le metodologie di controllo di qualità, validazione, analisi ed elaborazione dei dati del monitoraggio per la valutazione delle variazioni nel tempo dei valori dei parametri analitici;*
- f. le eventuali azioni da intraprendere (comunicazione alle autorità competenti, verifica e controllo efficacia azioni correttive, indagini integrative sulle dinamiche territoriali e ambientali in atto, aggiornamento del programma lavori, aggiornamento del PMA) in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese rispetto ai valori di riferimento assunti.*

In relazione alla portata delle attività da svolgere, il PMA dovrà prevedere un'adeguata struttura organizzativa preposta alla gestione ed attuazione del MA stesso.

1.1 Attività del Monitoraggio Ambientale

Nella VIA, il Monitoraggio Ambientale rappresenta l'insieme delle attività da attuare successivamente alla fase decisionale. Tali attività sono finalizzate alla verifica dei risultati attesi dal processo di VIA ed a concretizzare la sua reale efficacia mediante dati qualitativi/quantitativi misurabili, ossia dei parametri, evitando che l'intero processo si riduca ad una mera procedura amministrativa e ad un esercizio formale.

Secondo il programma VIA, le attività di MA si articolano in quattro fasi principali:

- monitoraggio: insieme delle misurazioni periodiche o continuative di specifici parametri e indicatori dello stato di qualità delle componenti ambientali di carattere biologico, chimico e fisico, impattate dalla realizzazione o dall'esercizio dell'opera, mediante rilevazioni che si protraggono per l'appunto antecedentemente e successivamente alla realizzazione del progetto;
- valutazione: conformità con le Norme, i limiti legislativi e le previsioni d'impatto aspettate dalle prestazioni ambientali del progetto;
- gestione: eventuali problematiche, non previste, emerse durante le attività di monitoraggio e di valutazione;
- comunicazione: informazione ai diversi soggetti coinvolti (autorità competente e/o agenzie interessate) sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione del progetto.

1.2 Articolazione temporale

Nel Monitoraggio Ambientale deve essere fatto presente un quadro completo sullo sviluppo spazio-temporale delle attività di monitoraggio articolate in tre principali fasi di progetto:

- ante-Operam (AO): si conclude prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente ambientale. In tale fase si recepisce e si verificano tutti i dati reperiti e direttamente misurati per la redazione del SIA e si sviluppa l'attività di monitoraggio con un aggiornamento e/o completamento dei dati, anche in relazione ad eventuali prescrizioni;
- *corso d'opera (CO)*: fase nella quale rientra tutto il periodo in cui vengono eseguite le attività di cantiere per la realizzazione dell'impianto. Sono comprese tutte quelle azioni messe in atto per allestire il cantiere, le lavorazioni per la realizzazione dell'opera, le fasi di smantellamento del cantiere ed il ripristino dei luoghi. I dati che si ricavano in questo arco temporale permettono di comprendere i cambiamenti che si stanno già verificando durante la realizzazione, rispetto alle condizioni statiche di equilibrio dell'areale sottoposto ai lavori all'inizio dei lavori stessi.
- post-Operam (PO): fase operativa nella quale si effettua il controllo durante la fase di esercizio dell'impianto eolico la cui realizzazione è già conclusa o durante la sua eventuale fase di dismissione. Questo stadio rappresenta il momento più importante di raccolta dati poiché saranno, questi ultimi, ad essere confrontati con i dati prelevati nella fase AO, nonché i dati che permetteranno di conoscere l'effettiva efficacia delle misure di mitigazione adottate.

Considerato lo sviluppo spaziale delle opere e la durata di realizzazione, è possibile che le tre fasi di monitoraggio si sovrappongono parzialmente, restando peraltro chiaramente distinti i risultati.

Inoltre, per ogni fase devono essere specificati gli strumenti e le modalità utilizzati per svolgere l'attività di monitoraggio, in modo tale che il responso fornito sia chiaro ed efficace e che espliciti nel modo più realistico possibile l'impatto dell'opera di progetto sull'ambiente e sui cittadini.

Le varie fasi hanno le finalità di seguito illustrate:

- monitoraggio Ante-Operam:
 - di definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti prima dell'inizio delle attività;
 - di rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'opera, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera;
 - di consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in corso d'opera, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali.
- monitoraggio in *Corso d'Opera (CO)*:
 - di analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'opera, direttamente o indirettamente;
 - di controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
 - identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.
- monitoraggio Post-Operam (PO):
 - di confrontare gli indicatori, definiti nello stato AO, con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'opera;
 - di controllare i livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori, definiti nelle condizioni AO, sia degli altri eventualmente individuati in fase di cantierizzazione;

- di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione, anche al fine del collaudo.

Infine, per la stesura del Piano di Monitoraggio Ambientale si procede ad effettuare le:

1. analisi dei documenti di settore, riferimenti normativi e scientifici;
2. analisi delle diverse matrici ambientali ed i relativi impatti, come descritti nel SIA di Pattada-Buddusò (SS);
3. individuazione delle matrici più sensibili e perciò meritevoli di monitoraggio;
4. stesura del PMA individuando, per ogni matrice, gli impatti principali da considerare e monitorare, i metodi di monitoraggio, i parametri oggetto del monitoraggio e le tempistiche.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La Sardegna è un'isola del mar Mediterraneo occidentale ed è lambita a Nord dalle acque delle Bocche di Bonifacio, che la separano dalla Corsica. Ad Ovest è bagnata dal Mar di Sardegna, mentre ad Est dal Mar Tirreno. A Sud, le acque del Canale di Sardegna si interpongono tra l'isola e le coste settentrionali del continente africano.

Il territorio si presenta prevalentemente collinare (67,9%). Le porzioni di pianura occupano una superficie del 18,5% rispetto all'estensione totale, con la massima pianura dell'isola che è rappresentata dalla piana del Campidano. Le montagne (13,6% dell'intero territorio) raggiungono le massime elevazioni tra le cime del Massiccio del Gennargentu.

L'altitudine media può essere calcolata intorno ai 380 m. s.l.m. e solo il 15% del territorio supera la quota dei 1.500 m. s.l.m. Nella porzione Nord dell'isola si erge il granitico monte Limbara che, con la punta Balistreri, raggiunge i 1.359 m. s.l.m. Le cime più elevate si trovano nel massiccio del Gennargentu, con punta La Marmora che raggiunge la quota di 1.834 m. s.l.m. Segue il Bruncu Spina con i suoi 1.829 m. s.l.m., il monte Spada (1.595 m. s.l.m.) e, più a Sud, il monte Serpeddì (1.069 m. s.l.m.). Nel Supramonte di Oliena la cima più elevata è rappresentata dal monte Corراسi, che raggiunge 1.463 m. s.l.m. Segue il monte Fumai, nel Supramonte di Orgosolo, con i suoi 1.316 m. s.l.m. e punta Solitta (1.206 m. s.l.m.).

I diversi caratteri, sia naturali che umani della Sardegna, formano un mosaico multicolore, che visto da lontano appare come piuttosto uniforme, ma che a uno sguardo approfondito appare invece ricchissimo di particolari inaspettati.



1. Cagliari e il suo golfo
2. Sulcis e Cixerri
3. Medio Campidano e Bonorzuoli
4. Sarrabus e Gerrei
5. Ogliastra
6. Barbagie meridionali e Mandrolisai
7. Trexenta, Marmilla e Sarcidano
8. Arborea
9. Guilcer e Barigadu
10. Planargia e Montiferru
11. Marghine e Goceano
12. Nuorese, Baronie e Barbagie settentrionali
13. Logudoro, Meilogu e Monteacuto
14. Nurra e Anglona
15. Gallura

Figura 1-1. Regioni della Sardegna. In giallo, l'areale di studio.

I comuni di Buddusò (700 m. s.l.m.) e di Pattada (828 m. s.l.m.) si trovano al confine meridionale della provincia di Sassari ed hanno una superficie complessiva rispettivamente di 217 km² e 165 km². Dal punto di vista orografico, i paesi sono situati all'interno dell'omonimo altopiano di Buddusò che ingloba a Nord parte dei territori di Alà dei Sardi e si spinge verso il territorio di Oschiri, a Sud comprende parte dei più alti territori dell'agro di Bitti e di Osidda.

Essi appartengono all'antico territorio del Logudoro⁵ e più precisamente alla regione storica del Monteacuto⁶.

L'area che ospiterà l'impianto in progetto ricade nei territori dei Comuni di Pattada (SS) e Buddusò (SS), da cui dista rispettivamente circa 6 km a N-NO rispetto all'abitato di Pattada e 6 km a E-NE da Buddusò. Essa è posta a circa 2 km a SE di Osidda (NU), a circa 9 km a S-SO da Nule (SS) e Benetutti (SS) e a circa 17 km a SE da Bitti (NU).

L'area di impianto è racchiusa nel seguente reticolo di strade:

- Lago di Lerno a N;
- S.S. 389 a E;
- S.P. 15 a S
- S.S. 128 a O.

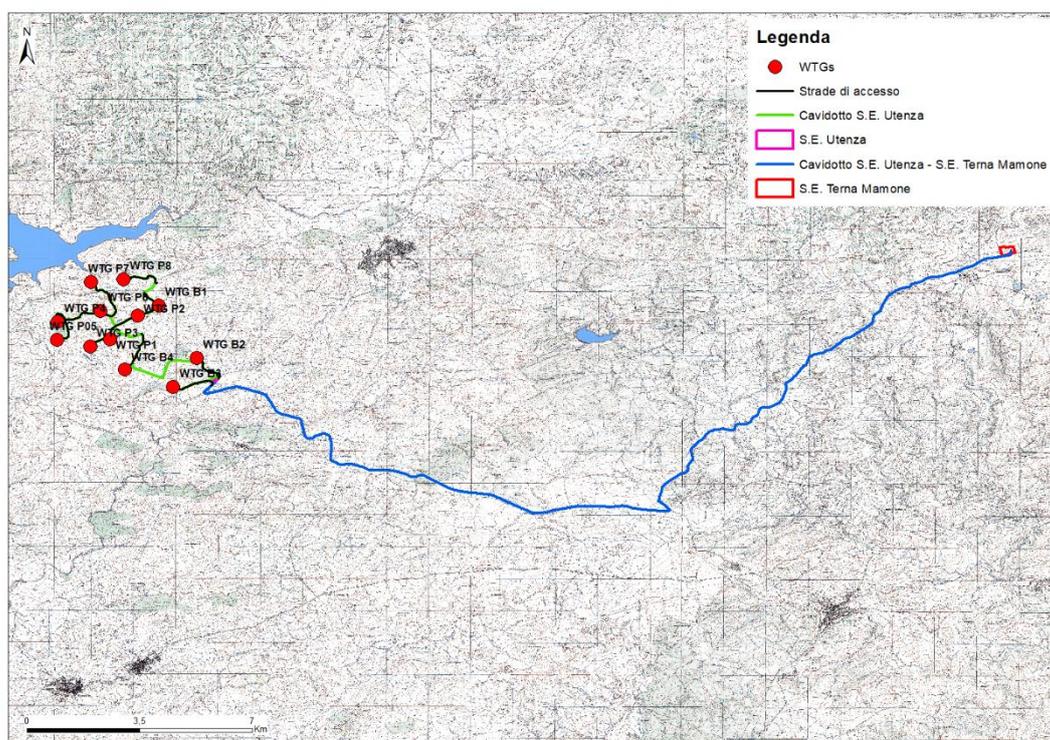


Figura 1-2. Inquadramento cartografico da CTR 1: 25.000.

⁵ Il Logudoro (Logudòro/u in sardo, Loggudoru in sassarese, Logudor in algherese, Locudoru in gallurese) è un vasto territorio della Sardegna centro-settentrionale dai confini incerti. Oggi occupa buona parte di quello che, nel Medioevo, costituiva l'antico Giudicato di Torres.

⁶ Il suo territorio corrisponde in massima parte ai territori pianeggianti che a partire dal monte Santo, che segna il confine col Meilogu, arrivano fin quasi ad Olbia (isola amministrativa di Berchiddeddu e parte del territorio di Loiri Porto San Paolo), comprendendo la vallata a sud del Limbara. L'unica zona realmente montuosa è quella a sud-est, corrispondente pressappoco al territorio di Pattada col monte Lerno e all'altopiano di Buddusò.

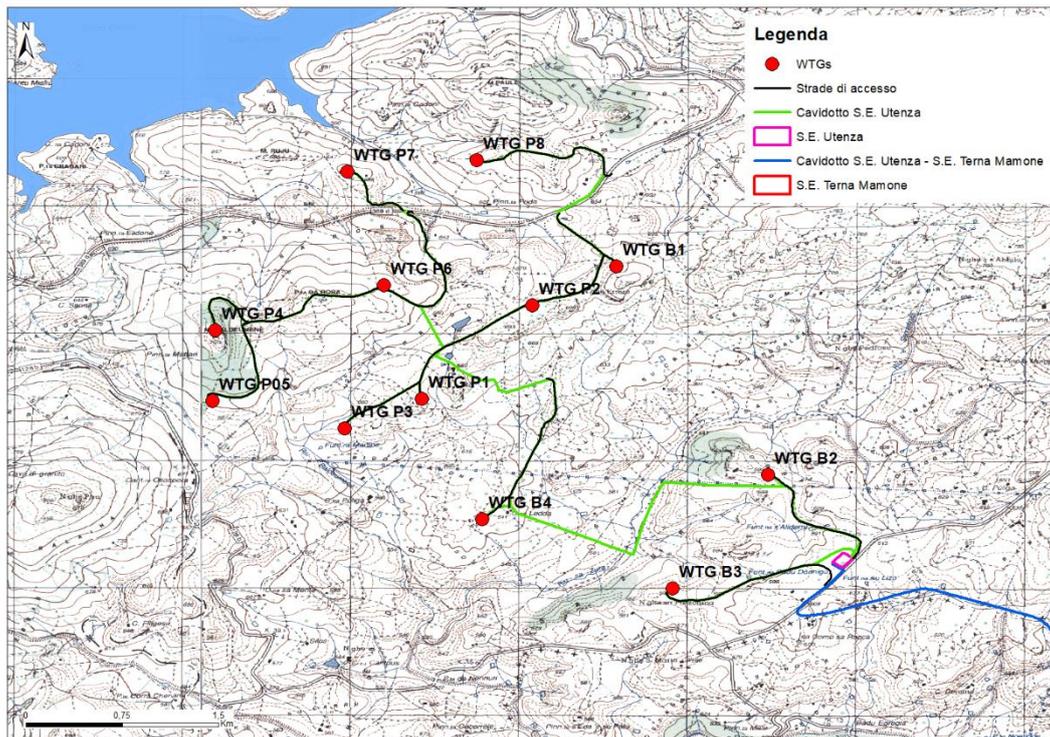


Figura 1-3. Inquadramento cartografico di dettaglio da CTR 1: 25.000.

Le coordinate geografiche, corrispondenti al centro degli aerogeneratori, e i rispettivi Fogli e Particelle sono riportati nella tabella sottostante.

n° Aerogeneratore	Latitudine	Longitudine	Altimetria (m. s.l.m.)	Comune	Foglio	Particella
WTG P1	40.554302	9.181172	656	PATTADA	55	18
WTG P2	40.560938	9.18892	680	PATTADA	55	6
WTG P3	40,552204	9,175775	639	PATTADA	55	54
WTG P4	40.559260	9.16696	792	PATTADA	50	78
WTG P5	40.554549	9.166149	715	PATTADA	55	14
WTG P6	40.562550	9.177981	733	PATTADA	51	53
WTG P7	40.570400	9.175946	660	PATTADA	51	12
WTG P8	40.571180	9.185017	703	PATTADA	51	9
WTG B1	40.563694	9.194829	689	BUDDUSO'	43	19
WTG B2	40.548919	9.205250	608	BUDDUSO'	56	147
WTG B3	40.540209	9.199312	590	BUDDUSO'	56	142
WTG B4	40.545827	9.185304	609	BUDDUSO'	56	70

Tabella 1-1. Localizzazione dei lotti.

La quota media dell'areale in studio è di 600 m. s.l.m.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1 Normative di riferimento comunitarie europee

Per quanto riguarda le direttive di riferimento comunitarie sono incluse, in prima istanza, la Direttiva 96/61/CE concernente la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento per talune attività industriali ed agricole, sostituita dalla direttiva 2008/1/CE ed oggi confluita nella direttiva 2010/75/UE sulle emissioni industriali, come seconda c'è la Direttiva 2001/42/CE sulla Valutazione Ambientale Strategica (VAS) di Piani e Programmi.

Entrambe le direttive hanno introdotto il MA rispettivamente come parte integrante del processo di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio di un impianto e di controllo sui significativi impatti generati nei confronti dell'ambiente e derivanti dall'attuazione dei Piani e dei Programmi.

Grazie alla Direttiva 96/61/CE sono stati introdotti i principi generali del MA definiti come "General Principles of Monitoring" nel Best Reference Document, per assolvere agli obblighi previsti dalla direttiva, relativamente ai requisiti di monitoraggio delle emissioni industriali alla fonte.

Seppur con diverse finalità e specificità rispetto alla VIA, il citato documento sui Principi Generali contiene alcuni criteri di carattere generale quali l'ottimizzazione dei costi, rispetto agli obiettivi, la valutazione del grado di affidabilità dei dati e comunicazione dei dati.

La direttiva 2011/92/UE sulla VIA, modificata dalla direttiva 2014/52/UE introducendo importanti novità in merito al MA che viene riconosciuto come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente, effetti provenienti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'individuazione di eventuali effetti negativi significativi, imprevisti, e all'adozione di opportune misure correttive.

Inoltre, la direttiva 2014/52/UE stabilisce che il monitoraggio:

- non deve duplicare eventuali monitoraggi ambientali già previsti da altre normative pertinenti, che siano comunitarie o nazionali, al fine di evitare oneri ingiustificati; per tale scopo è possibile ricorrere a meccanismi di controllo esistenti derivanti da altre normative comunitarie o nazionali;
- è parte della decisione finale che ne va a definire le specificità (parametri da monitorare e durata del monitoraggio) in maniera adeguata e proporzionale alla natura, localizzazione e dimensione del progetto e all'incidenza dei suoi effetti sull'ambiente.

3.2 Normative di riferimento nazionali

Il D.P.C.M. del 27 dicembre 1988 recante “Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità ambientale” tutt’ora in vigore in virtù dell’art.34, comma 1 del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., nelle more dell’emanazione di nuove norme tecniche, prevede che “[...] la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni” costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e).

Il D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. va a consolidare la finalità del MA, attribuendone la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si realizza in una fase successiva all’informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Nella Parte Seconda di tale D.lgs. viene individuato il MA (art.22, lettera e); punto 5-bis dell’Allegato VII in cui è definito come “descrizione delle misure previste per il monitoraggio” facente parte dei contenuti del SIA, documentato quindi dal proponente nell’ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nella procedura SIA stessa.

Il D.lgs. 163/2006 e ss.mm.ii. regola la procedura VIA per le opere strategiche di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) definendo per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del MA.

Ai sensi dell’Allegato XXI (Sezione II) al D.lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.:

- il Progetto di Monitoraggio Ambientale rappresenta parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g);
- la relazione generale definitiva del progetto “riferisce in merito ai criteri in base ai quali si è operato per la redazione del progetto di monitoraggio ambientale con particolare riferimento per ciascuna componente impattata e con la motivazione per l’eventuale esclusione di taluna di esse” (art.9, comma 2, lettera i);
- sono specificati i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede Statale e comunque ove richiesto (art.10, comma 3):
 - a) il PMA deve esporre i contenuti, i criteri, le metodologie, l’organizzazione e le risorse che verranno successivamente impiegate per attuare il Piano di Monitoraggio Ambientale, definito come il gruppo di controlli da dover effettuare mediante rilevazione e misurazione dell’evoluzione nel tempo di determinati parametri di carattere biologico, chimico e fisico che contrassegnano le componenti ambientali influenzate dalla realizzazione e/o dall’esercizio delle opere;
 - b) il PMA deve conformarsi alle prescrizioni introdotte nel citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio. Dovranno essere adottati tecnologie e sistemi innovativi ivi previsti. Secondo quanto stabilito dalle Linee Guida rilasciato dal MATTM in collaborazione con il MiC, nella redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale devono essere fedelmente rispettate le fasi progettuali di seguito riportate:
 - analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;
 - definizione del quadro informativo esistente;
 - identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
 - scelta delle componenti ambientali;
 - scelta delle aree da monitorare;
 - strutturazione delle informazioni;
 - programmazione delle attività.

4 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

L'European Environment Agency (EEA) definisce il Monitoraggio Ambientale come l'insieme delle misurazioni, valutazioni e determinazioni – periodiche o continuative – dei parametri ambientali, effettuato al fine della prevenzione di possibili danni all'ambiente.

4.1 Obiettivi del Monitoraggio Ambientale

Il Monitoraggio Ambientale persegue i seguenti obiettivi:

1. verificare la conformità alle previsioni di impatto individuale nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
2. correlare gli stati Ante-Operam, in Corso d'Opera e Post-Operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
3. garantire, durante la fase di costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
4. verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
5. fornire alla Commissione VIA gli elementi, di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
6. effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

4.2 Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale

Il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti:

1. prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste “ad hoc” con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell’ambito della tutela e dell’uso delle risorse ambientali;
2. essere coerente con il SIA relativo all’opera interessata dal MA. Eventuali modifiche e la non considerazione di alcune componenti devono essere evidenziate e sinteticamente motivate;
3. contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti;
4. indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerente con la normativa vigente;
5. prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
6. prevedere l’utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
7. individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
8. definire la scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e delle sensibilità/criticità dell’ambiente interessato;
9. prevedere la frequenza delle misure adeguate alle componenti che si intendono monitorare;
10. prevedere l’integrazione della rete di monitoraggio con le reti di monitoraggio esistenti;
11. prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti nel SIA;
12. prevenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all’importanza e all’impatto dell’Opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola Opera specifica sull’ambiente. Priorità sarà attribuita all’integrazione quali-quantitativa di reti di monitoraggio esistenti che consentano un’azione di controllo duratura nel tempo;
13. definire la struttura organizzativa preposta all’effettuazione del MA;
14. identificare e dettagliare il costo del monitoraggio per le varie componenti ambientali e per le tre fasi, tenendo conto anche degli imprevisti.

4.3 Criteri metrologici del Piano di Monitoraggio Ambientale

Nella redazione del PMA sono state eseguite le seguenti fasi progettuali:

1. identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici: per la definizione delle metodiche di monitoraggio che per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali;
2. scelta delle componenti ambientali: quelle individuate dal SIA, integrate con quelle stabilite dalle raccomandazioni e prescrizioni del parere di compatibilità ambientale;
3. scelta degli indicatori ambientali: basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto;
4. scelta delle aree da monitorare: basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente, in particolare le aree naturali protette, di pregio o interesse individuate dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale e le aree sensibili;
5. strutturazione delle informazioni: si devono identificare tecniche di sintesi dei dati (grafiche e numeriche) che semplifichino la caratterizzazione e la valutazione dello stato ambientale nelle tre fasi;

Programmazione delle attività: in relazione allo stato di avanzamento dei lavori, delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni.

4.4 Scelta degli indicatori di monitoraggio

Per la descrizione dell'ambiente, il ricorso all'uso degli indicatori di monitoraggio, negli ultimi anni, si è limitato all'analisi delle strutture e, in minor misura, alle funzioni proprie delle componenti ambientali, sia prese singolarmente che nel complesso ecosistemico.

La più grande difficoltà a cui devono far fronte gli esperti del settore riguarda la necessità di ponderare il contributo stesso degli indicatori con lo scopo di definire, nel miglior modo possibile, uno status o una funzione ambientale. Nel tempo però le molteplici ricerche ed esperienze hanno concesso di individuare alcuni indicatori "chiave" che permettono di descrivere l'ambiente al meglio.

L'Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale (ANPA), oggi ISPRA, fornisce una fondamentale considerazione riguardante la "natura" stessa di tali indicatori di monitoraggio per conseguire l'elaborazione dei dati rispettando i termini delle procedure di VIA.

La maggior parte dei ricercatori è attualmente rivolta all'impiego del modello DPSIR. Nel modello DPSIR, acronimo di Determinanti-Pressioni-Stato-Impatti-Risposte, gli indicatori di monitoraggio vengono necessariamente inseriti in una logica di sistema, rispettando adeguatamente le esigenze delle politiche di sviluppo sostenibile, caratterizzate a loro volta da un'equilibrata integrazione di fattori ambientali, sociali ed economici.

Vien da sé la necessità di disporre di un modello descrittivo delle interazioni fra i sistemi economici, politici e sociali, con le componenti ambientali secondo la logica di una sequenza causa-condizione-effetto in modo tale da fornire una visione multidisciplinare e integrata dei diversi processi ambientali.

Gli indicatori del modello adottato vengono raggruppati ed organizzati, concettualmente, secondo diversi modelli di riferimento volti ad organizzare la lettura degli indicatori che descrivono la situazione ambientale in una struttura capace di identificare le relazioni di causa-effetto e le attività di risposta che devono essere attuate per ottenere un cambiamento nella direzione desiderata.

Il modello DPSIR, sviluppato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente è lo strumento ritenuto più idoneo per descrivere le interazioni ed esprimere, mediante indici, sia la qualità dell'ambiente che le alternative progettuali di miglioramento; motivo per cui tutti i processi di reporting ambientale sono o dovrebbero essere guidati da questo modello.

Come si nota nella figura sottostante, il modello è costituito da cinque elementi, ciascuno dei quali, in merito all'analisi di un noto tema ambientale, deve trovare una rappresentazione mediante indici numerici. Tali indici devono essere rappresentativi, misurabili, basati su solidi presupposti scientifici, facili da interpretare, sensibili ai cambiamenti e capaci di evidenziare la tendenza del fenomeno del tempo.



Figura 4-1. Schema del modello DPSIR. (Fonte: Linee guida per la raccolta e l'elaborazione dei dati - Relazione sullo stato dell'ambiente dell'UE 1998-EEA).

I cinque elementi presentati nel modello vengono di seguito spiegati e per ciascuna fase, accostati al significato di indicatori:

- Driving forces o Determinanti: rappresentano il ruolo dei settori economici e produttivi all'interno della società come cause primarie di alterazione degli equilibri ambientali.

Gli Indicatori di Determinanti si riferiscono solitamente ad attività e comportamenti antropici derivanti dagli sviluppi sociali ed economici, dai bisogni individuali, dagli stili di vita e dai livelli di produzione e consumo complessivi. Per citarne qualcuno si può far riferimento a cause come il traffico veicolare, le produzioni industriali, il consumo energetico, la densità di popolazione, ecc.

- Pressioni: sono gli effetti risultanti della presenza delle diverse attività antropiche che si riversano sull'ambiente, alterandone i naturali equilibri.

Gli Indicatori di Pressione individuano le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera, l'inquinamento acustico, gli scarichi industriali, il consumo di risorse naturali come, per esempio, lo sfruttamento di rocce e sabbie per le costruzioni, l'emissione di radiazioni, la produzione dei rifiuti, la contaminazione dei siti naturali, l'espansione urbana, la costruzione delle infrastrutture, ecc.

- Stato: descrive quantitativamente e qualitativamente le condizioni fisiche, chimiche e biologiche delle risorse ambientali di una certa area.

Gli Indicatori di Stato descrivono la temperatura, la concentrazione di alcuni gas inquinanti e/o presenti in atmosfera, il livello di rumore generato dal traffico veicolare come, per esempio, nelle vicinanze di un aeroporto, la popolazione di una specie animale nel proprio habitat, l'erosione generata dall'acqua e dal vento, la degradazione fisica di un suolo, le contaminazioni locali o diffuse, lo stato delle foreste e della natura presente e via dicendo.

- Impatti: equivalgono ai cambiamenti significativi indotti sull'ambiente, intesi come alterazioni generate dalle precedenti azioni antropiche negli ecosistemi, nella biodiversità, sullo stato di salute, nell'economia e nella disponibilità delle risorse.

Gli Indicatori di Impatto si traducono nei cambiamenti sullo stato dell'ambiente indotti dalle Pressioni, come l'aumento di gas ad effetto serra, la contaminazione del suolo e delle risorse idriche, la disponibilità di risorse e le biodiversità.

- Risposte: si riferiscono a tutte quelle azioni attuate (politiche, leggi, prescrizioni, piani, obiettivi, accordi di programma, atti normativi), per mano di gruppi sociali, soggetti pubblici o dagli organi di governo, per fronteggiare, mitigare, compensare, evitare o adattarsi ai cambiamenti manifestatisi sullo Stato dell'ambiente e per raggiungere accordi di protezione ambientale. Sono dunque le risposte fornite da tentativi governativi al fine di evitare, compensare, mitigare o adattarsi ai cambiamenti nello stato dell'ambiente. Ad alcune di queste risposte si può far riferimento come a forza guide negative, poiché esse tendono a re-indirizzare i trend prevalenti nel consumo e nella produzione. Altre risposte hanno come obiettivo quello di elevare l'efficienza dei processi e la qualità dei prodotti attraverso l'uso e lo sviluppo di tecnologie pulite.

Gli Indicatori di Risposta sono la percentuale di auto con marmitta catalitica e quella di rifiuti riciclati, lo sviluppo di tecnologie pulite, piani di gestione dei rifiuti, sviluppi politici comunitari europei di protezione del suolo, piani di bonifica e normative ed incentivi volti a proteggere l'uso delle risorse ambientali.

Secondo tale modello, i cinque elementi illustrati sono connessi tra loro secondo la logica di causa-effetto, infatti sono i Determinanti, ossia gli sviluppi di natura economica e sociale, ad esercitare le Pressioni, espressione delle alterazioni sullo Stato dell'ambiente e delle risorse naturali. A loro volta, i cambiamenti dello stato ambientale si traducono inevitabilmente negli Impatti che si esplicano sulla salute umana, sugli ecosistemi e sull'economia, i quali richiedono delle soluzioni, le Risposte.

Le azioni di risposta possono avere una ricaduta diretta su qualsiasi elemento del sistema, poiché mitigano gli impatti, migliorano lo stato dell'ambiente, riducono le pressioni e regolano i determinanti.

Verosimilmente gli impatti (già di livello medio-basso) possono raggiungere un elevato ed ulteriore abbattimento nel caso di realizzazione e corretta gestione delle attività di compensazione e mitigazione e che tali azioni costituiscono un importante investimento per l'aumento della sostenibilità dell'intervento e dell'areale.

Analogamente, un corretto programma di controllo-monitoraggio sull'area d'intervento e delle immediate vicinanze consentirà di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni ambientali, al fine di garantire il mantenimento di condizioni di qualità ambientale soddisfacenti e, in alcuni casi, di poter intervenire correggendo e/o orientando le attività di gestione delle attività di cantiere e di futuro esercizio.

PAESAGGIO PERCETTIVO										
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni
			D	P	S	I	R			
Grado di inserimento paesaggistico del progetto	Calcolare con regressioni lineari multiple la qualità percepita di un paesaggio esistente e/o fotosimulato consentendone una quantificazione all'interno di una scala cardinale.	numero					R			Ottenere risposte oggettive ed attendibili in merito al grado di "percezione culturale" di nuovi elementi del paesaggio, da parte dei fruitori dello stesso.

ECOLOGIA DEL PAESAGGIO, ECOSISTEMI E RETI ECOLOGICHE

Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni
			D	P	S	I	R			
Habita umano	<p>Insieme delle aree:</p> <p>a) dove la popolazione umana vive;</p> <p>b) che gestiscono in modo permanente, totale o parziale;</p> <p>c) nelle quali apportano energia sussidiaria, limitando la capacità di autoregolazione dei sistemi naturali.</p> <p>La sua importanza risiede nel fatto che costituisce la variabile indipendente nei modelli di studio dei paesaggi, anche nel caso di bassi livelli di antropizzazione.</p>	%			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica
Biopotenzialità territoriale (BTC)	<p>Grandezza che rappresenta il flusso di energia che un sistema deve dissipare (per m²) per mantenere il suo livello di organizzazione, ordine e metastabilità. Esprime la capacità latente di un paesaggio di ritornare allo stato di equilibrio metastabile. Viene stimata con un'apposita metodologia sulla componente di un paesaggio o parte di una sua parte.</p>	Mcal/m ² /anno			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica

VEGETAZIONE E FLORA										
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni
			D	P	S	I	R			
Numero di specie soggette a tutela	Presenza di specie soggette a tutela.	Numero			S	I				Sopralluoghi e rilievi di verifica
Numero di singoli esemplari meritevoli di salvaguardia	Presenza di singoli esemplari arborei o arbustivi meritevoli di salvaguardia.	Numero			S	I				Sopralluoghi e rilievi di verifica

USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE										
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni
			D	P	S	I	R			
Aumento superfici destinate a colture di pregio	Superfici adibite a agricoltura di pregio nell'intorno dell'area d'intervento	m ²	D		S					Verifica sui dati del censimento agricoltura e sui registri delle colture di pregio

SUOLO E SOTTOSUOLO										
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni
			D	P	S	I	R			
Erosione	Indice di perdita di suolo	Numero			S	I				Sopralluoghi e rilievi di verifica

FAUNA										
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni
			D	P	S	I	R			
Numero specie ornitiche e di chiroterri presenti	Censimento delle specie faunistiche per classe con particolare riguardo alle specie sinantropiche	91 e 1			S		R			Tenere sotto controllo la biodiversità faunistica permettendo di individuare, inoltre, la presenza di specie che si sono adattate a vivere in habitat antropizzati.
Numero specie ornitiche e di chiroterri presenti in Lista Rossa e di interesse	Censimento delle specie faunistiche per status fenologico (residenti, migratori, nidificanti, ecc..) con particolare riguardo alle specie migratorie.	30 e 1			S		R			Tenere sotto controllo la biodiversità faunistica con particolare riguardo alle specie migratorie.
Biopermeabilità	Capacità di una specie di attraversare un mosaico paesistico	numero		P			R			Tenere in considerazione questo indicatore per garantire la realizzazione di sistemi percolanti cioè attraversabili da parte della fauna

MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni
			D	P	S	I	R			
Grado di attecchimento della vegetazione	Numero di piantine suddivise per specie che hanno attecchito rispetto al numero totale di piantine messe a dimora anche con riferimento alle specie xerofile e resistenti al fuoco).	numero			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica
Grado di copertura della vegetazione	Percentuale di suolo interessato dall'intervento di rinaturalizzazione coperto da vegetazione rispetto alla superficie di intervento totale.	%			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica
Numero di opere idraulico-agrarie nuove	Numero nuove realizzazioni di opere idraulico agrarie.	numero	D				R			Sopralluoghi e rilievi di verifica
Stato delle manutenzioni delle opere idraulico-agrarie	Stato delle sistemazioni oggetto di regolare manutenzione.	%			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica

<p>Contenuto di sostanza organica nel terreno (in relazione alla desertificazione)</p>	<p>Monitoraggio di eventuali fenomeni di degrado dei suoli</p>	<p>%</p>	<p>D</p>		<p>S</p>		<p>R</p>	<p style="background-color: #000080; color: white;"> </p>	<p>Analisi chimico-fisiche dei terreni</p>
<p>Superficie percorsa da incendi</p>	<p>Monitoraggio delle superfici all'interno dell'impianto eventualmente percorse da incendio</p>	<p>m²</p>	<p>D</p>	<p>P</p>		<p>I</p>		<p style="background-color: #000080; color: white;"> </p>	<p>Sopralluoghi e rilievi di verifica</p>

SIGNIFICATIVITA'/APPLICABILITÀ

	ELEVATA
	MEDIA
	BASSA

4.5 Struttura organizzativa preposta all'effettuazione del monitoraggio ambientale

In considerazione del numero e delle articolazioni delle attività di monitoraggio ambientale è necessario che venga definita la struttura organizzativa prevista per lo svolgimento e la gestione di tutte le attività di monitoraggio, per l'intera durata dello stesso.

In questa struttura deve essere individuata la figura del Responsabile Ambientale.

Viene inoltre riportato un elenco con le principali competenze specialistiche da prevedere per ciascuna componente e/o fattore ambientale.

COMPONENTE	FATTORE	COMPETENZE SPECIALISTICHE
ATMOSFERA E CLIMA	Modifiche climatiche	Qualità dell'aria Modellistica
	Rilascio inquinanti in atmosfera	Meteorologia Fisica/chimica dell'atmosfera Biologia
ACQUE SUPERFICIALI	Modifiche drenaggio superficiale	
	Modifiche chimico-fisico-biologiche acque superficiali	
ACQUE SOTTERRANEE	Modifiche idrogeologiche, acquifero superficiale	
	Modifiche chimico-fisico-biologiche acque sotterranee	
SUOLO	Modifiche pedologiche	Agronomia Pedologia Geologia Idrogeologia Geotecnica
	Modifiche di destinazione dell'uso del suolo	
SOTTOSUOLO	Caratteristiche geologiche e geotecniche	
	Instabilità dell'area dal punto di vista sismico	
VEGETAZIONE E USO DEL SUOLO	Perdita permanente di superficie vegetata	Scienze forestali Zoologia
	Perdita temporanea di vegetazione	Biologia
	Sottrazione permanente di superficie agricola	Botanica
FLORA E FAUNA	Perdita diretta di habitat	Agronomia
	Elementi di disturbo	Pedologia
	Effetto barriera	Telerilevamento
ECOSISTEMI	Alterazione dell'ecosistema	

	Frammentazione dell'ecosistema (analisi della connettività)	
SALUTE PUBBLICA	Vicinanza a insediamenti abitativi	Sociologia dell'ambiente e del territorio Comunicazione
	Rischio d'incidente	
	Produzione di polveri	
	Produzione di rifiuti	
	Produzione di rumori	
RUMORE E VIBRAZIONI	Traffico veicolare	Modellistica Acustica ambientale Valutazione di impatto acustico Ingegneria civile delle strutture Geotecnica Rilevamento vibrazioni Valutazione di impatto vibrazionale
	Vicinanza a insediamenti abitativi	
	Effetto di disturbo della fauna	
RADIAZIONI ELETTRICHE	Reti di trasmissioni elettriche	
	Alimentazione di energia elettrica	
PAESAGGIO	Modifica della percezione dei siti naturali e storico-culturali	Architettura del paesaggio Sociologia dell'ambiente e del territorio

5 CRITERI SPECIFICI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE PER LE SINGOLE COMPONENTI E/O FATTORI

5.1 Atmosfera e clima

Il PMA è finalizzato a caratterizzare la qualità dell'aria durante le diverse fasi operative mediante rilevazioni strumentali, focalizzando l'attenzione sugli inquinanti direttamente o indirettamente immessi nell'atmosfera.

Unitamente al monitoraggio dei parametri chimici (inquinanti atmosferici) è necessario effettuare il monitoraggio dei parametri meteorologici che caratterizzano lo stato del clima locale, nonché un aspetto di fondamentale importanza per effettuare una corretta analisi e/o previsione delle modalità di diffusione e trasporto degli inquinanti atmosferici.

Sulla base del SIA, l'impianto eolico non rilascia sostanze inquinanti in atmosfera, ma va valutato il fenomeno d'innalzamento delle polveri e produzione di gas, generati dal transito dei mezzi di trasporto usati durante la fase di cantiere per l'approvvigionamento dei materiali e per le operazioni di scavo.

Nella fase di realizzazione dell'opera il monitoraggio è direttamente correlato all'avanzamento dei lavori di cantierizzazione, pertanto il PMA è stato elaborato coerentemente con le informazioni contenute nel piano di cantierizzazione dell'opera, con particolare riferimento alla distribuzione spaziale e temporale delle diverse attività di cantiere ed alle specifiche modalità operative, tecniche e gestionali, di realizzazione dell'opera.

5.1.1 Identificazione degli impatti da monitorare

Nella scelta delle aree oggetto dell'indagine si fa riferimento ai diversi livelli di criticità dei singoli parametri, con particolare riferimento a:

- tipologia dei recettori;
- localizzazione dei recettori;
- morfologia del territorio interessato.

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza del cantiere per la realizzazione dell'impianto eolico sono collegati alle lavorazioni relative alle attività di scavo a sezione obbligata per la realizzazione dei plinti di fondazione delle torri eoliche, agli scavi per la realizzazione delle piazzole di servizio, nuove strade e cavidotti di connessione ed alla movimentazione del terreno, che sarà riposto al lato dello scavo stesso per il successivo ritombamento o, se in eccesso, smaltito secondo la normativa. Durante le suddette lavorazioni il transito e la movimentazione del materiale dei mezzi pesanti e di servizio, possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria. La fase di esercizio, grazie alla tipologia dell'opera che richiede solo occasionalmente attività di manutenzione dell'impianto, non genererà emissioni in atmosfera apprezzabili.

Per quanto riguarda la fase di cantiere le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- operazioni di scavo delle aree di cantiere;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento alle attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio;
- formazione della viabilità di servizio ai cantieri.

Dalla realizzazione della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di impatti ambientali:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarimento di polveri dalle pavimentazioni stradali dovuto al transito dei mezzi pesanti, dal risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento e da importanti emissioni di polveri localizzate nelle aree di deposito degli inerti.

I punti di monitoraggio vengono individuati considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico recettori isolati particolarmente vicini al tracciato stradale e centri abitati o piccole frazioni o eventualmente case sparse disposti in prossimità dello stesso.

In generale si possono individuare 4 possibili tipologie di impatti:

- inquinamento dovuto alle lavorazioni in prossimità dei cantieri;
- inquinamento prodotto dal traffico dei mezzi di cantiere;
- inquinamento dovuto alle lavorazioni effettuate sul fronte avanzamento lavori;
- inquinamento prodotto dal traffico veicolare della strada in esercizio.

I punti di monitoraggio possono essere collocati seguendo i criteri sottoelencati:

- verifica della presenza di altri recettori nelle immediate vicinanze in modo da garantire una distribuzione dei siti di monitoraggio omogenea rispetto alla lunghezza del tratto stradale;
- possibilità di posizionamento del mezzo in aree circostanti e rappresentative della zona inizialmente scelta;
- copertura di tutte le aree recettore individuate lungo il tracciato;
- posizionamento in prossimità di recettori ubicati lungo infrastrutture stradali esistenti.

Parametri da rilevare

I parametri da rilevare possono essere suddivisi in due categorie:

- parametri meteorologici: Consistono in tutti quei parametri che vanno a caratterizzare il clima di un territorio, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperature dell'aria, umidità relativa e assoluta, precipitazioni atmosferiche.
- parametri qualità dell'aria: Consistono in quei parametri che vanno a misurare la composizione degli elementi nell'aria, specialmente quelli che condizionano la salute pubblica e della vegetazione, per tale motivo la legislazione vigente, D. Lgs.155/2010 e ss.mm.ii, stabilisce valori limite di concentrazione. Gli elementi da rilevare sono: CO, NOx, NO₂, SO₂, C₆H₆, PM₁₀, PM_{2.5}, Pb, As, Ni, Cd, Benzo(a) pirene, O₃.

5.1.2 Articolazione temporale

Ante-operam (AO)

Per la caratterizzazione meteorologica in fase ante-operam si fa affidamento a dati ottenuti da stazioni locali già presenti sul territorio.

Riguardo alla qualità dell'area e le sue componenti sarà effettuata una campagna di monitoraggio presso stazioni fisse prima dell'avvio dei lavori per la caratterizzazione dell'area. I mezzi e la strumentazione utilizzata saranno certificati e rispetteranno i requisiti di legge.

In corso d'opera (CO)

Riguardo alla strumentazione per la qualità dell'aria, è previsto in ciascuno dei 3 punti di misura individuati le misure della concentrazione di: CO, NOx, NO₂, SO₂, C₆H₆, PM₁₀, PM_{2.5}, Pb, As, Ni, Cd, Benzo(a) pirene, O₃, quando le attività di cantiere sono in prossimità dei 3 ricettori, così da intervenire tempestivamente qualora vi siano degli sforamenti oltre il limite di legge, così da limitare i possibili impatti.

Post-operam (PO)

Per i parametri di qualità dell'aria si utilizzeranno strumentazioni impiegata nella fase "*in corso d'opera (CO)*" e il monitoraggio sarà ripetuto almeno una volta entro 1 anno dopo la conclusione dell'attività di cantiere.

5.2 Suolo

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dal Dlgs.152/06 e ss.mm. e ii e dal D.M.n.161/12 e ss.mm.ii.

In tutte le fasi dell'opera, il monitoraggio dovrà essere finalizzato all'acquisizione di dati relativi alla:

- sottrazione di suolo ad attività pre-esistenti;
- entità degli scavi in corrispondenza delle opere da realizzare, controllo dei fenomeni franosi e di erosione sia superficiale che profonda;
- gestione dei movimenti di terra e riutilizzo del materiale di scavo (Piano di Riutilizzo in sito o altro sito del materiale di scavo);
- possibile contaminazione per effetto di sversamento accidentale di oli e rifiuti sul suolo.

L'impatto sul suolo e sul sottosuolo indotto dall'opera e dalle opere accessorie sono riconducibili all'occupazione di superficie, all'alterazione morfologica e alla possibilità di insorgere fenomeni di erosione.

I terreni sui quali è previsto l'intervento sono aree prevalentemente agricole. A lavori ultimati, si prevederà il ripristino di tutte le aree non necessarie alla gestione dell'impianto. L'impatto del sottosuolo sarà limitato alle sole opere di fondazioni delle torri eoliche, per effetto degli scavi e il getto di cls.

L'impianto di progetto è stato concepito in modo tale da assecondare la naturale conformazione del sito, in modo da limitare i movimenti terra e quindi le alterazioni morfologiche. Inoltre, le opere verranno localizzate su aree geologicamente stabili, escludendo situazioni particolarmente critiche.

Strumentazione e localizzazione

L'esecuzione dei monitoraggi (strumentazione, numero di campioni da rilevare nel periodo di osservazione, modalità di campionamento, ecc.) dovrà essere conforme quanto previsto dalle linee guida e dagli standard adottati a livello nazionale. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla norma UNI CEN EN ISO 17025.

Visto le caratteristiche spaziali dell'impianto, si prevedono almeno 12 campioni di suolo in ogni area che ospiterà altrettanti aerogeneratori.

Parametri da rilevare

Verrà indagata la presenza di metalli pesanti, sia ante-operam che al termine della fase di cantiere.

Il protocollo di monitoraggio si attua in due fasi:

1. la prima fase del monitoraggio precede la realizzazione dell'impianto eolico e consiste nella caratterizzazione stazionale, tramite una scala cartografica di dettaglio, osservazioni in campo e una caratterizzazione del suolo.
2. la seconda fase del monitoraggio, invece, prevede la valutazione delle caratteristiche del suolo attraverso il prelievo di campioni.

In tutte e due le fasi del monitoraggio deve essere effettuata un'analisi stazionale, con le analisi di laboratorio dei campioni di suolo.

Di seguito vengono riportate alcune definizioni che inserite nel decreto DM 471/99 Metodi ufficiali

5.2.1 Campionamento

Le modalità da seguire per il campionamento sono riportate:

- nell'Allegato 2 Parte Quarta del D.Lgs 152/2006;
- nel capitolo 2 del Manuale APAT 43/2006;
- nel "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati", D.M. n. 471/1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni".

Secondo le normative su esposte, per il progetto in essere, occorre predisporre un idoneo Piano di Campionamento (PdC) che dovrà riportare almeno le seguenti informazioni:

- località di indagine;
- n° campionamenti;
- posizione dei punti di campionamento su planimetria del sito investigato;
- epoca di campionamento;
- tipologia di campionamento;
- modalità di esecuzione dei sondaggi.

Ai fini di un corretto campionamento occorrerà definire:

- i composti da ricercare: Vengono identificati in base alle informazioni.

I punti di campionamento secondo le seguenti possibilità:

1. ubicazione ragionata (se sono disponibili informazioni approfondite sul sito che consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione);
2. il metodo di campionamento: attraverso metodi di scavo manuale o meccanizzato: (scavo per mezzo di utensili manuali, scavo per mezzo di trivella o carotatore manuale, scavo per mezzo di pala meccanica, sistemi di perforazione a rotazione o a percussione).

5.2.2 Localizzazione

Nell'ambito dell'area di progetto, l'individuazione di una porzione omogenea rappresenta il passaggio cruciale per la conseguente scelta della zona di campionamento, poiché da ciò dipende la rappresentatività del campione e, di conseguenza, la concreta applicabilità delle informazioni desunte dalle analisi.

Al fine di verificare l'omogeneità del sito, la modalità più corretta di procedere consiste nel:

- identificare la categoria nella quale ricade l'impianto mediante la Carta di Uso del Suolo della Regione Sardegna;
- elaborare carte tematiche (pendenze e dislivelli) mediante la carta DEM (Digital Elevation Model);
- esecuzione di un sopralluogo per confermare il risultato delle elaborazioni ai punti precedenti.

5.2.3 Analisi e stato del terreno

Al fine di monitorare lo stato del suolo in fase ante-operam e in corso d'opera saranno previste le seguenti analisi:

- analisi fisico-chimiche;
- analisi sui metalli pesanti.

5.2.4 Analisi fisico-chimiche

Si distinguono in analisi di base o di caratterizzazione e analisi di controllo.

- a) analisi di base o di caratterizzazione sono necessarie per conoscere le caratteristiche fondamentali e la sua dotazione in elementi nutritivi e permettono di misurare alcune caratteristiche del terreno quali: scheletro e tessitura, reazione (pH), carbonati totali, calcare attivo, capacità di scambio cationico e conduttività elettrica, che si mantengono praticamente stabili nel tempo, oppure si modificano molto lentamente e sono poco influenzabili. Pertanto verranno effettuate una volta in fase ante-operam;
- b) analisi di controllo si effettuano su parametri che potrebbero variare nel tempo, pertanto verranno effettuate in corso d'opera. Rispetto alle analisi di base comprendono un minor numero di determinazioni analitiche e, quindi, consentono una riduzione dei costi e tempi di realizzazione più brevi. Nella fase post-operam, si ripeteranno le analisi microbiologiche e dei metalli pesanti, mentre per le analisi fisico-chimiche le analisi di base saranno ripetute solo i seguenti parametri: Scheletro, PAS, pH, Conducibilità 1:2, Conducibilità in pasta satura, Sostanza organica, Azoto totale, CSC, Calcio scambiabile, Magnesio scambiabile, Sodio scambiabile);
- c) nel rapporto di analisi, oltre ai parametri chimico fisici, dovranno essere contenuti una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei tre punti di prelievo che costituiscono il singolo campione.

Analisi chimico-fisiche del suolo		
Parametro	Unità di misura	Metodo
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g/Kg	D.M. 13/09/99 Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo G.U. 248/1999.
Scheletro	g/Kg	
PAS	%	
pH	g/Kg	
Cloruri	S.S. CaCo ³ g/Kg	
Sostanza organica	g/Kg S.S.C.	
CSC	Meq/100 g S.S.	
Azoto totale	g/Kg S.S.N.	
Fosforo assimilabile	Mg/Kg S.S.P.	
Conducibilità elettrica	S/m	
Conducibilità in pasta satura	mS/cm	
Calcio scambiabile	Meq/100 g S.S.	
Potassio scambiabile	Meq/100 g S.S.	
Magnesio scambiabile	Meq/100 g S.S.	
Sodio scambiabile	Meq/100 g S.S.	
Microelementi (ferro-manganese, rame, zinco assimilabile)	Mg/Kg	

Tabella 5-1. Caratterizzazione fisico-chimica del suolo (ante-operam), mentre i parametri asteriscati saranno analizzati in corso d'opera.

5.2.5 Analisi sui metalli pesanti

I metalli pesanti al di sopra di determinate soglie sono tossici per gli organismi animali e/o vegetali. La presenza eccessiva di metalli pesanti nel suolo è in grado di influire negativamente sulle attività microbiologiche, sulla qualità delle acque di percolazione, sulla composizione delle soluzioni circostanti, nonché alterare lo stato nutritivo delle piante, modificandolo sino ad impedire la crescita ed influire sugli utilizzatori primari e secondari.

I metalli che generalmente vengono rilevati negli impianti industriali e considerati più pericolosi per la fertilità del suolo sono: arsenico, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco. Nei suoli esistono dei valori di fondo, cioè concentrazioni naturali di metalli pesanti, diverse per l'orizzonte superficiale e quello profondo, talvolta con concentrazioni superiori a quelle fissate dalla legge.

Secondo il decreto ministeriale del 13/09/1999 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo", e il Testo Unico sull'Ambiente 152/06, i valori di concentrazione di alcuni metalli pesanti accertati in suoli coltivati e naturali sono presenti nella tabella 3, mentre in tabella 4 sono riportati i valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale- industriale". Per la loro determinazione verrà utilizzato il metodo IRSA.

Elemento	Concentrazione (mg Kg ⁻¹)
Cadmio	0,1- 5
Cobalto	1-20
Cromo	10-150
Manganese	750-1000
Nichel	5-120
** Piombo	5-120
* Rame	10-120
* Zinco	10-150

* Le concentrazioni più elevate di Rame e Zinco sono caratteristiche di molti suoli utilizzate per la viticoltura.

** Gli elevati livelli di Piombo (sicuramente non naturali) tengono conto dei valori che spesso si riscontrano nei suoli ubicati nelle vicinanze di vie di comunicazione ed in suoli in cui le colture hanno reso necessario l'intervento con antiparassitari a base di arseniato di piombo.

Tabella 5-2. Concentrazioni di alcuni metalli pesanti in suolo coltivati e naturali.

Elemento	Siti ad uso commerciale e industriale (mg kg ⁻¹) espressi come s.s.
Cadmio	15
Cromo totale	800
Nichel	500
Piombo	1000
Rame	600
Stagno	350
Zinco	1500

Tabella 5-3. Valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale-industriale".

5.2.6 Articolazione temporale

Ante-operam (AO)

Prima dell'avvio della fase di cantiere si ha la necessità di caratterizzare la componente suolo presente nell'area indagata. Per tale scopo si deve prevedere almeno un campionamento per area interessata dalla realizzazione dell'aerogeneratore prossimo all'inizio dei lavori.

In corso d'opera (CO)

Durante la fase di cantiere si deve prevedere un ulteriore campionamento con le tecniche e metodologie già applicate precedentemente.

Post-operam (PO)

In fase di esercizio dell'opera, non si prevedono impatti diretti dell'impianto eolico sul suolo, tuttavia, si suggerisce di effettuare un campionamento entro un anno dalla messa in esercizio dell'impianto, nelle aree delle piazzole di cantiere ripristinate.

5.3 Vegetazione

Il monitoraggio della Componente Vegetazione e Flora ha la doppia finalità di tenere sotto controllo gli effetti sulle comunità e sulle specie vegetali esistenti nel territorio in esame dovuti alle attività di costruzione e verificare la corretta realizzazione ed evoluzione degli interventi di sistemazione a verde previsti per l'inserimento paesaggistico-ambientale della nuova infrastruttura.

In particolare le attività di monitoraggio perseguono i seguenti obiettivi:

- caratterizzare parte della vegetazione e della flora naturale e semi-naturale interessata dai lavori di realizzazione dell'opera dal punto di vista fisionomico-strutturale, fitosociologico e fitosanitario durante la fase di ante-operam, con particolare riferimento agli esemplari di pregio, alla vegetazione ripariale dei corsi d'acqua vincolati ed alle altre aree di particolare sensibilità ambientale;
- controllare l'evoluzione della vegetazione, caratterizzata nella fase ante-operam, durante l'intero sviluppo delle attività di costruzione;
- evidenziare, durante la realizzazione dell'opera, l'eventuale instaurarsi di fitopatologie correlate alle attività di costruzione al fine di predisporre i necessari interventi correttivi;
- verificare la corretta applicazione degli interventi a verde rispetto agli obiettivi di inserimento paesaggistico ed ambientale dell'opera;
- controllare l'attecchimento, il corretto accrescimento e lo stato fitosanitario delle piante messe a dimora;
- rilevare lo stato di fatto delle aree impiegate per la realizzazione dei cantieri attraverso un censimento floristico per una corretta programmazione della cantierizzazione e della progettazione della nuova sistemazione post-cantiere.

Sarà valutata l'eventuale insorgenza di anomalie che possono manifestarsi a causa di stress idrici (dalla costipazione dei suoli e da modificazioni morfologiche), dell'impolveramento dell'apparato fogliare delle piante limitrofe alle aree di costruzione, e di interferenze dirette sui soggetti vegetali.

Nella fase di esercizio saranno monitorati i nuovi impianti di vegetazione per verificare l'attecchimento, il corretto accrescimento di alberi, arbusti e colture erbosa, e verificare il raggiungimento degli obiettivi paesaggistici e naturalistici.

Le analisi saranno svolte principalmente mediante indagini in campo mirate a completare il quadro informativo acquisito, con particolare riferimento alle aree di maggiore sensibilità ambientale.

Attraverso un'indagine bibliografica e con il supporto di una serie di rilievi in campo, saranno definiti la fisionomia e la struttura della vegetazione e della flora presente lungo la fascia di territorio indagata.

Tali indagini preliminari avranno anche lo scopo di verificare i contenuti del presente progetto di monitoraggio.

5.3.1 Metodologia di monitoraggio

Il monitoraggio della vegetazione e della flora, come detto, persegue l'obiettivo di controllare lo stato fitosanitario delle aree a maggiore valenza naturalistica che si trovano nelle vicinanze degli interventi di progetto e ha anche lo scopo di verificare la corretta esecuzione delle opere di mitigazione in progetto.

Per il raggiungimento di tali obiettivi verranno utilizzate, in corrispondenza delle aree prescelte, metodiche di indagine principalmente basate su rilievi in situ da realizzare secondo modalità e tempistica diversificate in rapporto alle differenti tipologie di aree e/o finalità degli interventi.

5.3.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Le indagini in campo riguarderanno strettamente le aree ricadenti all'interno del sito oggetto di intervento. La scelta delle aree è stata effettuata sulla base di criteri differenziati distinguendo anzitutto le aree in cui verificare lo stato fitosanitario da quelle in cui verificare l'esecuzione e la buona riuscita degli interventi di mitigazione.

Nel primo caso, la scelta è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

- rappresentatività in relazione alle diverse unità di vegetazione (identificate in relazione alle tipologie floristiche e fisionomiche per consentire l'estensione dei dati rilevati ad altre aree con caratteristiche simili);
- sensibilità, nel senso che dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutte quelle aree che risultano avere particolari caratteristiche di sensibilità in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto;
- presenza di attività particolarmente critiche connesse alla costruzione dell'opera sotto il profilo del potenziale impatto sulla vegetazione.

I criteri utilizzati per definire le aree da sottoporre ad indagini in campo per la verifica degli interventi di mitigazione sono:

- rappresentatività in relazione alle caratteristiche ed all'importanza dell'intervento rispetto agli obiettivi naturalistici e paesaggistici prefissati in fase progettuale;
- significatività in termini di superficie interessata e numero di piante messe a dimora;
- sensibilità dell'area interessata dall'intervento: saranno oggetto di controllo diretto le aree che per caratteristiche pedo-climatiche e vicinanza di fonti di inquinamento potrebbero presentare maggiori probabilità di insuccesso degli interventi di mitigazione;
- caratteristiche delle piante da porre a dimora: si porrà più attenzione alle specie che presentano maggiori difficoltà di attecchimento ed accrescimento e maggiore vulnerabilità di carattere fitosanitario.

Infine, nell'ambito delle aree di cantiere e delle aree tecniche e di stoccaggio, che a seguito di sopralluoghi risultano caratterizzate da presenze significative di vegetazione arbustiva e/o arborea saranno oggetto in fase ante-operam di un censimento floristico, e in post-operam di interventi di verifica della correttezza e dell'efficacia dei ripristini eseguiti.

5.3.3 Indicatori

Per le indagini finalizzate alla caratterizzazione e alla verifica dello stato fitosanitario della vegetazione esistente saranno presi in esame la caratterizzazione fitosanitaria dell'apparato epigeo effettuata mediante:

- valutazioni visive a distanza sull'intera pianta o sulla sola chioma, relative a presenza, localizzazione e diffusione di: alterazioni da patogeni; rami secchi; defogliazione; scolorimento (clorosi e/o necrosi); disturbi antropici, animali, abiotici (meteorici, idrologici, da inquinamento, da incendio); un ulteriore esame ravvicinato in situ, su un campione di foglie, relativo a presenza, localizzazione ed estensione di: clorosi, necrosi, anomalie di accrescimento, deformazioni, patogeni;
- il controllo dell'accrescimento avverrà di norma indirettamente, misurando i valori di incremento registrati per ogni pianta, tra una campagna di indagine e la successiva, relativamente a: diametro del tronco; altezza totale della pianta; ampiezza della chioma.

Le indagini integrative per il monitoraggio delle specie infestanti da prevedere in corrispondenza di aree già interessate da rilievi dello stato fitosanitario limitrofe ad aree di cantiere saranno realizzate mediante sopralluoghi che dovranno consentire l'identificazione delle specie infestanti e di definirne il grado di diffusione in un ambito areale esteso dall'area oggetto dei rilievi fitosanitari anche alla vicina area di cantiere.

Le indagini relative agli interventi di ripristino vegetazionale dovranno consentire una valutazione complessiva dell'efficacia di ciascun intervento, anche attraverso il controllo dei seguenti parametri:

- grado di attecchimento di individui e specie arborei e arbustivi;
- grado di accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei.

Il censimento floristico degli individui arborei e arbustivi ricadenti in aree di cantiere, tecniche o di stoccaggio rappresenta un'attività propedeutica alla programmazione della cantierizzazione e alla progettazione della nuova sistemazione post-cantiere. Nell'ambito del censimento, per ogni individuo o gruppo di individui verranno rilevati oltre agli indicatori geografici gli aspetti dendrometrici e fitosanitari al fine di riconoscere e valutare complessivamente le piante.

Le successive indagini finalizzate al controllo della correttezza ed efficacia del reimpianto della vegetazione temporaneamente soppressa dovranno prevedere:

- il controllo della corretta localizzazione ed esecuzione dei reimpianti;
- la verifica del grado di attecchimento e accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei e arbustivi.

5.3.4 Attività da monitorare

Le attività di monitoraggio saranno realizzate in tre distinte fasi collocate rispettivamente prima (fase ante-operam), durante (corso d'opera) e dopo (post-operam) la costruzione dell'impianto.

5.3.4.1 Monitoraggio ante-operam

Il monitoraggio in fase ante-operam ha lo scopo di fornire un quadro delle condizioni iniziali della vegetazione attraverso:

- la caratterizzazione stazionale, pedologica e fitosociologica delle aree oggetto di monitoraggio;
- la verifica dello stato sanitario della vegetazione a livello di aree, di siti e di singoli esemplari tramite rilievi in situ;
- il censimento floristico di aree di cantiere caratterizzate dalla presenza di specie arbustive e/o arboree, per disporre di un quadro iniziale che consenta di predisporre un corretto piano di ripristino ambientale.

Per il raggiungimento di tali obiettivi, si prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- indagini preliminari, consistenti nell'analisi e integrazione della documentazione bibliografica;
- Indagini in campo.

I rilievi in fase ante-operam saranno effettuati per gradi di dettaglio crescenti, come segue:

- rilievi a livello di intera area di progetto;
- rilievi a livello di sito;
- rilievi a livello di singola pianta.

Per ogni area saranno sottoposti ad osservazione da uno a due siti, di superficie minima di 0,25 ha, fornendo per ciascuno, oltre ai dati relativi all'estensione e ad una rappresentazione cartografica:

- caratterizzazione del soprassuolo, secondo gli stessi criteri e modalità previsti a livello di area, con l'approfondimento ulteriore dei popolamenti, definendo in particolare composizione e altezza media dello strato arbustivo ed erboso;
- caratterizzazione fitosociologica, integrata, rispetto a quanto previsto a livello di area, da un censimento delle specie presenti (grado di copertura e stadio fenologico) per ciascuna tipologia fisionomica;
- il rilievo sul sito sarà completato da un'appropriata documentazione fotografica.

• Elaborazione e restituzione dei dati

Tutti i dati del monitoraggio ante-operam saranno oggetto di valutazione quanto ai risultati, a livello di rapporto finale. I dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, e la cartografia tematica da questi derivata saranno allegati al rapporto.

Per ciascuna area sottoposta a censimento floristico sarà prodotto un bollettino che comprenderà al suo interno la scheda di censimento botanico con relativa documentazione fotografica, una breve relazione e una planimetria con la localizzazione degli individui arborei - arbustivi censiti.

5.3.4.2 Monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo di consentire la verifica, attraverso le indagini in campo, di eventuali modificazioni delle condizioni della vegetazione registrate in fase ante-operam, intervenute durante e/o in connessione con i lavori di costruzione dell'impianto.

Le indagini in campo saranno eseguite nelle stesse aree, negli stessi siti e sugli stessi esemplari arborei selezionati in fase ante-operam, nonché con le stesse modalità, una volta l'anno per l'intera durata dei lavori di costruzione che potenzialmente interferiscono su ciascuna area, e fino al primo anno dopo il termine degli stessi: questo prolungamento dell'indagine è da considerare parte integrante del monitoraggio sulla vegetazione esistente in corso d'opera, in quanto finalizzato ad individuare eventuali modificazioni anche tardive dello stato vegetazione comunque dovute all'attività di costruzione.

Con la medesima estensione temporale fino ad un anno dal termine dei lavori potenzialmente impattanti, ma con una cadenza all'incirca semestrale anziché annuale, saranno effettuati i sopralluoghi finalizzati al monitoraggio delle specie infestanti in corrispondenza di aree già interessate da rilievi dello stato fitosanitario limitrofe ad aree di cantiere.

I risultati del monitoraggio saranno valutati e restituiti nell'ambito di rapporti annuali e di un rapporto finale relativo all'intero ciclo di monitoraggio di corso d'opera. La cartografia tematica prodotta e i dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, saranno allegati ai rapporti.

5.3.4.3 Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio post-operam avrà l'obiettivo specifico di controllare la corretta esecuzione degli interventi di ripristino/ricucitura vegetazionale prevista nell'area, attraverso la verifica del conseguimento degli obiettivi paesaggistici e naturalistici prefissati in fase progettuale.

Il monitoraggio sarà realizzato mediante indagini in campo ed avrà la durata di un anno, con inizio nell'anno successivo al termine delle attività di ripristino.

I rilievi in campo, che saranno eseguiti una sola volta, in corrispondenza di aree interessate dai ripristini e, all'interno di queste, su particelle opportunamente delimitate, dovranno consentire una valutazione di dettaglio delle condizioni generali dell'intervento e delle specie vegetali utilizzate sia rispetto al conseguimento degli obiettivi dell'intervento, sia relativamente all'efficacia delle piantumazioni mediante la determinazione dei seguenti parametri:

- percentuale di attecchimento delle specie arboree e arbustive (stimata all'interno di ogni particella, per specie e tipologia);
- coefficiente di accrescimento (diametro e altezza) delle specie arboree e arbustive (all'interno di singole particelle, stimato per individui e specie).

Anche i risultati del monitoraggio post-operam, con le carte tematiche e le schede di registrazione prodotte, saranno valutati e restituiti nei rapporti finali.

5.3.4.4 Articolazione temporale del monitoraggio

Come già precisato nei capitoli precedenti, il monitoraggio della Componente Vegetazione e Flora riguarda tutte le fasi di progetto (ante-operam, in corso d'opera e post-operam).

I rilievi in campo dovranno essere effettuati in epoca da tardo-primaverile a estiva. In corso d'opera sia i rilievi previsti una volta l'anno che i sopralluoghi da effettuare due volte l'anno saranno ripetuti con cadenza annuale il più possibile regolare, in modo cioè che ogni rilievo venga eseguito nello stesso periodo di quello corrispondente dell'anno precedente.

Di seguito si fornisce l'elenco delle attività che saranno svolte durante le diverse fasi di monitoraggio ed i relativi tempi previsti, visualizzati anche mediante diagrammi temporali schematici.

Di tali diagrammi quelli relativi alle attività di fase ante-operam e post-operam sono riferiti all'intera durata (un anno) di ciascuna fase di monitoraggio, mentre quello della fase di corso d'opera è rappresentativo della distribuzione e della durata delle attività per il periodo di un anno-tipo.

Monitoraggio ante-operam

Attività	Fase ante-operam											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Indagini preliminari												
Censimento floristico di cantieri, aree tecniche e di stoccaggio												
Altre indagini in campo												
Analisi dati												
Report finale												

Monitoraggio in corso d'opera

Attività	Fase di corso d'opera											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sopralluoghi monitoraggio infestanti												
Altre indagini in campo												
Analisi dati												
Report annuale o finale												

Monitoraggio post-operam

Attività	Fase post-operam											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Indagini in campo												
Analisi dati												
Report finale												

5.3.5 Documentazione da produrre

I risultati dell'attività di monitoraggio saranno riportati su una serie di documenti a carattere periodico (annuale), insieme ai risultati del monitoraggio delle altre componenti ambientali.

Il primo rapporto sarà redatto al termine della fase ante-operam e riguarderà oltre agli studi svolti nella fase preliminare di indagine bibliografica, gli esiti dell'indagine in campo a livello di aree, siti e individui, nonché i risultati del censimento floristico eseguito in aree di cantiere, tecniche e di stoccaggio.

In corso d'opera le relazioni annuali e quella finale analizzeranno allo stesso modo i risultati delle indagini in campo sullo stato della vegetazione esistente e sulla presenza di specie infestanti, valutandone l'evoluzione in rapporto al quadro iniziale definito in ante-operam e a quello registrato di anno in anno in corso d'opera, e l'eventuale insorgenza di criticità causate dall'attività di costruzione.

In fase post-operam, oggetto delle relazioni annuali saranno i ripristini vegetazionali, la cui efficacia e risposta agli obiettivi prefissati sarà valutata attraverso le indagini in campo i cui esiti saranno registrati nelle apposite schede e su carte tematiche.

La registrazione dei dati dei rilievi eseguiti sul terreno sarà effettuata utilizzando appositi modelli di schede. Più in dettaglio, la struttura e i contenuti previsti per i differenti modelli di scheda, in relazione alle diverse tipologie di interventi di monitoraggio e di dati da riportare.

Le schede dei dati delle indagini in campo costituiranno parte integrante delle relazioni annuali e/o conclusive di ciascuna delle fasi di monitoraggio previste, che saranno strutturate secondo due scale di riferimento e conterranno le informazioni elencate di seguito:

- piccola scala (1:500.000/1: 100.000): carta di ubicazione delle aree di monitoraggio in fase ante-operam, corso d'opera e post-operam. Dalla carta sarà possibile accedere a una scheda informativa generale sul monitoraggio della Componente Vegetazione;

- scala di dettaglio (da 1:2000 a 1:10.000) per la fase ante-operam e di corso d'opera: carta delle aree oggetto di rilievi (scala 1: 5.000) con l'indicazione dei siti, degli individui monitorati e delle viste fotografiche. Censimento delle essenze arboree – Planimetria per ciascuna area (di cantiere, tecnica o di stoccaggio) censita;
- fase post-operam (ripristini vegetazionali): Carta dei ripristini vegetazionali (scala 1:10.000). Carta delle aree oggetto dei rilievi (scala 1:5.000).

5.4 Fauna

In analogia con quanto già intrapreso nella fase ante operam, il monitoraggio della fauna si articola in varie tecniche a seconda dei taxa indagati. Per tale studio si è preso in esame l'avifauna e i chiroterteri, in quanto le caratteristiche progettuali e l'ubicazione dell'opera può determinare maggiori interazioni negative su questi taxa.

Va ricordato che tutte le campagne di monitoraggio di ogni taxa devono essere svolte nello stesso arco temporale (stagione) in modo da rendere compatibili e confrontabili i dati raccolti nella fase di monitoraggio.

La restituzione dei dati è a cadenza annuale e dovrà essere redatto un rapporto tecnico, dove si riporterà la descrizione delle attività svolte e i risultati ottenuti, la localizzazione dei siti di monitoraggio e criticità riscontrate. La localizzazione delle specie individuate dovrà essere trasmessa anche in formato digitale (software GIS).

5.4.1 Obiettivo del monitoraggio

Obiettivo del monitoraggio è quello di individuare i potenziali impatti a carico dell'avifauna e della chiroterrofauna, per poter attivare eventualmente azioni correttive per la sostenibilità dell'opera durante le varie fasi progettuali (Fase 1, 2, 3)

Il piano di monitoraggio sarà progettato secondo l'approccio BACI (Before After Control Impact) e individua specifiche metodiche standardizzate di monitoraggio, allo scopo di poter individuare variazioni o tendenze, seguendo le linee guida contenute nel documento "Protocollo di Monitoraggio dell'avifauna dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna" (ISPRA, ANEV, Legambiente), in quanto compatibili. In riferimento alla presenza dei chiroterteri il monitoraggio sarà essere eseguito in accordo con le "Linee guida per il monitoraggio dei Chiroterteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia, ISPRA (2004)".

FASE 1 – Ante Operam: La prima fase del monitoraggio precede la realizzazione dell'impianto eolico ed è già stata attivata. Consiste nel monitoraggio standardizzato della componente avifauna e chiroterrofauna prima della realizzazione dell'opera al fine di caratterizzare dal punto di vista faunistico il sito.

FASE 2 – Fase Corso Opera: in questa fase il monitoraggio standardizzato sarà ripetuto con le stesse metodiche della Fase 1, per valutare gli impatti arrecati dalla trasformazione temporanea del sito di progetto dovuto alla presenza del cantiere.

FASE 3 Fase Esercizio: L'ultima fase prevede la ripetizione del monitoraggio eseguito nella Fase 1 per almeno 2 anni dopo la messa in esercizio dell'impianto, per verificare l'eventuale allontanamento delle specie animali dal sito di installazione eolica o il rischio di collisione da parte di alcuni individui, contro le pale eoliche degli aerogeneratori.

5.4.1.1.1 Metodologia di monitoraggio e frequenza dei monitoraggi

Il monitoraggio dovrà prevedere una gamma di tecniche di rilevamento, in gran parte basate su rilievi sul campo, che variano in funzione delle tipologie di specie da monitorare, delle tutele presenti e delle caratteristiche dei luoghi in esame.

In sede di elaborazione dati, la proposta di monitoraggio potrà prendere in considerazione l'adozione dell'approccio BACI (Before After Control Impact), che permette di stimare l'impatto di un'opera o di una perturbazione ambientale prendendo come riferimento il confronto con un'area di controllo (Underwood 1994, Smith 2002).

Occorre però precisare che tale approccio su siti eolici pone certamente il problema della reperibilità di aree di controllo non troppo distanti dagli impianti e tali da presentare una fisionomia ambientale comparabile a quella del parco eolico. Tale difficoltà si presenta in particolare nei contesti morfologicamente più complessi come quelli montani, dove è indirizzata la maggior parte della produzione di energia eolica. Di conseguenza, la ripetizione dei campionamenti nelle aree di controllo deve essere valutata caso per caso e può essere pertanto recepita solo come prescrizione di massima per il monitoraggio ornitologico.

- Localizzazione e controllo di siti riproduttivi di rapaci entro un buffer di circa 500 m dall'impianto

Il controllo delle pareti e del loro utilizzo a scopo riproduttivo sarà effettuato da distanze non superiori al chilometro, inizialmente con binocolo per verificare la presenza di rapaci; in seguito, se la prima visita ha dato indicazioni di frequentazione assidua, si utilizzerà il cannocchiale per la ricerca di segni di nidificazione (adulti in cova, nidi o giovani involati). La ricerca di siti riproduttivi di rapaci forestali verrà effettuata solo in seguito ad un loro avvistamento nell'area di studio, indirizzando le ispezioni con binocolo e cannocchiale alle aree ritenute più idonee alla nidificazione entro la medesima fascia di intorno. I siti riproduttivi, le traiettorie di volo e gli animali posati verranno mappati su cartografia 1: 25.000. Sono raccomandate almeno 4 giornate di campo, distribuite nel calendario sulla base della fenologia riproduttiva delle specie attese e segnalate nella zona di studio come nidificanti.

- Mappaggio dei Passeriformi nidificanti lungo transetti lineari

Per gli impianti lineari posti in ambienti prativi aperti (copertura boscosa < 40%) lungo crinale, si eseguirà un mappaggio di tutti i contatti visivi e canori con gli uccelli identificati a qualunque distanza percorrendo approssimativamente la linea di giunzione dei punti di collocazione delle torri eoliche. Sarà effettuato, a partire dall'alba o da tre ore prima del tramonto, un transetto a piedi alla velocità di circa 1-1,5 km/h, sviluppato longitudinalmente al crinale in un tratto interessato da futura ubicazione degli aerogeneratori.

- Osservazioni lungo transetti lineari in ambienti aperti (copertura boscosa < 40%) indirizzati ai rapaci diurni nidificanti

Il rilevamento, da effettuarsi nel corso di almeno cinque visite, tra il 1° maggio e il 30 di giugno, è simile a quello effettuato per i Passeriformi canori e prevede di completare il percorso dei transetti tra le 10 e le 16, con soste di perlustrazione mediante binocolo 10x40 dell'intorno circostante, concentrate in particolare nei settori di spazio aereo circostante le torri (o il loro ingombro immaginario, nel caso di attività di monitoraggio ante operam).

I contatti con uccelli rapaci rilevati in entrambi i lati dei transetti entro 1.000 m dal percorso saranno mappati su carta in scala 1: 5.000 delle traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento dell'attraversamento dell'asse principale dell'impianto, del crinale o dell'area di sviluppo del medesimo.

- Punti di ascolto con playback indirizzati agli uccelli notturni nidificanti

Il procedimento prevede lo svolgimento, in almeno due sessioni in periodo riproduttivo (una a marzo e una tra il 15 maggio e il 15 giugno) di un numero di punti di ascolto all'interno dell'area interessata dall'impianto eolico variabile in funzione della dimensione dell'impianto stesso (almeno 1 punto/km di sviluppo lineare o 1 punto/0,5 km²).

I punti saranno essere distribuiti in modo uniforme all'interno dell'area o ai suoi margini, rispettando l'accorgimento di distanziare ogni punto dalle torri (o dai punti in cui saranno edificate) di almeno 200 m, al fine di limitare il disturbo causato dal rumore delle pale in esercizio.

Il rilevamento consiste nella perlustrazione di una porzione quanto più elevata delle zone di pertinenza delle torri eoliche durante le ore crepuscolari, dal tramonto al sopraggiungere dell'oscurità. In seguito, a buio completo, il rilevamento consiste nell'attività di ascolto dei richiami di uccelli notturni (5 min) successiva all'emissione di sequenze di tracce di richiami opportunamente amplificati (per almeno 30 sec/specie). La sequenza delle tracce sonore comprende, a seconda della data del rilievo e delle caratteristiche ambientali del sito: succiacapre *Caprimulgus europaeus*, assiolo *Otus scops*, civetta *Athene noctua*, barbagianni *Tyto alba*, allocco *Strix aluco* e gufo reale *Bubo bubo*.

- Rilevamento della comunità di Passeriformi da stazioni di ascolto

Il rilevamento si ispira alle metodologie classiche (Bibby et al. 1992) e consiste nel sostare in punti prestabiliti per 8 o 10 minuti, annotando tutti gli uccelli visti e uditi entro un raggio di 100 m ed entro un buffer compreso tra i 100 e i 200 m intorno al punto. I conteggi, da svolgere con vento assente o debole e cielo sereno o poco nuvoloso, saranno ripetuti in almeno 8 sessioni per ciascun punto di ascolto (regolarmente distribuiti tra il 15 marzo e il 30 giugno), cambiando l'ordine di visita di ciascun punto tra una sessione di conteggio e la successiva. Gli intervalli orari di conteggio comprendono il mattino, dall'alba alle successive 4 ore; e la sera, da 3 ore prima del tramonto al tramonto stesso. Tutti i punti devono essere visitati per un numero uguale di sessioni mattutine (minimo 3) e per un numero uguale di sessioni pomeridiane (massimo 2).

Nell'area interessata dall'edificazione degli aerogeneratori si predispone un numero di punti di ascolto pari al numero totale di torri dell'impianto +2.

- Osservazioni diurne da punti fissi

Il rilevamento prevede l'osservazione da un punto fisso degli uccelli sorvolanti l'area dell'impianto eolico, nonché la loro identificazione, il conteggio, la mappatura su carta in scala 1:5.000 delle traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento dell'attraversamento dell'asse principale dell'impianto, del crinale o dell'area di sviluppo del medesimo.

- CHIROTERI

La grande varietà di comportamenti presentata da questo ordine di mammiferi impone l'adozione di metodologie di indagine diversificate così da poter rilevare tutte le specie presumibilmente presenti nell'area di studio. È necessario visitare, durante il giorno, i potenziali rifugi. Dal tramonto a tutta la notte devono essere effettuati rilievi con sistemi di trasduzione del segnale bioacustico ultrasonico, comunemente indicati come "bat-detector". Sono disponibili vari modelli e metodi di approccio alla trasduzione ma attualmente solo i sistemi con metodologie di time expansion o di campionamento diretto permettono un'accuratezza e qualità del segnale da poter poi essere utilizzata adeguatamente per un'analisi qualitativa oltre che quantitativa. I segnali vanno registrati su supporto digitale adeguato, in file non compressi (ad esempio .wav), per una loro successiva analisi. Sono disponibili vari software specifici dedicati alla misura e osservazione delle caratteristiche dei suoni utili all'identificazione delle specie e loro attività.

Le principali fasi del monitoraggio sono:

Ricerca roost: censire i rifugi in un intorno di 10 km dal potenziale sito d'impianto. In particolare sarà effettuata la ricerca e l'ispezione di rifugi invernali, estivi e di swarming quali: cavità sotterranee

naturali e artificiali, chiese, cascate e ponti. Per ogni rifugio censito sarà indicata la specie e il numero di individui. Tale conteggio può essere effettuato mediante telecamera a raggi infrarossi, dispositivo fotografico o conteggio diretto. Nel caso in cui la colonia o gli individui non fossero presenti è importante identificare tracce di presenza quali: guano, resti di pasto, al fine di dedurre la frequentazione del sito durante l'anno.

Monitoraggio bioacustico: indagini sulla chiroterofauna migratrice e stanziale mediante bat detector in modalità eterodine e time expansion, o campionamento diretto, con successiva analisi dei sonogrammi al fine di valutare frequentazione dell'area ed individuare eventuali corridoi preferenziali di volo. I punti d'ascolto devono avere una durata di almeno 15 minuti attorno ad ogni ipotetica posizione delle turbine. Inoltre sarà effettuato un analogo monitoraggio in una zona di saggio in ambiente simile a quello dell'impianto e posta al di fuori della zona di monitoraggio per la comparazione dei dati. Nei risultati saranno indicate la percentuale di sequenze di cattura delle prede (feeding buzz).

Considerando le tempistiche, la ricerca dei rifugi (roost) deve essere effettuata sia nel periodo estivo che invernale con una cadenza di almeno 10 momenti di indagine.

In generale si effettueranno uscite dal tramonto per almeno 4 ore e per tutta la notte nei periodi di consistente attività dei chiroteri.

- Monitoraggio acustico

Le analisi degli effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie biologiche non possono fare riferimento a strumenti simili a quanto previsto per l'uomo, in quanto non sono ad oggi individuati parametri, descrittori e metodi di valutazione consolidati.

In base a ciò, il monitoraggio acustico verrà condotto sicuramente con strumentazione di uso comune per le analisi delle immissioni di rumore di tipo ambientale, comunque in grado di acquisizioni di lungo periodo e di notevoli quantità di informazioni (ad es. spettri in frequenza con cadenze temporali di un secondo).

Il monitoraggio acustico ante operam è finalizzato alla caratterizzazione del rumore di fondo (livello sonoro) in un'area sufficientemente vasta ipotizzata come possibile area di perturbazione nonché del segnale sonoro emesso dall'avifauna caratteristica del sito (livello sonoro/spettro di frequenza). Si rende necessaria, quindi, una fase di analisi preventiva sulla base della post elaborazione delle acquisizioni strumentali, infatti la correlazione tra lo spettro sonoro (atteso/ misurato) del rumore emesso dalle attività antropiche (ovvero con aerogeneratori in funzione) con le caratteristiche del segnale sonoro emesso dagli uccelli e la sensibilità uditiva degli stessi, consentirà di indirizzare al meglio la successiva fase di monitoraggio post operam durante la quale si procederà all'analisi delle emissioni sonore degli aerogeneratori e, quindi, al posizionamento ottimale delle stazioni di misura funzionale a verificare l'effettiva area di influenza del rumore antropico.

- Azione di verifica presenza carcasse

Per tutta la durata del monitoraggio nella fase di esercizio presso l'impianto dovrà essere effettuata una raccolta standardizzata e una classificazione delle carcasse, su una porzione di superficie di forma circolare avente raggio non inferiore al diametro del rotore attorno ad ogni aerogeneratore esistente. Si dovrà provvedere alla consegna delle eventuali carcasse rinvenute ad una persona incaricata dal Committente perché sia valutata, se possibile, la causa della morte in un centro competente. Le raccolte standardizzate dovranno essere effettuate nella misura di 1 rilievo a settimana orientativamente da marzo a ottobre.

- Elaborazione Report finale

L'elaborato finale consisterà in una relazione tecnica in cui verranno descritte le attività di monitoraggio svolte ed i risultati ottenuti, comprensiva di allegati cartografici dell'area di studio e dei punti, dei percorsi o delle aree di rilievo.

L'elaborato conterrà indicazioni inerenti:

- gli habitat rilevati secondo il Corine Land Cover;
- le principali emergenze naturalistiche riscontrate;
- la direzione e collocazione delle principali direzioni delle rotte migratorie;
- gli eventuali siti di nidificazione, riproduzione e/o svernamento;
- un'indicazione della sensibilità delle singole specie relativamente agli impianti eolici;
- una descrizione del popolamento avifaunistico e considerazioni sulla dinamica di popolazione;
- una descrizione del popolamento di chiroteri (incluse considerazioni sulla dinamica di popolazione);
- un'indicazione di valori soglia di mortalità per le specie sensibili (modello di Band) (Chamberlain et al. 2006).

Il protocollo qui riassunto ha soltanto un ruolo di orientamento delle attività di monitoraggio, che saranno meglio identificate in sede di attuazione. Nella redazione della proposta di protocollo si è tenuto conto delle prescrizioni indicate dalla normativa Nazionale e Comunitaria, con l'intento di non rendere incompatibili le metodologie proposte con quelle in vigore sul territorio nazionale essendo sprovvista la Regione Sardegna di una normativa ad hoc.

5.5 Rumore

Da un punto di vista fisico per suono in un certo punto dello spazio si intende una rapida variazione di pressione (compressione e rarefazione) intorno al valore assunto dalla pressione atmosferica in quel punto. Si definisce sorgente sonora qualsiasi dispositivo, apparecchio ecc. che provochi direttamente o indirettamente (ad esempio per percussione) dette variazioni di pressione: in natura le sorgenti sonore sono quindi praticamente infinite.

Affinché il suono si propaghi, occorre poi che il mezzo che circonda la sorgente sia dotato di elasticità. La porzione di spazio interessata da tali variazioni di pressione è definita campo sonoro.

Si può esemplificare che la generazione del suono avvenga mediante una sfera pulsante in un mezzo elastico come l'aria; le pulsazioni provocano delle variazioni di pressione intorno al valore della pressione atmosferica che si propagano nello spazio circostante a velocità finita come onde sferiche progressive nell'aria stessa (vedi figura seguente), similmente a quanto si osserva gettando un sasso in uno stagno: le varie particelle del mezzo entrano in vibrazione propagando la perturbazione alle particelle vicine e così via fino alla cessazione del fenomeno perturbatorio.

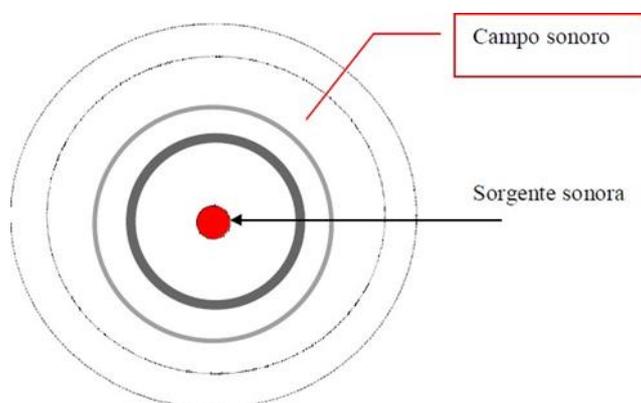


Figura 5-1. Schema di generazione del suono.

Qualora le oscillazioni sonore abbiano una frequenza (numero di cicli in un secondo) compresa all'incirca tra 20 e 20.000 Hz (campo di udibilità) ed una ampiezza, ovvero contenuto energetico, superiore ad una certa entità minima di pressione pari a 2×10^{-5} Pa, definita soglia di udibilità, (inferiore di circa 5 miliardi di volte alla pressione atmosferica standard di 1013 mbar), queste sono allora udibili dall'orecchio umano e possono talora suscitare sensazioni avvertite come fastidiose o sgradevoli, cui attribuiamo genericamente la denominazione di "rumore", anziché di suono.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale della componente "Rumore" è redatto allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, l'ambito territoriale interessato dall'opera progettata. Il monitoraggio di tale componente ambientale deve essere articolato nelle tre fasi di:

- ante-operam;
- in corso d'opera;
- post-operam.

Ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente. Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;

- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura stradale;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali imprevedute per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli sonori attuali (assunti come "punto zero" di riferimento), alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera e delle attività di cantiere e alla rilevazione dei livelli sonori nella fase post-operam.

In particolare, il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura di progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli eventuali interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della fase post-operam è finalizzato ai seguenti aspetti:

- confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero" con quanto rilevato in corso di esercizio dell'opera e con quanto rilevato nella fase di esercizio dell'impianto;
- controllo ed efficacia degli eventuali interventi di mitigazione realizzati (collaudo, ecc.).

L'individuazione dei punti di misura deve essere effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta, alle caratteristiche dei recettori individuati nelle attività di censimento, oltre che a quanto prescritto dalla normativa vigente (L. 447/95, DM 16/03/98 e ss.mm.ii.).

5.5.1 Criteri metodologici adottati

Deve essere rilevato sia il rumore emesso direttamente dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, che il rumore indotto, sulla viabilità esistente, dal traffico dovuto allo svolgimento delle attività di cantiere.

Deve essere effettuata una valutazione preventiva dei luoghi e dei momenti caratterizzati da un rischio di impatto particolarmente elevato (intollerabile cioè per entità e/o durata) nei riguardi dei recettori presenti, che consenta di individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali realizzare il monitoraggio.

La campagna di monitoraggio consentirà inoltre di verificare che sia garantito il rispetto dei limiti previsti dalle normative vigenti nazionali e comunitarie; a tale proposito, infatti, le norme per il controllo dell'inquinamento prevedono sia i limiti del rumore prodotto dalle attrezzature sia i valori massimi del livello sonoro ai confini delle aree di cantiere e presso i recettori o punti sensibili individuati.

Per quanto concerne, invece, il monitoraggio del rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere, le rilevazioni previste hanno allo scopo di controllare la rumorosità del traffico indotto dalle attività di costruzione. I punti di misura vanno previsti principalmente nei centri abitati attraversati dai mezzi di cantiere ed in corrispondenza dei recettori limitrofi all'area di cantiere.

5.5.2 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione dell'infrastruttura di progetto (corso d'opera) rispetto all'ante-operam (assunta come "punto zero" di riferimento) e gli eventuali incrementi indotti nella fase post-operam.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali devono essere rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici;
- parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati vanno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

5.5.3 Parametri acustici

Generalmente le grandezze acustiche variano con il tempo, in relazione alle caratteristiche della sorgente sonora; volendo quindi rappresentare un evento sonoro comunque variabile nel tempo T di integrazione con un unico valore del livello sonoro è stato definito il **Livello continuo equivalente di pressione sonora (L_{eq})**:

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \left(\int_0^T \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt \right) \right] (dB)$$

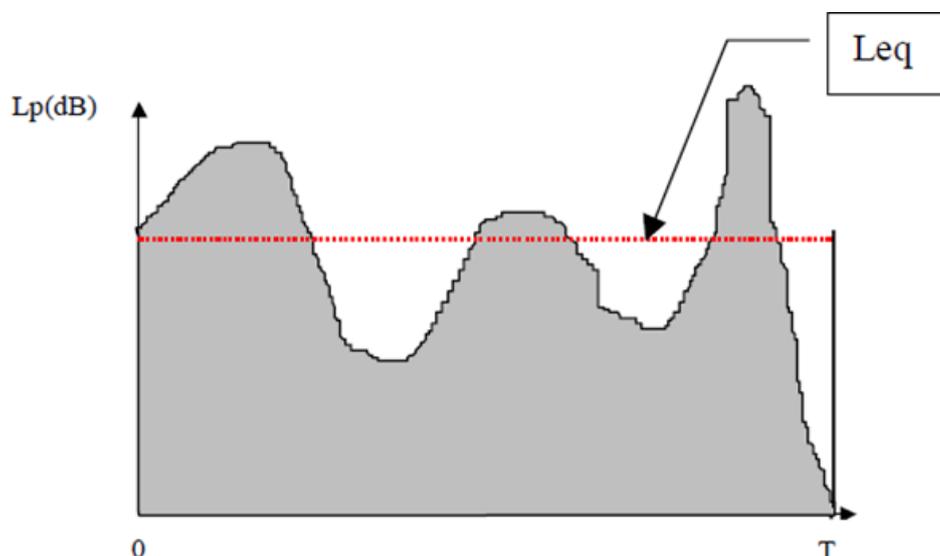


Figura 5-2. Schizzo che definisce il livello continuo equivalente di pressione sonora.

Esso rappresenta pertanto un rumore comunque fluttuante mediante il livello di un rumore uniforme avente il medesimo contenuto energetico del rumore fluttuante:

- per valutare l'effetto di disturbo che il rumore provoca sugli individui sono state elaborate altre grandezze e tra queste quella di maggiore diffusione, soprattutto per la praticità di misurazione mediante un semplice fonometro, è quella del livello sonoro in dB (A);
- il livello di pressione sonora LP(A) in dB (A) è la grandezza psicoacustica base per esprimere le risposte soggettive degli individui ai rumori.

Infatti da numerosi studi è emersa la conferma che i livelli sonori ottenuti con un fonometro utilizzando un criterio di pesatura "A" esprimono con molta buona approssimazione l'effetto simultaneo di suono e di disturbo di rumori qualunque sia il loro livello di pressione sonora: tale criterio consiste nella correzione dei livelli energetici in funzione della sensibilità dell'orecchio alle varie frequenze.

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici, i parametri da rilevare sono:

- livello equivalente (L_{eq}) ponderato "A" espresso in decibel;
- livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

5.5.3.1 Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio possono essere rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Il parametro principale da controllare è comunque la velocità del vento presso i punti di misura individuati, che deve rispettare secondo la normativa vigente il seguente limite:

- velocità del vento > 5 m/s.

Bisogna inoltre verificare che non si verifichi nessuna delle seguenti condizioni:

- presenza di pioggia e di neve.

5.5.3.2 Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura.

In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- ubicazione precisa dei recettori;
- comune con relativo codice ISTAT; Stralcio planimetrico in scala adeguata;
- zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997 (quest'ultima se già disponibile);
- presenza di altre sorgenti sonore presenti, non riconducibili all'opera in progetto;
- caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore individuate, riportando ad esempio le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, ecc.;
- riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- descrizione delle principali caratteristiche del territorio;
- copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

Di seguito una tabella descrittiva dei criteri temporali di campionamento.

Descrizione	Durata	Parametri	Fasi		
			Ante-operam	In fase di opera	Post-operam
			Frequenza di campionamento		
Misura di rumore indotto dal traffico legato al progetto.	Spot durante una settimana tipo.	L _{eq} diurno L _{eq} notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	Una volta
Misura di rumore dovuto alle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento dei lavori.	Spot durante una giornata tipo.	L _{eq} diurno L _{eq} notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	-
Misura di rumore dovuto alle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere.	Spot durante una giornata tipo.	L _{eq} diurno L _{eq} notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	-
Misura di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere.	Spot durante una settimana tipo.	L _{eq} diurno L _{eq} notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	Una volta

Tabella 5-4. Criteri temporali di campionamento.

5.5.4 Articolazione temporale

Ante-operam (AO)

Il PMA deve prevedere il rilevamento di un adeguato scenario di indicatori acustici atti a rappresentare lo “stato di bianco” cui riferire l’esito dei successivi monitoraggi. In questa fase si necessita di un campionamento continuo di almeno 1 mese prima dell’avvio dei lavori.

Alcune tipologie di lavori presenti durante il cantiere possono superare i livelli di immissione acustica diurni e notturni, imposti dal DPCM 01/03/91 e il DPCM 14/11/97. Dunque, preliminarmente all’avvio delle attività di cantiere dovrà essere effettuata una richiesta all’amministrazione locale in deroga al superamento di tali limiti.

In corso d’opera (CO)

Durante la fase di cantiere, dove sono presenti maggiori fonti di rumore, si deve prevedere una campagna di monitoraggio mirata.

Post-operam (PO)

Il PMA prevede la verifica degli Impatti acustici intervenuti, oltre alla fase di cantiere e anche in quella di esercizio dell’opera, per accertarsi della reale efficacia degli eventuali provvedimenti posti in essere al fine di garantire la mitigazione dell’impatto acustico sia sull’ambiente antropico circostante che sull’ambiente naturale e verificare se bisogna attuare la predisposizione di eventuali nuove misure per il contenimento del rumore, aggiuntive a quelle previste nel SIA.

Durante la fase di esercizio dell'impianto le emissioni di rumore sono limitate al funzionamento dei macchinari elettrici, progettati e realizzati rispettando gli standard normativi più recenti e la cui ubicazione è prevista all'interno della torre eolica e della cabina di campo, in modo da attenuare ulteriormente il livello di pressione sonora in prossimità della stessa sorgente. Inoltre, l'altra fonte di rumore è determinata dal rotore dell'aerogeneratore e dal movimento delle pale eoliche ad opera del vento. In questa fase si deve prevedere una campagna di monitoraggio almeno per il primo anno successivo al termine del cantiere.

5.6 Vibrazioni

Per una data opera inserita in un determinato contesto territoriale, la causa di immissione di fenomeni vibranti all'interno di edifici presenti nelle zone limitrofe dell'opera, è rappresentata dai macchinari utilizzati nelle lavorazioni durante le fasi di costruzione, mentre, in fase di esercizio dell'opera, è attribuibile a macchinari eventualmente impiegati durante attività lavorative proprie di processi produttivi.

Il monitoraggio ambientale della componente "Vibrazioni" viene effettuato allo scopo di verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione dell'infrastruttura siano soggetti ad una sismicità in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento. Le attività di monitoraggio permetteranno di rilevare e segnalare eventuali criticità in modo da poter intervenire in maniera idonea al fine di ridurre al minimo possibile l'impatto sui recettori interessati.

Il progetto di monitoraggio ambientale si occuperà di conseguenza di:

- individuare gli standard normativi da seguire;
- individuare gli edifici da sottoporre a monitoraggio;
- individuare le tipologie di misura da effettuare;
- definire la tempistica in cui eseguire le misure;
- individuare i parametri da acquisire;
- individuare le caratteristiche tecniche della strumentazione da utilizzare.

5.6.1 Criteri metodologici adottati

Il monitoraggio ambientale della componente Vibrazioni consiste in una campagna di misure atte a rilevare la presenza di moti vibratorii all'interno di edifici e a verificarne gli effetti sulla popolazione e sugli edifici stessi. Per quanto concerne gli effetti sulla popolazione, le verifiche riguardano esclusivamente gli effetti di "annoyance", ovvero gli effetti di fastidio indotti dalle vibrazioni percettibili dagli esseri umani.

Tali effetti dipendono in misura variabile dall'intensità, dal campo di frequenza delle vibrazioni, dalla numerosità degli eventi e dal contesto abitativo nel quale gli stessi eventi si manifestano (ambiente residenziale, fabbrica, ecc.). Tale disturbo non ha un organo bersaglio, ma è esteso all'intero corpo e può essere ricondotto ad un generico fastidio all'insorgenza di ogni vibrazione percettibile. Le norme di riferimento per questo tipo di disturbo sono la ISO 2631 e la UNI 9614 che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio, il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, possono osservarsi danni strutturali ad edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614. In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili.

Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singolari con studi e valutazioni mirate.

Ne consegue che all'interno dei normali edifici non saranno eseguite misure finalizzate al danno delle strutture ma solo quelle relative al disturbo delle persone. Il riscontro di livelli di vibrazione che recano disturbo alle persone sarà condizione sufficiente affinché si intervenga nei tempi e nei modi opportuni per ridurre i livelli d'impatto.

5.6.2 Identificazione degli impatti da monitorare

Si procederà inizialmente alla rilevazione degli attuali livelli di vibrazione, che sono assunti come "punto zero" di riferimento e poi alla misurazione dei livelli vibrazionali determinati durante le fasi di realizzazione dell'opera. Il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato a testimoniare lo stato attuale dei luoghi in relazione alla sismicità indotta dalla pluralità delle sorgenti presenti (traffico veicolare, ecc.) prima dell'apertura dei cantieri.

Tale monitoraggio viene previsto allo scopo di:

- rilevare i livelli vibrazionali dovuti alle lavorazioni effettuate nella fase di realizzazione dell'opera progetta;
- individuare eventuali situazioni critiche (superamento dei limiti normativi) che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere modifiche alla gestione delle attività di cantiere e/o di adeguare la conduzione dei lavori.

Per le rilevazioni in corso d'opera si deve tenere conto del fatto che le sorgenti di vibrazione possono essere numerose e realizzare sinergie d'emissione e esaltazioni del fenomeno se s'interessano le frequenze di risonanza delle strutture degli edifici monitorati.

5.6.3 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

Esistono norme di riferimento internazionali per la definizione dei parametri da monitorare: esse sono la ISO 2631 e la UNI 9614, che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone. Poiché l'accelerazione è una grandezza vettoriale, la descrizione completa del fenomeno vibratorio deve essere effettuata misurando la variabilità temporale della grandezza in tre direzioni mutuamente ortogonali. Un altro parametro assai importante da quantificare ai fini del disturbo alle persone è il contenuto in frequenza dell'oscillazione dei punti materiali. Per quanto riguarda l'organismo umano, è noto che esso percepisce in maniera più marcata fenomeni vibratorii caratterizzati da basse frequenze (1-16 Hz) mentre, per frequenze più elevate la percezione diminuisce. Il campo di frequenze d'interesse è quello compreso tra 1 e 80 Hz. Questo è quanto si evince dalla norma ISO 2631, che riporta i risultati di studi effettuati sottoponendo l'organismo umano a vibrazioni pure (ossia monofrequenza) di frequenza diversa.

Nel caso di vibrazioni multifrequenza, ossia composte dalla sovrapposizione di armoniche di diversa frequenza, del tipo di quelle indotte da lavorazioni, per la definizione di indicatori di tipopsico-fisico, legati alla capacità percettiva dell'uomo, occorre definire un parametro globale, poiché la risposta dell'organismo umano alle vibrazioni dipende oltre che dalla loro intensità anche dalla loro frequenza. Tale parametro globale, definito dalla UNI 9614 (che recepisce la ISO 2631), è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza a_w , che risulta essere il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerogramma misurato adottando degli opportuni filtri che rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo:

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5}$$

Nella formula precedente T è il tempo di durata della misura e $a(t)$ w è l'accelerogramma misurato adottando i filtri di pesatura riportati nella stessa norma. A tal proposito, poiché non risulta noto a priori se l'individuo soggetto al fenomeno vibratorio risulta sdraiato, seduto o in piedi, bisognerà utilizzare la curva di pesatura per "postura non nota o variabile" (UNI 9614 Prospetto I). Pertanto, è consigliabile esprimere il valore dell'accelerazione in dB secondo la seguente relazione:

$$L_w = 20 \log \left(\frac{a_w}{a_0} \right)$$

Dove:

a_0 è l'accelerazione di riferimento pari a 10^{-6} m/s^2 .

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s^2	dB
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni notte	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
Abitazioni giorno	$10,0 \cdot 10^{-3}$	80
Uffici	$20,0 \cdot 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40,0 \cdot 10^{-3}$	92

Tabella 5-5. Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate infrequenza valide per l'asse Z (Prospetto II-UNI 9614).

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s^2	dB
Aree critiche	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni notte	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni giorno	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 \cdot 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 \cdot 10^{-3}$	89

Tabella 5-6. Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza valide per gli assi X e Y (Prospetto III-UNI 9614).

I valori sopra riportati sono riferiti a vibrazioni di livello costante con periodi di riferimento diurni compresi tra le ore 6:00 e le ore 22:00 e viceversa notturni tra le 22:00 e le 6:00. È da precisare che la UNI 9614 definisce una vibrazione di livello costante quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB.

Nel caso di vibrazioni di livello non costante (quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza maggiore a 5 dB), il parametro fisico da misurare è l'accelerazione equivalente a_{w-eq} o il corrispondente livello definiti come segue:

$$a_{w-eq} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5}$$

$$L_{w-eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{a_w(t)}{a_0} \right]^2 dt \right]$$

Dove:

T è la durata del rilievo in secondi.

Per quanto attiene ai valori limite si considerano ancora quelli esposti nelle tabelle precedenti. La norma UNI 9614 definisce le vibrazioni impulsive quando sono generate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Per tale tipologia di vibrazioni, se il numero di eventi giornalieri N è non maggiore di 3, il valore dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza va confrontato con i limiti riportati nella seguente tabella, (Prospetto V - UNI 9614):

Destinazione d'uso	Asse Z		Asse X e Y	
	m/s ²	dB	m/s ²	dB
Aree critiche	5 10 ⁻³	74	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	7 10 ⁻³	76	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	0.3	109	0.22	106
Uffici	0.64	116	0.46	113
Fabbriche	0.64	116	0.46	113

Tabella 5-7. Valori e livelli delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per vibrazioni impulsive (Prospetto V-UNI 9614).

Nel caso in cui il numero di impulsi giornaliero N sia maggiore di 3, i limiti della precedente tabella, relativamente alle "Abitazioni giorno", alle "Fabbriche" e agli "Uffici" vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata.

Nessuna riduzione è prevista per le "Aree critiche" e per le "Abitazioni notte".

I nuovi limiti si ottengono dai precedenti (valori in m/s²) moltiplicandoli per il coefficiente F così definito:

Impulsi di durata inferiore ad un secondo	Impulsi di durata superiore ad un secondo
$F = 1.7N^{-0.5}$	$F = 1.7N^{-0.5}t^{-k}$

Dove:

t = durata dell'evento;

k = 1.22 per pavimenti in calcestruzzo k = 0.32 per pavimenti in legno.

Qualora i limiti così calcolati fossero minori dei limiti previsti per le vibrazioni di livello costante dovranno essere adottati come limiti questi ultimi valori. Vanno intesi come ambienti critici in relazione al disturbo alle persone le aree critiche come le camere operatorie ospedaliere o i laboratori in cui si svolgono operazioni manuali particolarmente delicate.

Nel caso in cui le vibrazioni misurate superino i valori limite riportati nelle tabelle precedenti i fenomeni vibratorii possono essere considerati oggettivamente disturbanti per un individuo presente all'interno di un edificio.

I trasduttori devono essere posizionati nei punti in cui la vibrazione interessa l'organismo ad essa soggetto. Nel caso in cui la posizione delle persone sia variabile la misura deve essere eseguita al centro degli ambienti in cui soggiornano le persone esposte.

5.6.4 Identificazione dei punti di monitoraggio

In linea generale devono essere previste campagne di monitoraggio nelle tipologie di ricettori che risultano più sensibili.

I punti sensibili individuati sono riportati con indicatori di colore arancione nella planimetria seguente. Le posizioni dei punti di misura potranno subire variazioni durante lo svolgimento delle misure in funzione delle condizioni reperite in sito, al fine di caratterizzare al meglio l'area di interesse.

5.7 Paesaggio

Per stato fisico dei luoghi si intende lo stato morfologico dei luoghi e lo stato fisico degli insediamenti antropici ricadenti nelle aree dove verranno localizzate le opere.

La quantità e qualità delle indagini sono impostate con l'obiettivo principale di verificare il decremento della qualità e delle caratteristiche del paesaggio naturale ed antropico nelle aree interessate dalla realizzazione delle opere.

Le indagini condotte in fase ante-operam avranno lo scopo di definire compiutamente la caratterizzazione dello stato delle aree d'indagine prima dell'inizio dei lavori, individuando gli indicatori visivi in grado di consentire il raffronto tra le tre fasi del monitoraggio ed una valutazione il più possibile oggettiva degli effetti sulla componente.

Le indagini che saranno condotte in fase di Corso d'Opera avranno il principale scopo di accertare le eventuali condizioni di criticità indotte dalle lavorazioni.

Nella fase in esercizio le indagini saranno finalizzate per lo più ad accertare l'efficacia delle misure di mitigazione ambientale indicate nel progetto, in termini di percezione visiva delle opere realizzate.

Tutte le informazioni raccolte, opportunamente confrontate con quelle raccolte durante il monitoraggio degli altri ambiti, permetteranno di comporre, per la situazione attuale ed un esaustivo quadro di riferimento sull'evoluzione dei caratteri del paesaggio nelle fasi costruttive e successivamente all'entrata in esercizio dell'opera.

In base alle caratteristiche del progetto in esame sarà eseguita un'indagine, con la finalità di verificare l'integrazione delle opere nel contesto paesaggistico attraverso il confronto delle visuali dalle infrastrutture, abitazioni e attività produttive prossime all'area di intervento.

La principale tipologia d'impatto sul paesaggio, relativa all'inserimento di un nuovo impianto, è legata alla modificazione della percezione visiva dei recettori sensibili, dovuta a:

- fenomeni di mascheramento visivo totale o parziale;
- l'alterazione dell'equilibrio reciproco dei lineamenti caratteristici dell'unità paesaggistica, a causa dell'intromissione di nuove strutture fisiche estranee al contesto per forma, dimensione, materiali o colori.

La stima della misura dell'alterazione della percezione visiva rileva in senso inverso l'integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico in cui si va ad inserire.

Questa alterazione può avvenire sui diversi piani del campo visivo:

- primo piano (0 – 250/500 m): l'interferenza con la direttrice d'osservazione in primo piano, corrisponde ad una percezione ravvicinata o da media distanza, alla medesima quota plano-altimetrica. In tale ambito i fenomeni percettivi sono condizionati prevalentemente dall'andamento morfologico del piano campagna e dalla presenza di oggetti posti lungo la direttrice di osservazione;

- secondo piano o piano intermedio (250/500 – 1000 m): l'interferenza con la direttrice d'osservazione in secondo piano, corrisponde ad una percezione da media distanza, dalla quale è possibile rilevare le interferenze sui lineamenti portanti dell'aspetto paesaggistico dell'area interferita, nonché le loro relazioni. Gli elementi dell'infrastruttura in progetto, che influenzano maggiormente la percezione da questo punto di osservazione, sono quelli che delineano come unità dissonanti rispetto ad una armonica, o quanto meno assimilata tale, struttura del paesaggio;
- quinta visiva (> 1000 m): le interferenze con la direttrice d'osservazione sulla quinta visiva corrispondono alla percezione da grande distanza, quella che vede l'impianto attraversare gli elementi di sfondo della visuale. In questo caso gli elementi infrastrutturali a maggior criticità sono gli aerogeneratori, che possono interferire con grandi sistemi antropici o naturali, quali lo skyline di centri abitati, di rilievi montuosi o collinari. Il soggetto principale su cui si concentra questa indagine sono i recettori antropici in senso stretto, ovvero le popolazioni residenti ed i turisti che visitano le aree interessate dall'impianto.

La prima fase di monitoraggio è stata finalizzata a documentare lo stato dell'area di indagine prima dell'inizio dei lavori.

Si avrà cura che nelle immediate vicinanze non fossero presenti ostacoli di dimensioni rilevanti tali da "oscurare" il campo visivo inquadrato.

Per la definizione del cono visivo, come metodo di analisi dello stato del paesaggio percepibile dalle postazioni dei recettori, sarà considerato il campo visivo diviso in tre zone:

- un "cono di alta percezione", corrispondente ai 45° centrali del cono visivo, nel quale si concentra principalmente la percezione visiva;
- due "coni di media percezione", complementari al cono di alta percezione (45° a destra e a sinistra), all'interno dei quali gli oggetti in esso presenti possono essere osservati ruotando gli occhi;
- due "coni di bassa percezione", tra i 45° ed i 90° rispetto all'asse frontale, potenzialmente percepibili, all'interno dei quali gli elementi più periferici possono essere visibili nitidamente ruotando la testa.

Saranno redatte delle schede in cui si riporterà:

1. lo stralcio planimetrico in scala 1:10.000 con ubicazione dei punti di vista fotografici;
2. documentazione fotografica dell'area d'intervento con rilevamento delle porzioni di territorio dove è prevedibile la massima visibilità delle opere in progetto e dei suoi elementi di maggiore impatto percettivo.

5.7.1 Durata e frequenza del monitoraggio

Sono previste in ciascuna dei punti di misura individuati le seguenti indagini:

- Ante Operam: non necessario perché già eseguito in sede di autorizzazione ambientale;
- In Operam: n. 1 rilievi in ciascun punto di monitoraggio;
- In esercizio: n. 1 rilievo in ciascun punto di monitoraggio.

6 RESITUZIONE DEI DATI

I risultati dei monitoraggi ambientali ante-operam, in corso d'opera e post-operam previsti dal PMA saranno raccolti in rapporti periodici. Tali rapporti saranno trasmessi al MASE, all'Arpa Sardegna con periodicità semestrale/annuale.

7 QUADRI SINOTTICI DEL PMA

MICROCLIMA E QUALITA' DELL'ARIA									
PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Precipitazioni	mm	Mezzo mobile o strumentazione	Stazione interna al campo eolico	ISO ISO 7730 - ISO 7726 - ISO 7243, ASHRAE Standard 55 e 62.1-2019	Una stazione di misura prima dell'avvio del cantiere	Una stazione di misura durante l'attività di cantiere	Una stazione di misura entro un anno dalla messa in esercizio dell'impianto	Elettronica	Annuale
Temperatura (min max, 14 h CET)	°C								
Velocità del vento	m/s								
Direzione del vento	gradi sessagesimali								
Umidità atmosferica (14 h CET)	%								
Pressione atmosferica	kPa								
CO	mg/m ³	Mezzo mobile o strumentazione fissa	Interna al campo eolico e presso i recettori sensibili e/o lungo il percorso di realizzazione del cavidotto interrato	UNI CEN/TS 16450:2013	1 campagna di monitoraggio	2 campagne di monitoraggio	1 campagna di monitoraggio	Elettronica	Semestrale
Nox	µg/m ³								
NO ₂									
SO ₂									
C ₆ H ₆									
PM ₁₀									
PM _{2.5}									
Pb	ng/m ³								
As									
Ni									
Cd									
Benzo(a) pirene	µg/m ³								
O ₃									

SUOLO E SOTTOSUOLO E SOTTOSUOLO									
PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Analisi fisico-chimiche									
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g/Kg	Metodi di analisi chimica del suolo approvati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (D.M.13.09.99 "Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo") e dal DM 471/99; MIPAF Osservatorio Nazionale Pedologico "Analisi Microbiologica del Suolo" Ed. 2002	Interno al campo eolico (n°1 campione nel sito che ospiterà ciascun aerogeneratore)	Allegato 2 Parte Quarta del D.Lgs 152/2006; Capitolo 2 del Manuale APAT 43/2006; "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati", D.M. n. 471/1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni".	Interno al campo eolico (n°1 campione nel sito che ospiterà ciascun aerogeneratore)	Interno al campo eolico (n°1 campione nel sito che ospiterà ciascun aerogeneratore)	Interno al campo eolico (n°1 campione nelle aree recuperate nei pressi della piazzola di servizio di ciascun aerogeneratore)	Elettronica e/o cartacea	Annuale
Scheletro	g/Kg								
PAS	%								
pH	g/Kg								
Cloruri	S.S. CaCo ³ g/Kg								
Sostanza organica	g/Kg S.S.C.								
CSC	Meq/100 g S.S.								
Azoto totale	g/Kg S.S.N.								
Fosforo assimilabile	Mg/Kg S.S.P.								
Conducibilità elettrica	S/m								
Conducibilità in pasta satura	mS/cm								
Calcio scambiabile	Meq/100 g S.S.								
Potassio scambiabile	Meq/100 g S.S.								
Magnesio scambiabile	Meq/100 g S.S.								
Sodio scambiabile	Meq/100 g S.S.								
Microelementi (ferro-manganese, rame, zinco assimilabile)	Mg/Kg								
Analisi sui metalli pesanti									
Cadmio	mg Kg ⁻¹	Determinazione analitica	Interno al campo eolico (n°1 campione sito che ospiterà ciascun aerogeneratore)	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	Interno al campo eolico (n°1 campione nel sito che ospiterà ciascun aerogeneratore)	Interno al campo eolico (n°1 campione nel sito che ospiterà ciascun aerogeneratore)	Interno al campo eolico (n°1 campione nelle aree recuperate nei pressi della piazzola di servizio di ciascun aerogeneratore)	Elettronica e/o cartacea	Annuale
Cobalto	mg Kg ⁻¹								
Cromo	mg Kg ⁻¹								
Manganese	mg Kg ⁻¹								
Nichel	mg Kg ⁻¹								

** Piombo	mg Kg ⁻¹								
* Rame	mg Kg ⁻¹								
* Zinco	mg Kg ⁻¹								

VEGETAZIONE									
PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Stato fitosanitario delle aree a maggiore valenza naturalistica che si trovano nelle vicinanze degli interventi di progetto	Presenza di patologie/parassitosi; alterazioni della crescita; tasso di mortalità/infestazione delle specie chiave	Determinazione in campo	Transetto	Presenza di patologie/parassitosi; Alterazioni della crescita; tasso di Mortalità/infestazione delle specie chiave.	1 transetto prima dell'inizio dei lavori	1 transetto durante la fase di cantiere	1 transetto dopo la realizzazione dell'opera	Elettronica e/o cartacea	Annuale
n. di specie di interesse naturalistico	Numero	Determinazione in campo	Area di progetto	Censimento floristico	n. 1 rilievo floristico per la verifica nelle aree di cantiere e delle aree tecniche e di stoccaggio della presenza di vegetazione arbustiva e/o arborea	Non necessario	n. 1 rilievo per la verifica degli interventi di verifica della correttezza e dell'efficacia dei ripristini eseguiti	Elettronica e/o cartacea	Annuale
Controllo della corretta localizzazione ed esecuzione dei reimpianti; verifica del grado di attecchimento e accrescimento di individui e specie arborei e arbustivi reimpiantati	Visivo	Determinazione in campo	Area di progetto	Censimento floristico	Non necessario	Non necessario	n. 1 rilievo annuale nell'area di progetto per almeno 3 anni dalla messa in esercizio dell'impianto	Elettronica e/o cartacea	Annuale

FAUNA									
PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
AVIFAUNA									
PASSERIFORMI (nidificanti)	Numero/specie	Punti di ascolto	Area Intervento con fascia di 2 km	Approccio BACI (Before After Control Impact) + "Protocollo di Monitoraggio dell'avifauna dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna" (ISPRA, ANEV, Legambiente)	Rilievi nel periodo aprile/luglio	Rilievi nel periodo aprile/luglio	Rilievi nel periodo aprile/luglio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)	Elettronica e/o cartacea	Annuale
RAPACI (nidificanti)	Numero	Visual count			Rilievi nel periodo marzo/luglio	Rilievi nel periodo marzo/luglio	Rilievi nel periodo marzo/luglio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
UCCELLI NOTTURNI	Numero	Stimolazione al canto			Rilievi nel periodo marzo/giugno	Rilievi nel periodo marzo/giugno	Rilievi nel periodo marzo/giugno (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
RAPACI DIURNI (migratori)	Numero	Visual count			Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio	Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio	Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
PASSERIFORMI (migratori)	Numero	Visual count			Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio	Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio	Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
SVERNANTI	Numero	Transetto			Rilievi nel periodo dicembre/febbraio	Rilievi nel periodo dicembre/febbraio	Rilievi nel periodo dicembre/febbraio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
CHIROTTERI									
Presenza chiroteri	Contatti/specie	Rilevamento bioacustico mediante punti di ascolto	Area Intervento con fascia di 2 km	"Linee guida per il monitoraggio dei Chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia, ISPRA (2004)"	Rilievi nel periodo aprile/ottobre	Rilievi nel periodo aprile/ottobre	Rilievi nel periodo aprile/ottobre (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)	Elettronica e/o cartacea	Annuale

RUMORE									
PARAMETRO	Unità di Misura	METOD ODI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Valori assoluti di immissione in ambiente esterno	db(A) + Leq	Misure fonometriche (L. 447/95, DM 16/03/98 e ss.mm.ii.)	In prossimità de recettori individuati nella Relazione di Impatto acustico previsionale	Relazione tecnica di impatto acustico	Già effettuato in fase di progettazione rilievo fonometrico di riferimento per il calcolo previsionale	1 campagna di misurazione della durata di 2 cicli nelle 24 ore (in continuo, presso postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare e della realizzazione del campo eolico	1 campagna di misurazione della durata di 2 cicli nelle 24 ore (in continuo, presso postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi dei rumori prodotti dal funzionamento dell'impianto	Elettronica e/o cartacea	Annuale (in corso d'opera e in fase di esercizio)

VIBRAZIONI									
PARAMETRO	Unità di Misura	METOD ODI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Valori assoluti di immissione in ambiente esterno	Hz	ISO 2631 e la UNI 9614	In prossimità de recettori individuati nella Relazione di impatto previsionale delle vibrazioni	Relazione tecnica di impatto delle vibrazioni	Già effettuato in fase di progettazione per il calcolo previsionale	1 campagna di misurazione della durata di 12/24 ore (in continuo, presso postazioni fisse non assistite da operatore)	Non necessario	Elettronica e/o cartacea	Annuale (in corso d'opera e in fase di esercizio)

PAESAGGIO									
PARAMETRO	Unità di Misura	METOD ODI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Inserimento paesaggistico	Piani del campo visivo (primo piano, secondo piano o piano intermedio, qualità visiva)	Ripresa fotografica per la verifica dell'integrazion e delle opere nel contesto paesaggistico attraverso il confronto delle visuali dai beni tutelati e dai centri abitati più vicini	Negli stessi punti di misura utilizzati per l'autorizzazione paesaggistica durante l'iter di approvazione del progetto	Metodo di analisi dello stato del paesaggio percepibile dalle postazioni dei recettori, sarà considerato il campo visivo diviso in tre zone: "cono di alta percezione", "coni di media percezione", "coni di bassa percezione"	Non necessario	n. 1 rilievi in ciascun punto di monitoraggio	n. 1 rilievi in ciascun punto di monitoraggio	Elettronica e/o cartacea	Annuale

8 BIBLIOGRAFIA

Farina A. (2001) - Ecologia del paesaggio. Principi, metodi e applicazioni. UTET, Torino.

Grünkorn T., A. Diederichs D., Poszig B., Diederichs & Nehls G. (2005) - Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Untersuchungen im Auftrag des Landesamtes für Naturschutz des Landes Schleswig-Holstein. *pdf at www.bioconsult-sh.de.

Pielou E. C. (1966) - Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. - Am. Nat. 100: 463-465.

Preatoni D., Mustoni A., Martinoli A., Carlini E., Chiarenzi B., Chiozzini S., Van Dongen S., Wauters L.A., Tosi G. (2005) - Conservation of brown bear in the Alps: space use and settlement behavior of reintroduced bears. *Acta Oecologica* 28, 189–197.

Purroy F.J. (1975) - Evolución anual de la avifauna de un bosque mixto de coníferas y frondosas en Navarra. *Ardeola* 21:669-6.

Russo D. (2004) - Tecniche e metodi di monitoraggio. In: Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Scaravelli D. & Genovesi P. (eds.). Linee guida per il monitoraggio dei chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia-Quaderni di Conservazione della Natura 19 Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, pp. 109-175.

Russo D. & Jones G. (2002) - Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *J. Zool. (Lond.)* 258: 91-103.

Shannon C., Weaver W. (1949) - The mathematical theory of communication, Univ. Illinois Press, Urbana.

Turcek F. J. (1956) - Zur Frageder Dominanze in Vogel populationen. *Waldhygiene*, 8: 249-257.