


Prot. N. 0527166 / P / GEN  
dd. 25/07/2025

AMM: r\_friuve  
AOO: grfvg

 REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA	
DIREZIONE CENTRALE RISORSE AGROALIMENTARI, FORESTALI E ITTICHE	
Servizio biodiversità	biodiversita@regione.fvg.it biodiversita@certregione.fvg.it tel + 39 0432 555 592 fax + 39 0432 555 140 I - 33100 Udine, via Sabbadini 31

Prot.  
Riferimento: GRFVG/485160/A dd. 07.07.2025

Udine,

Direzione centrale difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile  
Servizio valutazioni ambientali  
PEC: [ambiente@certregione.fvg.it](mailto:ambiente@certregione.fvg.it)

**oggetto:** DPR 357/1997 - DGR. n. 1183/2022. SVA/SCR/2052 – Verifica di assoggettabilità alla procedura di VIA per il progetto di un impianto eolico, denominato “Pulfar”, di potenza nominale pari a 28,8 MW integrato con un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pulfero, Torreano, Cividale del Friuli, Moimacco e San Pietro al Natisone. Richiesta integrazioni.

In relazione all'intervento in oggetto, le pale eoliche, dell'altezza di 200 m e diametro di 162 m vengono previste in corrispondenza del crinale che segna il confine tra il comune di Pulfero e Torreano. Il sito Natura 2000 più vicino è la ZPS-ZSC Forra del Pradolino e Monte Mia, situato ad una distanza di poco superiore ai 3 Km in direzione nord. Se una interferenza funzionale diretta rispetto ai siti Natura 2000 non è stata rilevata, il possibile impatto sulla componente faunistica nell'area degli impianti eolici necessita di uno specifico approfondimento nell'ambito di una procedura di VIA. Le componenti da analizzare sono due per quanto riguarda l'avifauna: la presenza di popolazioni locali connesse alle estese praterie e l'utilizzo del crinale come rotta migratoria tra l'alto Isonzo e la pianura friulana.

Il tema della presenza di chiroteri è altrettanto importante vista la presenza delle praterie in quota, che possono costituire un punto di alimentazione, e di una alta densità di grotte anche a poca distanza dal sito degli impianti.

A tale proposito si segnalano le linee guida dell'ISPRA sulle norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale (SNPA 28/2020) che prevedono che l'area di analisi faunistica per impianti eolici vada estesa a 5 km di raggio. Analoga indicazione per l'estensione delle indagini è prevista dalle Linee guida per la valutazione dell'impatto degli impianti eolici sui chiroteri, pubblicate a cura del Gruppo Italiano Ricerca Chiroteri (vedi allegato) che inoltre prevedono che l'indagine tenga conto di questi tre fattori:

- aree con concentrazione di zone di foraggiamento, riproduzione e rifugio dei chiroteri;
- siti di rifugio di importanza nazionale e regionale;
- corridoi di migrazione.

Per quanto concerne l'avifauna, le specie a maggior rischio di collisione con le pale sono individuabili tra i rapaci. Si fa riferimento ai dati rilevati per redarre il piano di gestione della ZSC Forra del Pradolino e Monte Mia (non

*Amministrazione competente: Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche*

*Unità organizzativa: Servizio biodiversità*

*Responsabile del procedimento: Pierpaolo Zanchetta*

*Responsabile dell'istruttoria: Massimo Barbo - tel. 0432 555894*

ancora approvato) La specie di maggiore importanza è l'alocco degli Urali (*Strix uralensis*). I 7 quadrati di 1 Km in cui la specie è segnalata sono situati a distanze tra i 4 e i 6 km dall'area di progetto. Rilevante anche la presenza del falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*) comune in zona. L'aquila reale è indicata per 5 quadrati, tra cui quello all'estremità meridionale del sito a poco più di 3 Km. Va anche evidenziato che la stima dell'impatto sull'avifauna e chiroterofauna in fase di esercizio dello studio ambientale presentato è di valore medio (Classe III), soprattutto a carico delle specie delle fitte aree boschive che caratterizzano l'area di progetto.

E' stata effettuata una ricerca dei dati in possesso per i rapaci nel raggio di 5 Km (che riscontrano presenze di Aquila reale e Falco pecchiaiolo) e si allegano i punti in formato Kml (leggibile con Google Earth) e qmd. Nel crinale dove sono previsti gli impianti, è stato rilevato un dato per l'Albanella reale. La stessa area, per la presenza di prati è tra quelle dove si effettuano regolarmente i censimenti del Re di quaglie, ma finora con esito negativo.

Per quanto riguarda invece i chiroteri, si segnala la presenza di *Rhinolophus ferrumequinum* e *Rhinolophus hipposideros* (quest'ultimo rilevato in tre quadrati della ZSC).

I dati presentati nello studio ambientale della proposta progettuale sono limitati ad un periodo di rilevamento troppo breve e manca del tutto una valutazione degli habitat potenzialmente idonei ai chiroteri per finalizzare il monitoraggio in modo più accurato.

Pertanto, per quanto concerne i rapaci va approfondita l'indagine sulle specie di rapaci di maggiori dimensioni e a rischio d'impatto sopra citate (es. alocco degli Urali, falco pecchiaiolo e aquila reale).

Per quanto concerne i chiroteri, vanno approfonditi gli aspetti ecologici sopra citati e collegati alla loro presenza ed in particolare la presenza nell'area di grotte, alberi vetusti e corsi d'acqua.

Inoltre, un aspetto legato alla trasformazione del suolo delle praterie di crinale che andrebbe approfondito in quanto, anche dal punto di vista vegetazionale, la progressiva erosione da parte dell'avanzata del bosco di neoformazione, rende queste formazioni sempre più rare e meritevoli di tutela.

Risulta pertanto necessaria un'integrazione relativa ai punti precedentemente indicati.

Distinti saluti

Posizione organizzativa  
Ambienti naturali e aree protette  
- Dott. Pierpaolo Zanchetta -  
Documento informatico sottoscritto  
digitalmente ai sensi del D.Lgs. n. 82/2005

RAFBM



# **LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEGLI IMPIANTI EOLICI SUI CHIROTTERI**

**A cura di: F. Roscioni, M. Spada**



Foto di F. Roscioni

**2014**

**Autori:** Agnelli P., Bonazzi P., Calvini M., De Pasquale P.P., Ferri V., Maltagliati G., Mucedda M., Pereswiet-Soltan A., Preatoni D.G., Priori P., Riccucci M., Roscioni F., Spada M., Spilinga C.

**Ringraziamenti:** Gli Autori sono profondamente riconoscenti a tutti i Soci del Gruppo Italiano Ricerca Chirotteri (GIRC) per la collaborazione e per i commenti critici al testo. Un particolare ringraziamento a Maurizio Medda, Ermanno Pidinchedda, Danilo Russo e Jens Rydell per i preziosi suggerimenti che hanno contribuito a migliorare il documento.



**Per la citazione del documento si raccomanda la seguente dicitura:**

Roscioni F., Spada M. (a cura di), 2014. *Linee guida per la valutazione dell'impatto degli impianti eolici sui chirotteri*. Gruppo Italiano Ricerca Chirotteri.

## **INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>1.1. QUADRO LEGISLATIVO</b>	<b>5</b>
<b>1.2. COMPETENZE DEGLI OPERATORI</b>	<b>5</b>
<b>2. ASPETTI GENERALI DEL PROCESSO DI PIANIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI</b>	<b>7</b>
<b>2.1. FASE DI SELEZIONE DELL'IMPIANTO</b>	<b>7</b>
<b>2.2. FASE DI COSTRUZIONE</b>	<b>10</b>
<b>2.3. FASE OPERATIVA</b>	<b>10</b>
<b>2.4. FASE DI SMANTELLAMENTO</b>	<b>11</b>
<b>3. REDIGERE LE VALUTAZIONI DI IMPATTO</b>	<b>12</b>
<b>3.1. VALUTAZIONE PRELIMINARE</b>	<b>13</b>
<b>4. PIPISTRELLI E IMPIANTI EOLICI. IMPATTO DA MORTALITA'</b>	<b>26</b>
<b>5. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO CUMULATIVO</b>	<b>30</b>
<b>5.1. IMPATTO CUMULATIVO SUGLI HABITAT</b>	<b>30</b>
<b>5.2. IMPATTO CUMULATIVO CARCASSE</b>	<b>32</b>
<b>APPENDICE I - PROTOCOLLO PER IL RILEVAMENTO DI ULTRASUONI AL SUOLO IN FASE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO</b>	<b>34</b>
<b>APPENDICE II - PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO IN QUOTA ATTRAVERSO RILEVATORE DI ULTRASUONI IN FASE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO</b>	<b>37</b>
<b>APPENDICE III - PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO PER STIMARE LA MORTALITA' DEI CHIROTTERI NELL'AMBITO DEL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI EOLICI</b>	<b>40</b>
<b>APPENDICE IV - PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO FASE PRE-OPERA, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO NELL'AMBITO DEL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI EOLICI</b>	<b>44</b>
<b>APPENDICE V - INDICI PER STIMARE L'ATTIVITÀ DEI CHIROTTERI NEGLI IMPIANTI EOLICI NELLE FASI DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO E DI MONITORAGGIO</b>	<b>46</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUZIONE

L'Europa è tenuta ad affrontare l'inquinamento e i cambiamenti climatici trovando metodi sostenibili per rispondere alla crescente domanda energetica (Rodrigues et al. 2008); in proposito la Direttiva 2001/77/EC dispone la promozione di elettricità prodotta da fonti rinnovabili. Gli stati europei sono anche a conoscenza del fatto che la riduzione delle emissioni di gas serra per la produzione di energia potrà diminuire gli effetti del cambiamento climatico, favorendo la sopravvivenza a lungo termine di specie e habitat. Difatti i cambiamenti climatici possono minacciare la persistenza di molte specie animali e vegetali alterandone i *pattern* di distribuzione a scala globale e regionale e modificando le composizioni locali delle comunità (Parmesan 2006; Jones et al. 2009a). Fra i metodi individuati per la produzione di energia da fonti rinnovabili c'è lo sfruttamento dell'energia del vento (Rodrigues et al. 2008).

Negli ultimi anni, di conseguenza, anche in Italia è cresciuta la consapevolezza che le energie rinnovabili costituiscano un mezzo importante per fronteggiare i cambiamenti climatici e sono stati investiti molti sforzi per lo sfruttamento dell'energia eolica, con la progettazione di numerosi impianti, a livello locale e regionale. In Italia, l'industria eolica ha iniziato ad operare di fatto nella seconda metà degli anni '90 (Arsuffi e Arena 2011). Nel 2011 l'Italia si è posizionata al 7° posto nel mondo con 6.936 MW installati in 807 impianti eolici che, a causa dell'orografia del nostro territorio, sono principalmente concentrati nelle regioni del centro-sud. L'energia prodotta copre il 3% della totale produzione di energia elettrica (Arsuffi e Arena 2011). Entro il 2020 il 17% dell'energia prodotta dal nostro paese dovrà essere ricavata da fonti rinnovabili per adeguarsi al piano strategico europeo per la produzione di energia da fonti rinnovabili (Arsuffi e Arena 2011).

Nel 2010 sono state sviluppate le linee guida nazionali per l'energia prodotta da fonti rinnovabili predisposte dal Ministero dell'Ambiente del Territorio e del Mare e dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo. L'obiettivo è stato quello di definire misure e criteri per assicurare uno sviluppo ordinato delle infrastrutture energetiche. Le linee guida sono state approvate con DM 10 settembre 2010 e pubblicate nella gazzetta ufficiale G.U. n. 219/2010. Dalla loro pubblicazione queste linee guida hanno prevalenza rispetto ad analoghe disposizioni regionali.

Le regioni e le autorità locali hanno dovuto recepire le linee guida entro 90 giorni dalla loro pubblicazione.

I più importanti contenuti sono:

- regole per la trasparenza amministrativa nei processi della fase di autorizzazione;
- programmi di monitoraggio e informazione ai cittadini;
- regole per le autorizzazioni delle infrastrutture connesse, in particolare la rete elettrica;

- implementazione di un'unica procedura di autorizzazione;
- definizione di criteri e processi di integrazione degli impianti eolici nel paesaggio.

Queste regole dovrebbero permettere e promuovere investimenti che combinino sviluppo e rispetto ambientale.

Nell'ottica di questo *framework* legislativo il presente documento intende fornire le indicazioni per una corretta considerazione dei chiroterri nelle procedure di pianificazione e di operatività degli impianti eolici. Queste linee guida sono quindi rivolte ai committenti, agli operatori dei monitoraggi, alle amministrazioni e agli enti responsabili delle procedure autorizzative nell'ambito degli studi di impatto ambientale (VIA, VINCA) e dei monitoraggi.

La presenza e la posizione nello spazio delle turbine eoliche possono impattare i pipistrelli in diversi modi, dalla collisione diretta (Arnett et al. 2008; Horn et al. 2008; Rodrigues et al. 2008; Rydell et al. 2012; Hayes 2013), al disturbo o alla compromissione delle rotte di *commuting* e migratorie (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b; Cryan 2011; Roscioni et al. 2014), al disturbo o alla perdita di habitat di foraggiamento (Rodrigues et al. 2008; Roscioni et al. 2013 ) o dei siti di rifugio (Arnett 2005; Harbusch e Bach 2005; Rodrigues et al. 2008).

La pianificazione degli impianti eolici deve pertanto tenere conto dell'impatto sulla chiroterrofauna mettendo in atto, con tempi adeguati, monitoraggi specializzati ad opera di personale qualificato.

La necessità di considerare il possibile impatto sui chiroterri come parte del processo di controllo del progetto, e di adattare la progettazione e l'operatività delle macchine alla luce delle esperienze acquisite su impianti già esistenti e in base ai monitoraggi effettuati, è di vitale importanza per evitare che i pipistrelli siano sottoposti a ulteriori minacce. Quindi, la considerazione della chiroterrofauna deve avvenire in tutte le fasi di realizzazione del progetto, da quella di pianificazione e autorizzazione, alla fase di cantiere, alla fase di esercizio. Le indagini di campo nella fase autorizzativa permetteranno di costruire impianti eolici sempre più a basso impatto, come le indagini modellistiche e di campo permetteranno di proporre possibili misure di mitigazione da valutare in corso di pianificazione e attuazione dell'impianto.

Queste linee guida, adattate alla realtà italiana, prendono spunto da due importanti documenti europei: le linee guida EUROBATS (Rodrigues et al. 2008), e il Bat Conservation Trust report for Britain (Jones et al. 2009b), importanti in quanto forniscono informazioni utili e applicative per la tutela dei chiroterri in ambiente europeo nella produzione dell'energia eolica.

## **1.1. QUADRO LEGISLATIVO**

L'impatto ambientale è regolato dalla Direttiva EIA 2011/02/UE pubblicata il 28 Febbraio 2012. L'obiettivo di questa direttiva è stato quello di unificare le modifiche delle precedenti Direttive esistenti in materia: 85/337/EEC: 97/11/CE, 2003/35/CE e 2009/31/CE.

Con il documento COM (2012) 628 final del 26 ottobre 2012 si è aperta una proposta di modifica della Direttiva 2001/02/UE, di cui uno dei punti cardine è la richiesta di modificare l'articolo 8 introducendo l'obbligatorietà del monitoraggio ambientale per i progetti che determinano effetti nocivi significativi sull'ambiente.

I chirotteri sono protetti ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/EEC, della Convenzione di Berna (1979), della Convenzione di Bonn (1979), ed è possibile applicare la normativa in materia di danno ambientale (Legge 152/2006).

## **1.2. COMPETENZE DEGLI OPERATORI**

Attualmente non esistono specifiche riguardanti le competenze del coordinatore del monitoraggio e degli operatori e ciò ha portato alla realizzazione di studi di impatto ambientale poco rigorosi; si raccomanda quindi che le attività di monitoraggio dei chirotteri svolte nell'ambito della valutazione di impatto di impianti eolici esistenti o in progetto, vengano affidate a chirotterologi esperti (zoologi esperti di chirotteri). Queste figure professionali saranno responsabili della programmazione e della gestione delle attività di monitoraggio, delle analisi dei dati raccolti e della valutazione dell'impatto potenziale o reale degli impianti. Il loro ruolo di coordinamento delle attività deve essere svolto in stretta collaborazione con gli Enti Amministrativi preposti alla valutazione degli impianti e senza interferenze da parte della società proponente.

I requisiti di tutto il personale coinvolto nelle attività (coordinatore e operatori) devono essere vagliati attentamente attraverso i rispettivi *curricula*, che devono essere allegati agli studi per la valutazione dell'impatto dell'impianto eolico sulla fauna.

Il coordinatore del monitoraggio deve avere i seguenti requisiti minimi:

- diploma di laurea (ex ante DM 509/99) o laurea specialistica/magistrale (laurea di secondo livello di cui al D.M. 509/99 e D. M. 270/04), in Scienze Naturali, Biologiche, Ambientali, Forestali o equivalenti;
- almeno tre anni di comprovata esperienza in progetti di monitoraggio dei chirotteri;



- comprovata esperienza nell'utilizzo delle tecniche di monitoraggio bioacustico;
- comprovata esperienza in valutazioni di impatto di opere, per quanto concerne gli aspetti faunistici.

Il coordinatore del monitoraggio è responsabile della formazione e delle attività degli operatori coinvolti, che agiscono sotto la sua diretta supervisione. A conclusione del monitoraggio, il responsabile delle attività deve mettere a disposizione degli Enti preposti alla valutazione degli impianti tutto il materiale raccolto:

- registrazioni audio effettuate durante i campionamenti;
- fotografie delle aree e dei rifugi monitorati e delle attività svolte;
- strati informativi dei punti di campionamento e dei siti di rifugio eventualmente identificati.

Eventuali variazioni nel protocollo utilizzato rispetto allo standard dovranno essere giustificate sulla base di solide motivazioni tecnico-scientifiche.

## **2. ASPETTI GENERALI DEL PROCESSO DI PIANIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI**

Queste linee guida possono essere applicate ad impianti eolici di diverse tipologie ad eccezione di quelli off-shore, variabili sia per il numero e la dimensione dei generatori che li compongono, che per l'ambiente in cui vengono inseriti, sia esso naturale, rurale o urbano. L'impatto sulla chiroterofauna può anche essere valutato nei casi in cui vengano previste piccole turbine ad uso domestico, da posizionare nei pressi delle abitazioni (mini-eolico).

I progettisti dell'impianto possono quindi pianificare la costruzione e l'operatività dell'impianto eolico in base ai fattori di rischio e alle esigenze di tutela ambientale, rilevati attraverso le indagini di campo e le indagini modellistiche.

### **2.1. FASE DI SELEZIONE DEL SITO DI IMPIANTO**

Le aree da evitare per la costruzione di impianti eolici comprendono tutte le zone a meno di 5 km da:

- aree con concentrazione di zone di foraggiamento, riproduzione e rifugio dei chiroterti;
- siti di rifugio di importanza nazionale e regionale;
- stretti corridoi di migrazione<sup>1</sup>.

Da tenere in considerazione sono anche le aree che presentano habitat potenzialmente idonei ai chiroterti, come aree umide, reti di filari ed elementi paesaggistici come alberi singoli in aree aperte e corpi o corsi d'acqua (Rodrigues et al. 2008). La presenza di tali elementi aumenterà la probabilità che i chiroterti possano foraggiare in queste aree nonché essere utilizzati per gli spostamenti sia giornalieri che a lungo raggio (Roscioni et al. 2013, 2014). Le informazioni relative agli habitat presenti e alle zone in cui le turbine possono avere degli impatti sui chiroterti potranno essere utilizzate in fase decisionale (Rodrigues et al. 2008).

<sup>1</sup> Per il nostro paese ad oggi non siamo a conoscenza di rotte migratorie. In futuro, con l'avanzare della ricerca e della operatività di campo si potranno acquisire anche questo tipo di informazioni. Per questo motivo nelle presenti linee guida teniamo a sottolineare come questo punto sia fondamentale visto che a livello internazionale la maggior parte della mortalità è stata registrata lungo corridoi migratori (Arnett et al. 2008; Cryan 2011).

La tabella 2.1 mostra i più importanti impatti in relazione alla localizzazione e al funzionamento delle turbine eoliche, e in quale misura queste possono condizionare sia le popolazioni locali che quelle migratorie di chirotteri.

*Tabella 2.1- Impatti potenziali in relazione alla ubicazione e all'operatività dell'impianto eolico proposto*

<b>IMPATTI IN RELAZIONE AL SITO</b>		
<b>Impatto</b>	<b>Periodo estivo</b>	<b>Periodo migratorio</b>
Perdita di habitat di foraggiamento durante la costruzione delle strade di accesso, delle fondamenta, ecc.	Impatto da basso a medio, in base al sito prescelto e alle specie presenti	Impatto basso
Perdita di siti di rifugio dovuta alla costruzione delle strade di accesso, delle fondamenta, ecc.	Probabilmente impatto alto o molto alto, in base al sito prescelto e alle specie presenti	Alto o molto alto, es. perdita di siti per l'accoppiamento
<b>IMPATTI IN RELAZIONE ALL'IMPIANTO EOLICO OPERATIVO</b>		
<b>Impatto</b>	<b>Periodo estivo</b>	<b>Periodo migratorio</b>
Emissioni ultrasonore	Probabilmente impatto limitato	Probabilmente impatto limitato
Alterazione dell'habitat di foraggiamento	Impatto da medio ad alto	Probabilmente impatto minore in primavera, da medio ad alto in autunno
Perdita o spostamento di corridoi di volo	Impatto medio	Impatto basso
Collisione con i rotori	Impatto da basso ad alto, in base alla specie considerata	Impatto da alto a molto alto

Per poter valutare a priori il grado di impatto potenziale di un impianto all'interno di un'area devono essere utilizzati diversi criteri (Tab. 2.2, Tab. 2.3, Tab. 2.4).

*Tabella 2.2 - Criteri per stabilire la sensibilità delle aree di potenziale impatto degli impianti eolici*

<b>SENSIBILITÀ POTENZIALE</b>	<b>CRITERIO DI VALUTAZIONE</b>
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l' impianto divide due zone umide</li> <li>• si trova a meno di 5 km da colonie (Agnelli et al. 2004) e/o da aree con presenza di specie minacciate (VU, NT, EN, CR, DD) di chirotteri</li> <li>• si trova a meno di 10 km da zone protette (Parchi regionali e nazionali, Rete Natura 2000)</li> </ul>
<b>Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• si trova in aree di importanza regionale o locale per i pipistrelli</li> </ul>
<b>Bassa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• si trova in aree che non presentano nessuna delle caratteristiche di cui sopra</li> </ul>

*Tabella 2.3 - Criteri per valutare la grandezza di un impianto eolico in base al numero di generatori e la loro potenza con l'obiettivo di stabilire il potenziale impatto sui pipistrelli*

<b>Potenza</b>	<b>Numero di generatori</b>					
		<b>1-9</b>	<b>10-25</b>	<b>26-50</b>	<b>51-75</b>	<b>&gt; 75</b>
	< 10 MW	Basso	Medio			
	10-50 MW	Medio	Medio	Grande		
	50-75 MW		Grande	Grande	Grande	
	75-100 MW		Grande	Molto grande	Molto grande	
	> 100 MW		Molto grande	Molto grande	Molto grande	Molto grande

*Tabella 2.4 - Impatto potenziale di un impianto eolico in aree a diversa sensibilità. Sono da considerare come accettabili solo gli impianti con impatto Medio-Basso.*

		<b>Grandezza impianto</b>			
<b>Sensibilità</b>		<b>Molto grande</b>	<b>Grande</b>	<b>Medio</b>	<b>Piccolo</b>
	<b>Alta</b>	Molto alto	Alto	Medio	Medio
	<b>Media</b>	Alto	Medio	Medio	Basso
	<b>Bassa</b>	Medio	Medio	Basso	Basso

## **2.2. FASE DI COSTRUZIONE**

Le attività previste per la fase di costruzione dell'impianto eolico devono essere pianificate nel periodo dell'anno in cui i chiroterri non sono attivi. Questo richiede specifiche conoscenze riguardo alle specie presenti nell'area e al loro ciclo vitale. Tipicamente, durante l'anno, nei chiroterri si osserva un periodo di attività (generalmente tra aprile e ottobre) e un periodo in cui sono meno attivi o in ibernazione (novembre-marzo). Le attività di costruzione dell'impianto devono quindi essere stabilite in fase di pianificazione in modo da evitare i periodi più sensibili (Rodrigues et al 2008; Jones et al. 2009b).

Le strade di accesso permanenti e gli edifici di servizio agli impianti realizzati devono essere considerati come potenziali fonti di disturbo e danno. La loro costruzione deve essere realizzata nei tempi appropriati in modo da minimizzare il rumore, le vibrazioni, l'illuminazione e altri disturbi ai chiroterri.

## **2.3. FASE OPERATIVA**

In base alla località e al livello di impatto bisogna verificare che vengano rispettate le condizioni poste nella fase autorizzativa.

Una delle più comuni prescrizioni è di porre limiti all'operatività delle turbine nei periodi di massima attività dei chiroterri: periodi migratori (agosto-settembre) o nelle fasi di attività rilevate durante la fase di campo pre-opera.

Il *curtailment*, ovvero la sospensione delle attività delle turbine per velocità del vento  $< 7$  m/s è infatti l'unica misura di mitigazione efficace (Arnett 2005; Horn et al. 2008) dato che anche piccole variazioni nell'operatività delle turbine portano a una evidente riduzione della mortalità in un sito (Baerwald et al. 2009; Arnett et al. 2011). Sebbene studi recenti abbiano mostrato che il *curtailment* è efficace anche a velocità del vento  $< 5$  m/s (e.g. Arnett et al. 2011), non esiste ancora un generale

consenso sull'esatto valore della velocità, di conseguenza sono necessari ulteriori studi per decidere se soglie più basse ai 7 m/s possano essere efficaci (Roscioni et al. 2014).

#### **2.4. FASE DI SMANTELLAMENTO**

In fase di valutazione del progetto devono essere incluse condizioni che si estendano alle fasi di smantellamento. Le turbine eoliche possono essere smantellate in modo semplice e veloce. Attenzione deve essere posta in modo da effettuare lo smantellamento in un periodo dell'anno in cui sia minimo il disturbo ai chiroterri e al loro habitat. Nella redazione delle condizioni di ripristino le Regioni devono considerare la necessità di includere condizioni che favoriscano i chiroterri e i loro habitat.

### 3. REDIGERE LE VALUTAZIONI DI IMPATTO

Per redigere una corretta Valutazione di Impatto Ambientale, è necessario tenere in considerazione le variabili che possono determinare impatti sugli habitat e una maggiore o una minore mortalità nei chiroteri in corrispondenza degli impianti eolici. Queste variabili possono essere riassunte come segue.

1. La mortalità è maggiore in notti con bassa velocità del vento (Arnett et al. 2008; Horn et al. 2008; Baerwald et al. 2009; Arnett et al. 2011), con un numero significativamente inferiore di fatalità in notti con velocità del vento  $< 7$  m/s (velocità misurata a 106 m dal suolo).

2. La mortalità aumenta esponenzialmente con l'altezza della torre eolica, mettendo a rischio anche le specie che foraggiano a quote molto elevate o che sono in migrazione. In particolare gli impatti aumentano esponenzialmente con torri di altezza superiore ai 70 m (Barclay et al. 2007).

3. Le specie europee maggiormente a rischio e per le quali è stato registrato il maggior numero di carcasse sono: nottola comune (*Nyctalus noctula*), pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*) e pipistrello di Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) (Rodrigues et al. 2008). Ulteriori studi hanno confermato che le specie più a rischio sono quelle adattate a foraggiare in aree aperte, quindi quelle comprese nei generi *Nyctalus*, *Pipistrellus*, *Vespertilio* ed *Eptesicus* (Rydell et al. 2010, 2012) (Tab. 3.1).

4. Il periodo in cui si riscontra la maggior parte delle fatalità (90% in Nord Europa) è compreso tra fine luglio ed ottobre, in concomitanza con il periodo delle migrazioni autunnali, anche se un numero considerevole di specie rinvenute morte in corrispondenza di impianti eolici sono considerate sedentarie o migratrici a corto raggio, come ad esempio il pipistrello nano (*P. pipistrellus*) o il serotino di Nilsson (*Eptesicus nilssonii*) (Rydell et al. 2010).

I rilevamenti necessari per una corretta Valutazione di Impatto devono quindi essere effettuati durante tutto il periodo di attività dei chiroteri, comprendendo sia la stagione estiva, che il periodo migratorio (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b). Occorre rilevare come la magnitudo degli impatti sia sito-specifica e la Valutazione debba quindi considerare in modo esaustivo tutte le variabili in gioco, in relazione all'intera area interessata dal proposto impianto eolico. I dettagli circa le modalità e i tempi di rilevamento sono forniti in APPENDICE I e II.

Per quanto riguarda la vulnerabilità specifica di un sito, è necessario considerare come le turbine eoliche vengano posizionate preferibilmente lungo le creste montuose, caratterizzate da un'elevata esposizione alle correnti eoliche e come, in alcuni casi, questi siti siano localizzati al margine, o

anche all'interno, di aree boschive (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b).

Gli impianti eolici posizionati lungo le creste montuose creano gli stessi problemi che nelle aree pianeggianti come collisione con i chirotteri, interruzione delle rotte migratorie e disturbo delle aree di foraggiamento (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b; Cryan 2011; Roscioni et al. 2013, 2014). Tuttavia, se venissero realizzati all'interno di aree forestali, gli effetti negativi potrebbero intensificarsi – in particolar modo per le popolazioni di chirotteri locali – in quanto, nel momento in cui il sito verrebbe ripulito per la costruzione delle turbine e delle strade di accesso, nonché per la stesura dei cablaggi di connessione alla rete energetica, verrebbero distrutti non solo gli habitat di foraggiamento, ma anche i rifugi presenti.

Se le turbine fossero posizionate all'interno di aree forestali, inoltre, per la loro costruzione sarebbe necessario l'abbattimento di alberi. Questo determinerebbe la comparsa di nuovi elementi lineari che potrebbero attrarre ancor più chirotteri a foraggiare in stretta vicinanza con le turbine ed il rischio di mortalità sarebbe maggiormente incrementato se il taglio degli alberi non interessasse una fascia di bosco sufficientemente larga.

In questo caso, la minima distanza dal margine forestale raccomandata (200 m) rappresenta l'unica misura di mitigazione accettabile qualora il progetto non fosse abbandonato (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b).

### **3.1. VALUTAZIONE PRELIMINARE**

Lo scopo della valutazione preliminare è quello di effettuare una prima analisi esplorativa delle caratteristiche del territorio e della chirotterofauna presente, raccogliendo tutte le informazioni preesistenti relative all'area in esame.

La valutazione preliminare consentirà di mettere in evidenza eventuali elementi di criticità ad uno stadio precoce e di stabilire al meglio come calibrare il monitoraggio pre-opera necessario al fine di elaborare la relazione di Valutazione di Impatto.

Considerati gli impatti che le turbine eoliche possono avere sui chirotteri, è necessario effettuare una valutazione preliminare completa per ogni nuova proposta di realizzazione di impianto eolico.

È necessario quindi considerare gli aspetti che seguono come parte integrante del rilievo preliminare.

#### **a) acquisizione e revisione delle informazioni esistenti.**

Al fine di agevolare l'identificazione degli habitat potenzialmente utilizzati dai chirotteri e degli impatti che possono derivare dalla realizzazione delle turbine eoliche proposte, devono essere prese in esame una serie di fonti informative. Queste devono includere:



- Foto aeree/carte topografiche/carte degli habitat di studio.
- Carte di distribuzione delle specie.
- Segnalazioni di siti di rifugio conosciuti e altre segnalazioni di presenza (siti di foraggiamento, *swarming*, catture, registrazioni con *bat detector*, ecc.).
- Conoscenza delle rotte migratorie degli uccelli, in quanto possono fornire informazioni in merito alla migrazione dei chirotteri.
- Dati inerenti la migrazione dei chirotteri europei.
- Qualora sia necessario, è inoltre opportuno richiedere consulenze di organizzazioni chiave che possano detenere informazioni sui chirotteri. Queste organizzazioni possono includere:
  - gruppi di chirotterologi locali;
  - fondazioni per la tutela della natura;
  - organizzazioni per la Conservazione della Natura legalmente riconosciute;
  - organizzazioni per la Conservazione dei Chirotteri;
  - gruppi speleologici;
  - musei di storia naturale;
  - organizzazioni di ricerca universitarie;
  - centri di ricerca e di gestione degli enti parco e riserve
  - autorità provinciali e/o regionali;
  - consulenti che hanno conoscenze specifiche in quanto hanno già lavorato nell'area interessata.

Quali materiali utili per un approfondimento, al fine di identificare su base cartografica gli habitat potenzialmente idonei alla chirotterofauna si raccomanda di acquisire carte dell'uso del suolo prodotte a livello locale (solitamente regionale), o in alternativa utilizzare la cartografia CORINE, sia a livello Europeo, sia a livello nazionale (CORINE Livello IV). L'utilizzo di Modelli Digitali del Terreno (DEM, DTM) può essere utile al fine di identificare eventuali limiti altitudinali. Anche in questo caso, possono risultare disponibili a scala locale (regionale) DTM ad alta risoluzione (inferiori a 20 m). In ogni caso sono disponibili e sufficienti DEM a scala nazionale (20 m, Portale Cartografico Nazionale, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) o a scala globale (ad esempio GMTED2010, <http://earthexplorer.usgs.gov>).

Tramite il citato Portale Cartografico Nazionale, sono disponibili come servizi di mappa WMS le ortofotocarte (attualmente la versione più recente risale al 2006), che possono essere utilizzate per eventuali raffittimenti di carte dell'uso del suolo preesistenti, se non altro per aggiornare l'estensione delle superfici boscate, delle aree aperte utili al foraggiamento o delle aree interessate da manufatti

di origine antropica.

Sulla base di un'idonea cartografia dell'uso del suolo, è inoltre possibile calcolare, ad esempio utilizzando il software FRAGSTATS (McGarigal e Marks 1995), per ciascun area interessata, alcune metriche di paesaggio. Si raccomanda in particolare di utilizzare indici in grado di rendere conto in modo semplice e immediato della struttura del paesaggio in esame almeno per le classi di uso del suolo relative ad aree boscate e praterie, con una risoluzione spaziale compresa tra 10 e 50 m. Gli indici idonei per identificare gli impatti a livello di alterazione della struttura del paesaggio sono i seguenti: CA (class area); NP (number of patches); LPI (largest patch index); MPS (mean patch size); AWSI (average weighted shape index); AI (aggregation index) (Roscioni et al. 2013).

Occorre sottolineare che un'analisi in termini di paesaggio come quella proposta potrebbe non tenere conto della presenza di elementi non comunemente presenti nelle cartografie di uso del suolo, quali ad esempio gli elementi minori (ma importanti per la chiroterofauna) del reticolo idrografico. Per superare questa limitazione, quando possibile, sarebbe utile creare delle mappe di idoneità a scala locale costruite combinando reticolo idrografico e CLC (Corine Land Cover). L'analisi delle metriche di paesaggio andrebbe quindi condotta sulle mappe di idoneità piuttosto che solo sul CLC (Roscioni et al. 2013). Inoltre una corretta valutazione dell'impatto deve tenere conto dell'effetto di cumulo (dettagli nel Capitolo 5).

### **b) Identificazione degli impatti potenziali**

Le informazioni esistenti possono essere utilizzate per effettuare un primo *screening* sulla chiroterofauna dell'area: le specie presenti, eventuali aree importanti per il rifugio e il foraggiamento, potenziali corridoi di volo.

La valutazione preliminare può inoltre consentire di identificare potenziali impatti in una fase precoce, permettendo quindi alle imprese di modulare la propria proposta.

In particolare, le turbine eoliche possono potenzialmente generare i seguenti impatti:

- Morte a seguito di collisione con le pale in movimento;
- Disturbo o interruzione delle rotte di migrazione;
- Disturbo o interruzione dei percorsi di spostamento locali;
- Disturbo o perdita di habitat di foraggiamento;
- Disturbo o perdita di rifugi, anche se questo fenomeno si verifica più facilmente laddove le turbine siano posizionate all'interno di habitat forestali o in prossimità di edifici.

### **c) Identificazione della scala di valutazione per la pianificazione delle indagini**

Durante l'esame dei potenziali effetti del proposto impianto eolico, è necessario considerare

un'area sufficientemente vasta per poter valutare tutti gli elementi che possono incidere sulle popolazioni di chiroteri presenti. È necessario quindi considerare che gli animali effettuano spostamenti dalle aree di foraggiamento verso i siti di rifugio e spostamenti su maggiori distanze tra i siti estivi ed i siti di ibernazione, nonché verso i siti autunnali di *swarming*.

Dovrebbero essere considerate inoltre le rotte migratorie, anche se le conoscenze sul territorio italiano sono pressoché inesistenti, le quali assumono un'importanza particolare per quelle turbine eoliche ubicate in prossimità di elementi caratteristici del territorio, come ad esempio fondovalle con fiumi, creste montuose, passi montani e linee di costa (Roscioni et al. 2014).

È opportuno quindi che la valutazione preliminare consideri la potenziale distribuzione dei chiroteri e l'attività nel raggio di 10 km dalle turbine (Rodrigues et al. 2008) e considerare l'effetto di cumulo (dettagli nel capitolo 5).

In Tabella 3.1. per ogni specie presente nel territorio italiano, sono riportati il grado di impatto potenziale in relazione alle informazioni contenute in letteratura e le relazioni specie-impianti eolici.

*Tabella 3.1 Impatti specie specifici. Per ogni specie presente in Italia sono indicati il grado di impatto e le relazioni specie-impianti eolici.*

Specie	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)
Relazioni specie – impianti eolici	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento.</li> </ul>
Grado d'impatto	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
Specie	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)
Relazioni specie – impianti eolici	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento.</li> </ul>
Grado d'impatto eolico	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
Specie	<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)
Relazioni specie – impianti eolici	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento;</li> <li>➤ Migratore. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
Grado d'impatto eolico	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.
Specie	<i>Pipistrellus nathusii</i> (Keyserling et Balsius, 1839)
Relazioni specie – impianti eolici	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento;</li> <li>➤ Migratore su lunghe distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
Grado d'impatto eolico	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.

<b>Specie</b>	<b><i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Eptesicus nilssonii</i> (Keyserling et Blasius, 1839)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Vespertilio murinus</i> Linnaeus, 1758</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento;</li> <li>➤ Migratore su lunghe distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.

<b>Specie</b>	<b><i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento;</li> <li>➤ Migratore su lunghe distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento;</li> <li>➤ Migratore su lunghe distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Nyctalus lasiopterus</i> (Schreber, 1780)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.

<b>Specie</b>	<b><i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Rhinolophus mehelyi</i> Matschie, 1901</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.

<b>Specie</b>	<b><i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento;</li> <li>➤ Migratore su medie distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis capaccinii</i> (Bonaparte, 1837)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	Non rilevate
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects).</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.



<b>Specie</b>	<b><i>Myotis emarginatus</i> (Geoffroy E., 1806)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ Migratore su medie distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ Migratore su medie distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis punicus</i> Felten, 1977</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Dati insufficienti

<b>Specie</b>	<b><i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis brandtii</i> (Eversmann, 1845)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects).</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis alcathoe</i> von Helversen &amp; Heller, 2001</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis bechsteinii</i> (Kuhl, 1817)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.

<b>Specie</b>	<b><i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects).</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Plecotus austriacus</i> (Fischer, 1829)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori;</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects).</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.
<b>Specie</b>	<b><i>Plecotus macrobullaris</i> (Kuzjakin, 1965)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Dati insufficienti

<b>Specie</b>	<b><i>Plecotus sardus</i> Mucedda, Kiefer, Pidinchedda &amp; Veith, 2002</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Dati insufficienti
<b>Specie</b>	<b><i>Myotis dasycneme</i> (Boie, 1825)</b>
<b>Relazioni specie – impianti eolici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La specie è in grado di effettuare voli a quote &gt; 40 m;</li> <li>➤ Documentata in letteratura la collisione diretta con le turbine (Rodrigues <i>et al.</i> 2008 - EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects);</li> <li>➤ Migratore su medie distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie.</li> </ul>
<b>Grado d'impatto eolico</b>	Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico.

#### 4. PIPISTRELLI E IMPIANTI EOLICI. IMPATTO DA MORTALITÀ

A partire dalla fine degli anni Novanta, diversi studi europei e nordamericani sulla mortalità della fauna selvatica volatrice nei pressi degli impianti eolici hanno evidenziato una mortalità più o meno elevata di chiroterri a causa dell'impatto diretto con le pale in movimento (Rahmel et al. 1999; Bach et al. 1999; Johnson et al. 2000; Lekuona 2001; Erickson et al. 2003; Aa.Vv. 2004; Arnett 2005; Rydell et al. 2012). In alcuni casi il numero di individui coinvolti per anno ha superato quello degli Uccelli, generalmente più colpiti dei chiroterri (Stickland 2001).

Le conoscenze sull'impatto degli impianti eolici sulle popolazioni di chiroterri fino al 2000 sono però molto scarse, considerando che la letteratura scientifica riportava soltanto brevi *report* su questa problematica, associando spesso questo tipo di minaccia per i chiroterri a quella rappresentata dagli impatti con le torri per le comunicazioni in generale (Crawford e Baker 1981; Osborn et al. 1996; Bach et al. 1999).

La situazione internazionale cambia dopo il 2000, quando sia negli Stati Uniti che in Europa si assiste ad una crescita di interesse e quindi di studi scientifici sull'impatto degli impianti eolici sulle popolazioni di chiroterri. In questi studi emerge che in buona parte degli impianti eolici attivi, sottoposti a mirate ricerche, si evidenziano percentuali di mortalità più o meno elevate di pipistrelli (Erickson et al. 2003; Arnett et al. 2008; Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b; Ahlén et al. 2007, 2009; Baerwald et al. 2009; Rydell et al. 2010, 2012). Per quanto riguarda il territorio italiano, sono disponibili pochi studi sulla mortalità dei chiroterri presso gli impianti eolici. Il primo che riporta un impatto documentato risale al 2011, quando è stato segnalato il ritrovamento di 6 carcasse di pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*), e una di pipistrello nano (*P. pipistrellus*) in provincia de L'Aquila (Ferri et al. 2011).

Da recenti studi sembra che la causa principale di mortalità dei chiroterri negli impianti eolici sia la collisione diretta con le pale in movimento, che causa lesioni traumatiche letali (Rollins et al. 2012). Il barotrauma, ovvero l'emorragia interna che segue il rapido cambio di pressione dell'aria nei pressi delle pale in movimento, indicato in precedenza come una delle cause principali di mortalità (Baerwald et al. 2008), sembra avere invece una casistica piuttosto trascurabile (il 6% dei cadaveri rilevati in un impianto eolico, Rollins et al. 2012).

Per quanto riguarda le variabili che possono determinare una maggiore o una minore mortalità, queste possono essere riassunte come segue:

- La mortalità è maggiore in notti con bassa velocità del vento (Arnett et al. 2008; Horn et al. 2008), con un numero significativamente inferiore di collisioni in notti con velocità del vento  $< 7\text{m/s}$  (velocità misurata a 106 m dal suolo).
- La mortalità aumenta nelle ore immediatamente precedenti e successive al passaggio di un fronte temporalesco (Arnett et al. 2008).
- La mortalità sembra aumentare con l'altezza della torre eolica, in quanto può mettere a rischio, in caso di loro presenza, le specie che foraggiano a quote molto elevate o che sono in migrazione (Barclay et al. 2007).
- Le specie europee maggiormente a rischio e per le quali è stato registrato il maggior numero di collisioni sono: nottola comune (*Nyctalus noctula*), pipistrello nano (*P. pipistrellus*) e pipistrello di Nathusius (*P. nathusii*) (Rodrigues et al. 2008). Ulteriori studi hanno confermato che le specie più a rischio sono quelle adattate a foraggiare in aree aperte, quindi quelle comprese nei generi *Nyctalus*, *Pipistrellus*, *Vespertilio* ed *Eptesicus* (Rydell et al. 2010, 2012).
- Il periodo in cui si riscontra la maggior parte della mortalità (90% in Nord Europa) è compreso tra fine luglio ed ottobre, in concomitanza con il periodo delle migrazioni autunnali, anche se un numero considerevole di specie rinvenute morte in corrispondenza di impianti eolici sono considerate sedentarie o migratrici a corto raggio, come ad esempio il pipistrello nano (*P. pipistrellus*) o il serotino di Nilsson (*E. nilssoni*) (Rydell et al. 2010).
- Il rischio di mortalità è dipendente dall'habitat e dalla posizione topografica dell'impianto. Gli impatti maggiori si hanno per impianti localizzati lungo le coste e sulla sommità di colline e montagne, dove siano presenti boschi, sia di conifere che di latifoglie. Al contrario, impianti situati in zone agricole o aree aperte senza vegetazione arborea (es. prati, pascoli) sono caratterizzati da una bassa mortalità. In generale, il numero di collisioni aumenta per torri posizionate a meno di 100-200 m da zone di bosco (Rodrigues et al. 2008).

Ancora non sono ben chiare le cause per cui i chiropteri non riescono a rilevare le pale in movimento con gli ultrasuoni. Alcuni indizi utili sono contenuti nel lavoro di Long (2011) riguardante l'interazione acustica degli animali con le turbine in movimento: in particolare è stata calcolata la probabilità che un impulso ultrasonoro emesso venga riflesso da una pala in movimento. Tale probabilità risulta direttamente proporzionale al numero di pale che compongono il rotore, alla larghezza della pala, alla velocità angolare e alla lunghezza dell'impulso del pipistrello. Al contrario, è inversamente proporzionale alla distanza dal mozzo: la punta delle pale

in movimento è meno rilevabile da un animale in avvicinamento rispetto al centro della turbina.

Secondo il modello proposto, la probabilità che un animale (come modello è stato utilizzato il pipistrello nano – *P. pipistrellus*) riesca a rilevare anche grandi turbine (diametro del rotore superiore a 40 m) non supera il 51%.

Un altro fattore da considerare riguarda il fatto che un segnale ultrasonoro emesso da un pipistrello, che viene riflesso da una turbina in movimento, produce un'eco di ritorno con effetto Doppler. L'intensità dell'effetto dipende dalla posizione relativa delle pale e dalla posizione dell'animale in avvicinamento rispetto alla turbina. I chiroterri che utilizzano segnali di ecolocalizzazione a modulazione di frequenza (FM) hanno un'apparente incapacità di compensare l'effetto Doppler (Boonman et al. 2000) e questo li porta a un errore di valutazione della distanza dell'oggetto rilevato.

Una simulazione effettuata, ha portato a concludere che ad un animale occorrerebbero almeno 50 eco riflesse da una pala in movimento per ottenere un'accurata immagine del rotore e riuscire a compensare per l'effetto Doppler (Long 2011).

Ad esempio, considerando un animale del genere *Pipistrellus* in avvicinamento ad un rotore in movimento, questo inizierebbe a rilevare l'ostacolo da circa 15 m di distanza, e prima di raggiungerlo riuscirebbe ad emettere solamente 30 impulsi ultrasonori, che non sembrano quindi sufficienti per determinare con certezza il movimento delle pale. I dati sperimentali mostrano inoltre che l'eco prodotta da un ultrasuono riflesso dalle turbine in movimento ha un'intensità sonora molto variabile. Queste fluttuazioni nell'ampiezza dell'eco sono tipiche di prede in movimento (Sum e Menne, 1988) e possono agire come “superstimoli” acustici, attirando i chiroterri nei pressi delle pale.

Un'ipotesi che potrebbe spiegare almeno parte della mortalità dei chiroterri nei pressi delle turbine eoliche riguarda la possibilità che gli animali seguano le migrazioni notturne di alcuni insetti a quote molto elevate dal suolo, e vengano così colpiti dai rotori durante la caccia, che svolgono con le stesse modalità anche in periodo migratorio (Rydell et al. 2010).

Sembra confermato quindi che l'attività principale degli animali intorno alle torri eoliche sia il foraggiamento, indipendentemente dal fatto che le pale siano in movimento oppure no (Rydell et al. 2010). Difatti si può verificare un vero e proprio effetto trappola in quanto in prossimità dei rotori si possono concentrare gli insetti e di conseguenza le turbine possono diventare una nuova attrattiva ma mortale “risorsa di foraggiamento” (Ahlén et al. 2007, 2009; Horn et al. 2008; Rydell et al. 2010; Roscioni et al. 2013).

Negli ultimi anni sono state valutate diverse strategie per mitigare e ridurre al massimo l'impatto degli impianti eolici sui chiroteri (es. Aa.Vv. 2005; Rydell et al. 2012; CWE 2013). In particolare si ritiene necessario:

- acquisire dati sui fattori di rischio per i chiroteri che possono concorrere ad aumentare la loro sensibilità agli impatti derivanti dalla presenza di un impianto eolico, in aggiunta a quelli derivati dalla collisione diretta. Tali fattori di rischio sono associati con le tipologie di habitat presenti nell'intorno dell'impianto, la collocazione topografica delle turbine e la loro tipologia e le condizioni meteorologiche (Rydell et al. 2010, 2012; Roscioni et al. 2013, 2014);
- concentrare il monitoraggio delle carcasse presso gli impianti eolici nei periodi di massima attività rilevati nel monitoraggio *ante-operam*. È inoltre importante conoscere l'effetto cumulativo degli altri fattori di rischio eventualmente insistenti sulle popolazioni di chiroteri interessate (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b);
- contabilizzare i costi di utilizzo e quelli dell'impatto conservazionistico delle torri eoliche che risultano causa di mortalità elevata per i chiroteri, per decidere un eventuale blocco dell'operatività delle pale nei periodi considerati più critici per l'attività degli animali o l'avvio dei rotori con una velocità di vento superiore a quella prevista, per minimizzare gli impatti (Arnett et al. 2011);
- stabilire la chiusura definitiva o la ricollocazione topografica delle torri (Roscioni et al. 2014) per cui sono documentati impatti elevati 5 individui/torre/anno (Rydell et al. 2012).



## **5. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO CUMULATIVO**

La forte espansione dell'industria eolica in tutta Europa, pone come ulteriore obiettivo nella valutazione dell'impatto che essa causa, lo studio degli impatti cumulativi provocati dall'insistenza di diversi impianti eolici in una determinata area (Jaberg e Guisan 2001; Harbusch e Bach 2005; Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b). Questa necessità è evidenziata come priorità di ricerca e sviluppo in pratica nelle linee guida EUROBATS (Rodrigues et al. 2008) e nelle linee guida del BCT (Jones et al. 2009b). In entrambi i documenti è evidenziato come gli studi a scala locale necessitino di essere inseriti in un contesto più ampio in modo da investigare come un nuovo impianto possa interferire in un'area in relazione agli altri impianti presenti nel territorio.

Gli effetti cumulativi sulle risorse naturali e la loro risposta alle perturbazioni si verificano quando le azioni sono così vicine nel tempo e nello spazio da provocare effetti incrementabili o sovrapponibili. L'analisi degli effetti cumulativi comporta lo studio dell'interazione delle strutture dell'impianto eolico e il loro effetto su diverso uso del suolo, aumento della mortalità o perdita e alterazione di habitat che potrebbero verificarsi a causa di ogni singolo sviluppo.

Ad oggi, la maggior parte degli studi sugli impatti dell'energia eolica sulla fauna è ancora focalizzata su siti specifici, mentre sono scarse le informazioni sull'impatto cumulativo di più impianti eolici in un contesto regionale o nazionale (Roscioni et al. 2013; Santos et al. 2013). Attraverso lo studio dell'impatto cumulativo è possibile investigare impatti che non sono rilevabili a scala locale, come l'effetto barriera e la perdita di habitat (Roscioni et al. 2013, 2014).

### **5.1. IMPATTO CUMULATIVO SUGLI HABITAT**

In molti paesi, compresa l'Italia, i dati sulla mortalità relativa agli impianti eolici è pressoché nulla (Ferri et al. 2011) dato che non esiste l'obbligatorietà nel monitoraggio dei siti. In questi casi un approccio pragmatico utile a definire l'impatto cumulativo in assenza di dati di mortalità diventa cruciale.

La modellistica ambientale può risultare molto utile per valutare l'impatto cumulativo sugli habitat in fase di selezione dei siti per la costruzione degli impianti eolici. Lo sviluppo di modelli di distribuzione basati su dati di presenza al fine di determinare le aree idonee per la presenza delle specie a scala regionale, può aiutare nell'implementare mappe di rischio e individuare *hot spot* di sensibilità utili alle amministrazioni per pianificare le aree a minore impatto in cui autorizzare la costruzione degli impianti (Roscioni et al. 2013, 2014).

Per l'Italia è utile effettuare questo tipo di lavoro a scala regionale, in quanto è la dimensione geografica e amministrativa a cui vengono prese le decisioni. Si invitano quindi le amministrazioni

regionali ad implementare mappe di rischio per le specie di chiroterofauna particolarmente a rischio di impatto con le turbine eoliche presenti nel loro territorio (vedi Tab. 3.1 capitolo 3).

Inoltre, l'applicazione dello studio degli indici di frammentazione in relazione alla distribuzione delle turbine nel territorio, può portare ad avere ancora più informazioni sul rischio provocato dalle turbine proposte (Roscioni et al. 2013).

Per quel che concerne le valutazioni di impatto e i monitoraggi sito specifici, questo tipo di analisi possono essere svolte anche a scale più piccole di quella regionale, per avere informazioni più ampie rispetto al singolo impianto in un intorno non inferiore ai 10 km di raggio (Rodrigues et al. 2008).

Obiettivi specifici:

- Produrre mappe di rischio sovrapponendo le turbine pianificate e costruite con i modelli di idoneità potenziale.
- Combinare i diversi modelli di idoneità specie specifici al fine di individuare le aree più vulnerabili dove la costruzione di nuovi impianti eolici può essere particolarmente pericolosa per i chiroteri e quindi dovrebbe essere evitata o le turbine costruite soggette a particolari misure di mitigazione.
- Valutare i cambiamenti dei pattern spaziali dell'habitat idoneo determinati dalla presenza di turbine pianificate e esistenti

Cartografie suggerite per la costruzione dei modelli:

- CLC (Corine Land Cover)
- DTM (Modello Digitale del Terreno)
- reticolo idrografico

Indici di paesaggio suggeriti per la valutazione dell'alterazione dell'habitat di foraggiamento:

- CA (class area)
- NP (number of patches)
- LPI (largest patch index)
- MPS (mean patch size)
- AWSI (average weighted shape index)
- AI (aggregation index)

Per dettagli circa la costruzione dei modelli e le analisi a scala di paesaggio seguire lo schema proposto da Roscioni et al. (2013).

## 5.2. IMPATTO CUMULATIVO CARCASSE

L'effetto cumulativo sulla mortalità direttamente legato alla produzione di energia eolica può avere effetti importanti sulla sopravvivenza a lungo termine delle popolazioni di chiroterri, dato il basso tasso riproduttivo e il lento recupero delle popolazioni in declino (Kunz et al. 2007; Cryan e Barclay 2009; Arnett et al. 2011). Date le poche informazioni sulla demografia nei siti in cui vengono costruiti gli impianti, non è quindi facile valutare il loro effetto a lungo termine (Arnett et al. 2011). Diventa però importante analizzare come la mortalità è distribuita non solo nelle aree soggette alla costruzione di un nuovo impianto, ma anche nelle aree limitrofe (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b). Di conseguenza, bisogna considerare l'effetto di cumulo di più impianti eolici anche in relazione al numero di carcasse rinvenute e per questo è necessario:

- Monitorare in fase post-costruzione mediante raccolta dati sulla mortalità presso le torri eoliche con le tecniche standardizzate indicate in APPENDICE III e comparare i risultati con quelli di altri analoghi impianti eolici nel raggio di 10 km.
- Valutare il successo delle strategie di mitigazione e di riduzione del rischio.

La valutazione della “mortalità significativa” deve essere adeguata al contesto europeo e poiché la maggior parte degli aerogeneratori di nuova generazione ha una potenza e una grandezza maggiore di quelle esistenti, sarebbe più appropriato estrapolare la stima di mortalità dei chiroterri utilizzando i MW e non le turbine (Strickland et al. 2011).

Qualora la stima di mortalità superi la soglia di allarme di 5 animali/anno per turbina (Rydell et al. 2012), è indispensabile applicare le misure minime di mitigazione (Doc.EUROBATS.AC17.6, 2013) ovvero bloccare le turbine per velocità del vento inferiori a 7 m/s (Arnett et al. 2011). Questa misura potrà essere attuata per tutte le turbine, dal tramonto all'alba, nei periodi di massima attività dei chiroterri e comunque dal 15 di luglio al 15 di ottobre. I risultati ottenuti a seguito dell'utilizzo delle tecniche standardizzate indicate in APPENDICE I, II e III negli studi di impatto e monitoraggio specifici relativi a ciascun impianto eolico, possono consentire una valutazione più accurata sul numero e la localizzazione delle turbine su cui operare, nonché sui periodi e gli orari più a rischio. Inoltre, con l'acquisizione dei dati dai monitoraggi a lungo termine e la conseguente conoscenza della situazione demografica che si può ottenere analizzando i risultati ottenuti dagli indici indicati in APPENDICE V, si potrà valutare il successo delle strategie di mitigazione e di riduzione del rischio (Rodrigues et al. 2008; Arnett et al. 2011).

Un altro aspetto che deve essere considerato riguarda l'ampliamento di un impianto eolico

esistente per il quale non sono disponibili informazioni sulla reazione delle popolazioni e per il quale applicare la modellistica risulterebbe utile (ad es. simulando cambiamenti in abbondanza delle prede, mortalità, riproduzione) e confrontarle con i dati pregressi raccolti sul campo in modo da ottenere un “livello soglia di preoccupazione”.

## **APPENDICE I**

### **PROTOCOLLO PER IL RILEVAMENTO DI ULTRASUONI AL SUOLO IN FASE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO (VIA, VINCA)**

Tutti i rilevamenti a terra devono essere effettuati in due aree: l'area dell'impianto eolico, definita come l'area con un raggio di 1 km dagli aerogeneratori previsti, e un'area di saggio, scelta nei pressi del sito (tra 1 e 3 km dall'impianto eolico proposto), con caratteristiche ambientali simili a quelle dell'area dell'impianto eolico (sia l'habitat presente prima della costruzione dell'impianto eolico che habitat eventualmente creati successivamente alla messa in opera delle torri) (Rodrigues et al. 2008).

Nel caso in cui fossero presenti due (o più) impianti eolici vicini va considerata l'analisi di un eventuale effetto cumulativo (vedi cap. 5).

#### **1. OBIETTIVI PRINCIPALI**

- Accertamento delle specie di chiropteri presenti
- Valutazione della composizione in specie
- Valutazione dell'attività delle specie rilevate
- Individuazione degli aerogeneratori che potrebbero essere maggiormente impattanti
- Indicazione di misure di mitigazione atte a ridurre il rischio di collisione
- Valutazione degli effetti di cumulo

#### **2. METODOLOGIA**

##### **RICERCA E ISPEZIONE SITI DI RIFUGIO**

Ricerca e ispezione dei rifugi invernali ed estivi nel raggio di 5 km dal sito dell'impianto eolico da svolgersi nel periodo fenologico favorevole (novembre-febbraio per i rifugi invernali, marzo-ottobre per i rifugi estivi) (Rodrigues et al. 2008). Il numero di uscite per il periodo invernale può essere ridotto a uno, considerato che il sito di svernamento non cambia nel periodo considerato. Per i rifugi estivi, visto il possibile utilizzo da parte di varie specie di diversi rifugi all'interno del periodo di attività (primavera-estate), è auspicabile effettuare almeno tre uscite: una ad aprile, una a luglio e una a fine settembre, al fine di controllare anche gli eventuali flussi migratori delle specie.

La presenza delle specie ed il conteggio degli individui si effettua mediante appositi strumenti o conteggio diretto.

### RILEVAMENTI CON BAT DETECTOR

Lo schema di monitoraggio **per l'area dell'impianto eolico** è il seguente:

1. Suddividere un'area di 1 km di raggio intorno alle torri in celle di 500 m di lato.
2. Caratterizzare ciascuna cella per l'habitat predominante (bosco di latifoglie, bosco di conifere, bosco misto, arbusteto, prato-pascolo).
3. Monitorare un numero di celle pari al 20% dell'area nel modo seguente:
  - il maggior numero possibile di celle in cui ricadono le torri (in caso di impianti eolici di piccole dimensioni -12 torri- devono essere monitorate tutte le celle in cui ricadono torri eoliche).
  - tutti gli habitat presenti in numero proporzionale alla loro abbondanza nell'area (l'habitat più presente andrà monitorato con un maggior numero di celle).
4. In ogni cella identificare alcuni punti (più di uno e distanti almeno 150 m) e, se necessario, transetti (utili ad esempio in habitat di bosco) in cui effettuare in totale almeno 30 minuti di registrazione.
5. Nelle celle con presenza di torri effettuare uno dei punti d'ascolto nel sito esatto di localizzazione degli aerogeneratori.

Lo schema di monitoraggio **per l'area di saggio** è il seguente:

1. Suddividere l'area di saggio (identificata come l'area compresa tra 1 e 3 km di raggio dalle torri previste) in celle di 500 m di lato.
2. Caratterizzare ciascuna cella per l'habitat predominante (bosco di latifoglie, bosco di conifere, bosco misto, arbusteto, prato-pascolo).
3. Monitorare un numero di celle pari al 7% dell'area comprendendo gli habitat più importanti (quelli con caratteristiche ambientali simili all'impianto eolico, prima e dopo la sua costruzione).
4. In ogni cella identificare alcuni punti (più di uno e distanti almeno 100 m) e, se necessario, transetti (utili ad esempio in habitat di bosco) in cui effettuare in totale almeno 30 minuti di registrazione.

Per ciascun punto/transetto di rilevamento al suolo (sia nell'area dell'impianto eolico che nei punti di saggio):

- Rilevare la localizzazione con GPS.
- Caratterizzare ogni stazione di rilevamento in termini di: distanza dalla torre più vicina,

esposizione, uso del suolo, prossimità a corsi o specchi d'acqua, prossimità a rifugi noti. Durante ciascun monitoraggio annotare data, ora di inizio e fine, temperatura, condizioni meteo (sereno, poco nuvoloso, nuvoloso, pioggia), condizioni del vento (se non si dispone di dati precisi circa la velocità del vento utilizzare delle classi quali: vento assente, debole, moderato, forte).

- Non eseguire i rilevamenti con condizioni meteorologiche avverse, ovvero pioggia battente, vento forte ( $> 7$  m/s), neve.
- I punti di ascolto devono essere effettuati con l'utilizzo di un *bat detector* in espansione temporale (*time expansion*) o con campionamento diretto. Ogni contatto rilevato deve essere registrato preferibilmente in formato *\*wav* o in alternativa in *\*.mp3* (con frequenza di campionamento alta e costante) per il successivo riconoscimento della specie o del gruppo di appartenenza.

### 3. TEMPI DI INDAGINE

Effettuare i rilevamenti al suolo nell'area delle torri con cadenza quindicinale e nell'area di saggio con cadenza mensile, per almeno una stagione di attività dei chiroterri (aprile-ottobre), rispettando le seguenti tempistiche:

**Aprile-maggio:** monitoraggio per le prime 4 ore della notte. In maggio includere una notte intera.

**Giugno-luglio-agosto:** monitoraggio per le prime 4 ore della notte, includendo 1 notte intera al mese.

**Settembre-ottobre:** monitoraggio per le prime 4 ore della notte, includendo 1 notte intera in settembre.

Per evitare di effettuare registrazioni in ciascun punto negli stessi orari, cambiare di volta in volta l'ordine con cui i diversi punti vengono monitorati.

## **APPENDICE II**

### **PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO IN QUOTA ATTRAVERSO RILEVATORE DI ULTRASUONI IN FASE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO (VIA, VINCA)**

Il monitoraggio mediante registrazione di ultrasuoni in quota è essenziale per valutare l'attività dei chiroteri a livello delle pale. Sono infatti numerose le specie che cacciano a diversi metri dal suolo, sia in aree aperte che al di sopra di superfici forestali (Limpens e Kapteyn 1991; Grindal e Brigham 1999; Morris et al. 2010; Ethier e Fahrig 2011; Müller et al. 2012).

Diversi studi dimostrano che l'impatto sui chiroteri è generalmente maggiore nel caso di impianti eolici posizionati in aree boscate rispetto a quelle aperte. Si raccomanda quindi di realizzare impianti al di fuori delle aree boscate, mantenendo una distanza di almeno 200 m dal margine del bosco (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b).

Sono considerati bosco (L. 227/2001 art. 2; l.r. Lombardia 31/2008 art. 42):

1. le formazioni vegetali, a qualsiasi stadio di sviluppo, di origine naturale o artificiale, i castagneti, le sugherete e la macchia mediterranea, nonché i terreni su cui esse sorgono, caratterizzate simultaneamente dalla presenza di vegetazione arborea o arbustiva, dalla copertura del suolo, esercitata dalla chioma della componente arborea o arbustiva, pari o superiore al venti per cento, nonché da superficie pari o superiore a 2.000 metri quadrati e larghezza non inferiore a 25 metri;
2. i rimboschimenti e gli imboschimenti.

Sono assimilati a bosco:

1. le aree forestali temporaneamente prive di copertura arborea e arbustiva a causa di utilizzazioni forestali, avversità biotiche o abiotiche, eventi accidentali e incendi;
2. le radure e tutte le altre superfici d'estensione inferiore a 2.000 metri quadrati che interrompono la continuità del bosco.

I confini amministrativi, i confini di proprietà o catastali, le classificazioni urbanistiche e catastali, la viabilità agro-silvo-pastorale e i corsi d'acqua minori non influiscono sulla determinazione dell'estensione e delle dimensioni minime delle superfici considerate bosco.



Non sono considerati bosco:

1. gli impianti di arboricoltura da legno e gli impianti per la produzione di biomassa legnosa;
2. i filari arborei, i parchi urbani e i giardini;
3. gli orti botanici, i vivai, i piantonai, le coltivazioni per la produzione di alberi di Natale e i frutteti, esclusi i castagneti da frutto in attualità di coltura;
4. le formazioni vegetali irrilevanti sotto il profilo ecologico, paesaggistico e selvicolturale.

L'utilizzo di rilevatori di ultrasuoni in quota è un metodo efficace per monitorare anche i flussi migratori che eventualmente interessano l'area dell'impianto eolico, in abbinamento (se i risultati del monitoraggio *ante operam* hanno evidenziato alta attività nei periodi migratori e se il *budget* lo consente) ad altre strumentazioni quali radar e termocamere (Rodrigues et al. 2008).

## 1. OBIETTIVI PRINCIPALI

- Valutazione dell'attività a diverse quote
- Valutazione della composizione in specie a diverse quote
- Valutazione dell'attività migratoria
- Applicazione di misure di mitigazione atte a ridurre il rischio di collisione

## 2. METODOLOGIA

Per il monitoraggio dei chiropteri in quota devono essere impiegati preferibilmente dei registratori automatici (es. Pettersson D500, EcoObs Batcorder), posizionati possibilmente all'altezza del rotore, o comunque nel raggio di movimento delle pale, utilizzando a tale scopo dei tralicci appositamente costruiti o altre strutture già presenti sul territorio (es. torri anemometriche). Tali strutture devono avere un'altezza sufficiente (devono rientrare nel raggio di movimento delle pale) ed essere situate preferibilmente nell'area centrale dell'impianto eolico e comunque entro un raggio massimo di 500 m dalla torre eolica più vicina.

In alternativa, nel caso in cui non sia possibile l'utilizzo di una delle precedenti opzioni, è possibile portare in quota i registratori automatici con l'utilizzo di palloni gonfiati ad elio. Tale tecnica presenta però diverse problematiche: deteriorabilità dei materiali, permessi per il trasporto delle bombole, reperimento delle bombole. Per tali motivi, negli ultimi anni la tendenza è quella di installare direttamente il *bat detector* all'interno delle turbine, sugli anemometri o strutture dedicate (CWE 2013). Radar e termocamere dovranno essere utilizzate a seguito del monitoraggio pre-opera nel caso in cui si rilevi un'elevata attività nel sito, principalmente nei periodi di migrazione (Rodrigues et al. 2008; CWE 2013).

Il monitoraggio di chiroteri in quota deve essere effettuato nell'area delle torri, posizionando un rilevatore di ultrasuoni ogni 12 aerogeneratori. Per impianti eolici con un numero di aerogeneratori minore di 12 è necessario installare almeno un rilevatore di ultrasuoni.

### 3. TEMPI DI INDAGINE

Il monitoraggio deve essere effettuato tutti i mesi da aprile a ottobre, periodo di attività dei chiroteri, con la seguente tempistica a seconda della distanza dell'impianto dalle aree boscate:

Distanza dalle aree boscate  $\leq 200$  m

Aprile – ottobre: 3 notti intere/mese

Distanza dalle aree boscate  $> 200$  m

Aprile - ottobre: 1 notte intera/mese

Per ciascuna notte di campionamento devono essere raccolti i seguenti dati: ora di inizio e fine rilevamento, temperatura, piovosità, velocità del vento. Si consiglia di utilizzare *datalogger* al fine di ottenere dati standardizzati e omogenei (CWE 2013).

## **APPENDICE III**

### **PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO PER STIMARE LA MORTALITA' DEI CHIROTTERI NELL'AMBITO DEL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI EOLICI**

Il numero di incidenti mortali varia in funzione della potenza ed estensione dell'impianto eolico, dell'attività della locale chirotterofauna e delle specie presenti. Il numero di cadaveri che si possono rinvenire sotto le torri eoliche è influenzato dalla predazione (carnivori, corvidi, ecc.), dall'efficienza dell'operatore e dal grado di copertura vegetale in prossimità dell'impianto eolico (Rodrigues et al. 2008). Per tali motivi il monitoraggio dovrà prevedere due obiettivi principali.

#### **1. OBIETTIVI PRINCIPALI**

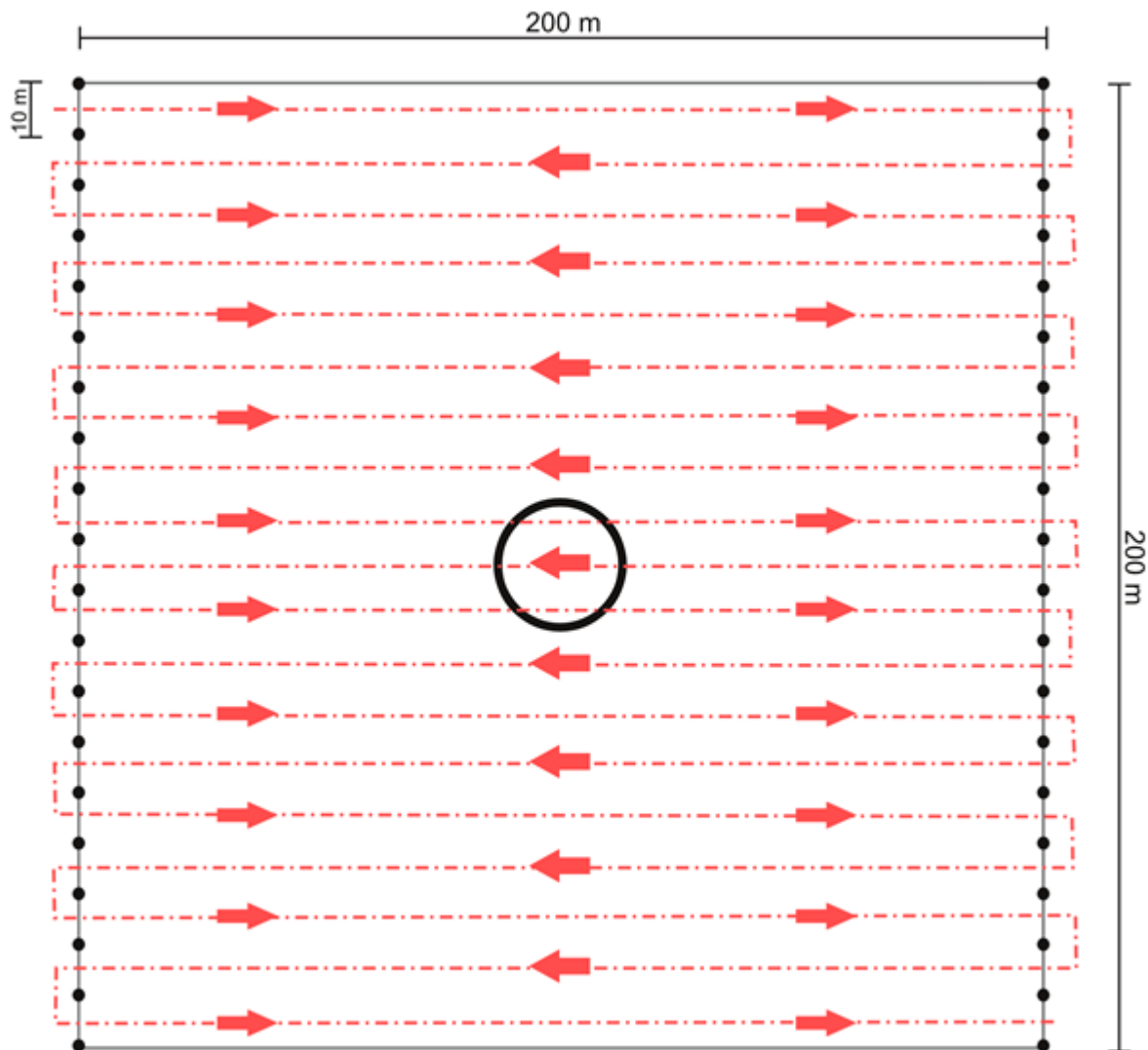
- Valutazione dell'entità delle collisioni dei chirotteri con le pale delle torri indagate secondo una tecnica standardizzata.
- Stima del tasso di mortalità dei chirotteri per collisione con le pale eoliche di tutto l'impianto, mediante analisi statistiche e fattori di correzione.

#### **2. METODOLOGIA**

##### **2.1. Ricerca delle carcasse:**

- I pipistrelli dovranno essere ricercati al suolo in un raggio di circa 100 m dalla torre eolica considerata. Qualora l'orografia del territorio non lo consenta il minimo raggio è di 50 m (Rodrigues et al. 2008).
- Nei siti dove la superficie è parzialmente coperta da vegetazione, si consiglia di controllare una zona più piccola interessata da copertura erbacea bassa o assente e di valutare i risultati in percentuale.
- Il numero di turbine indagate per il monitoraggio delle carcasse deve essere almeno pari al 25% degli aerogeneratori e comunque non inferiore a 5, con preferenza per le torri eoliche costruite nelle aree che nello studio pre-opera sono risultate maggiormente frequentate dalla chirotterofauna. Per impianti eolici costituiti da meno di 5 aerogeneratori la ricerca verrà effettuata in tutte le turbine. La zona controllata (un quadrato piuttosto che un cerchio) sarà marcata ai quattro lati con dei picchetti; per una maggiore accuratezza i picchetti potranno essere collocati anche ogni 5 m in aree con vegetazione fitta e ogni 10 m in aree con vegetazione rada,

su una lunghezza di 100 metri (Rodrigues et al. 2008). I transetti percorsi da un lato all'altro permetteranno di controllare una banda larga 2,5 o 5 m rispettivamente (Fig. 1).



**Figura 1** Schema del transetto (in rosso) da eseguire per la ricerca carcasse intorno alla torre eolica (cerchio nero)

- Il rilevatore percorrerà ciascun transetto ad un passo lento e regolare, cercando i cadaveri da una parte e dall'altra della linea del circuito. Il controllo dovrà essere effettuato possibilmente nelle prime ore della mattina (preferibilmente un'ora dopo l'alba), per minimizzare la predazione da parte di animali diurni.
- Il rilevatore dovrà annotare la posizione del cadavere (coordinate GPS, direzione in rapporto all'eolico, distanza dal "piede" della torre), il suo stato apparente (cadavere fresco, di qualche giorno, in decomposizione, resti, ecc.), l'identificazione della specie, l'età e il sesso (quando

possibile), l'altezza della vegetazione dove è stato trovato, nonché annotare le condizioni meteorologiche che sono in corso durante i controlli (temperatura, direzione e intensità del vento) e le fasi di Luna. In allegato I è riportato un esempio della scheda di rilevamento.

- Il monitoraggio dovrà essere svolto per i primi 3 anni di funzionamento dell'impianto eolico. Qualora non si riscontrassero, nel primo anno di indagine, impatti significativi, si può limitare la raccolta ai primi 2 anni. In ogni caso, i risultati ottenuti monitorando l'area anno dopo anno, dovranno essere integrati nel processo decisionale relativo alle mitigazioni o all'eventuale sospensione di attività dell'impianto nei periodi particolarmente sensibili. Nel caso in cui vengano rilevati alti tassi di mortalità per turbina, ovvero se la mortalità  $\geq 20$  pipistrelli per turbina/anno (Rydell et al. 2010) la durata del monitoraggio dovrà essere estesa per verificare l'efficacia delle mitigazioni proposte (Jones et al. 2009b).

## **2.2. Stima del tasso di mortalità:**

E' necessario stimare i *bias* dovuti alla rimozione delle carcasse da parte degli spazzini o da parte dei predatori, e all'efficienza del ricercatore.

Per fare ciò è necessario effettuare dei test:

- Stima del tasso di predazione attraverso la rimozione delle carcasse
- Efficienza nella ricerca da parte del ricercatore

### *Stima del tasso di predazione attraverso la rimozione delle carcasse*

La stima del tasso di predazione deve essere effettuata 4 volte l'anno in modo tale da tenere in considerazione le variazioni stagionali dell'altezza della vegetazione.

Per tale esperimento è preferibile usare piccoli passeriformi o pulcini di un giorno, che verranno posizionati al suolo, in ciascuno degli ambienti presenti nell'area delle torri e a diversa distanza dai sentieri. Ogni prova durerà 10 giorni consecutivi al fine di determinare quanto rimane al suolo ogni carcassa.

### Efficienza nella ricerca da parte del ricercatore

Tale esperimento serve a determinare l'efficienza con cui il ricercatore è in grado di trovare le carcasse.

È necessario determinare classi di probabilità di ritrovamento delle carcasse in relazione alla vegetazione (altezza e tipi di habitat che possono influire nella visibilità). Si dovranno combinare l'altezza e la percentuale di copertura e le caratteristiche dell'habitat (tipo di vegetazione, ostacoli sul terreno, pendenza). Queste classi sono importanti per effettuare l'analisi statistica.

L'efficienza del ricercatore verrà testata almeno una volta per ogni stagione in cui si effettua la ricerca carcasse, al fine di tenere in considerazione le variazioni di altezza della vegetazione in relazione alle stagioni.

I corpi dei chiroteri verranno distribuiti in modo casuale nell'area di studio e saranno prese le coordinate GPS, l'altezza della vegetazione, la direzione e la distanza dalla torre.

Il ricercatore procederà come in un normale rilevamento per la ricerca delle carcasse.

Nel caso si utilizzino cani per il ritrovamento delle carcasse, verrà effettuato lo stesso tipo di *test* anche sugli animali utilizzati.

Questi test permetteranno di determinare i coefficienti di correzione (coeff. di scomparsa dei cadaveri e coeff. sull'efficacia della ricerca), propri del sito e dell'osservatore.

### 3. TEMPI DI INDAGINE

Nel periodo di massima attività la ricerca carcasse deve essere svolta quotidianamente per un periodo minimo di un mese fino ad un massimo di un mese e quindici giorni. La ricerca dovrà essere svolta dopo aver analizzato i risultati sull'utilizzo dell'area ottenuti durante il monitoraggio *ante operam* al fine di concentrare il periodo nel momento in cui sono stati rilevati il maggior numero di contatti (quindi l'attuazione della ricerca varierà in maniera sito specifica). Qualora l'attività risultasse essere uniforme nel sito, si consiglia di effettuare la ricerca tra i mesi di giugno e luglio. Se nell'area venissero rilevate anche specie migratrici (es. *Nyctalus* sp.) è opportuno ripetere il monitoraggio di un mese e quindici giorni anche nei periodi di migrazione: metà agosto-settembre.

## **APPENDICE IV**

### **PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO FASE PRE-OPERA, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO NELL'AMBITO DEL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI EOLICI**

Il monitoraggio a seguito dell'autorizzazione di un impianto eolico è un elemento importante per capire effettivamente gli impatti causati dagli aerogeneratori. Usare un metodo standardizzato può consentire il confronto dei risultati ottenuti (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b).

Nel nostro paese, negli ultimi anni, alcune amministrazioni regionali (e.g. regione Molise) già prevedono il monitoraggio anche se non è a carattere obbligatorio, ma soggetto a valutazione e richiesta da parte del comitato VIA che suggerisce il monitoraggio per gli impianti che a seguito delle valutazioni pre-autorizzazione risultino essere più ad alto rischio.

Il monitoraggio, al fine di essere esaustivo e comprensivo di tutte le informazioni necessarie, deve seguire tutte le fasi di implementazione dell'impianto: fase pre-opera, fase di cantiere e di esercizio. La fase pre-opera deve durare almeno un anno, la fase di cantiere è relativa al tempo di realizzazione dell'impianto e il monitoraggio durante la fase di esercizio, al fine di essere efficace, deve avere una durata di almeno 3 anni (Rodrigues et al. 2008; Jones et al. 2009b).

#### **FASE PRE-OPERA**

Durante la fase pre-opera è necessario continuare i monitoraggi a terra e in quota seguendo le indicazioni fornite nei rispettivi capitoli delle presenti linee guida (APPENDICE I e II), al fine di avere informazioni sull'utilizzo dell'area da parte delle specie.

Questo anno in più di monitoraggio può essere molto utile nel caso in cui (avviene sovente) il processo autorizzativo sia molto lungo e quindi non ci sia un'immediata autorizzazione dell'impianto a seguito delle valutazioni in fase di autorizzazione. Avere un anno in più di dati pre-opera permette di quantificare gli impatti in maniera più rigorosa (Rodrigues et al. 2008). Nel caso in cui nella relazione di impatto, condotta secondo le indicazioni proposte in queste linee guida, sia rispettato un anno di monitoraggio e il cantiere sia pronto a partire già subito dopo la fase autorizzativa, il monitoraggio può iniziare direttamente con la fase di cantiere.

#### **FASE DI CANTIERE**

Anche durante la costruzione dell'impianto eolico si deve continuare con i monitoraggi a terra e in quota (seguendo le indicazioni fornite nei rispettivi capitoli delle presenti linee guida) al fine di avere informazioni su quali specie non riappaiono durante la fase di costruzione. In questo modo è

possibile valutare gli impatti sugli habitat e sul disturbo arrecato alle specie dal lavoro di costruzione dell'impianto (Rodrigues et al. 2008). Nel caso i rilevamenti in quota effettuati in fase di valutazione non abbiano fornito risultati significativi rispetto a quanto rilevato al suolo, è possibile sospendere tale rilevamento in fase di cantiere. Per quanto riguarda i monitoraggi al suolo, in base ai dati raccolti in fase di valutazione, se non vi sono variazioni significative nell'attività su base mensile è possibile ripetere i rilevamenti una volta al mese invece che con cadenza quindicinale.

### FASE DI ESERCIZIO

Durante la fase di esercizio, oltre a proseguire con i monitoraggi a terra e in quota, è necessario effettuare il monitoraggio delle carcasse al fine di avere informazioni sull'impatto diretto da collisione. Nelle presenti linee guida è stato creato un capitolo apposito per il monitoraggio della mortalità (APPENDICE III). Nel caso i rilevamenti in quota effettuati in fase di valutazione non abbiano fornito risultati significativi rispetto a quanto rilevato al suolo, è possibile sospendere tale rilevamento in fase di esercizio. Per quanto riguarda i monitoraggi al suolo, in base ai dati raccolti in fase di valutazione, se non vi sono variazioni significative nell'attività su base mensile è possibile ripetere i rilevamenti una volta al mese invece che con cadenza quindicinale.

La durata di tale fase di monitoraggio, come indicato già nella parte introduttiva di questa sezione, deve essere di almeno tre anni.



## **APPENDICE V**

### **INDICI PER STIMARE L'ATTIVITÀ DEI CHIROTTERI NEGLI IMPIANTI EOLICI NELLE FASI DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO E DI MONITORAGGIO**

Al fine di avere una valutazione quantitativa delle specie presenti e dell'attività della chiroterofauna nell'area proposta per la costruzione di un impianto eolico bisognerà stimare i seguenti indici (Rodrigues et al. 2008):

1) il numero di passaggi per ogni torre (la somma dei passaggi di tutte le specie di chiroterri e in tutti i rilievi per ciascuna torre);

2) il numero medio di passaggi orari per torre calcolato sull'intero impianto eolico, per ogni notte di rilievo effettuato, cioè il numero di passaggi di ogni rilievo, fratto il numero di torri e poi moltiplicato per due (dato che i rilievi per ogni cella sono di 30 minuti);

3) il numero medio di passaggi orari per torre calcolato sull'intero impianto eolico, per tutto il periodo di studio. Cioè il numero totale dei passaggi di tutti i rilievi, fratto il numero di rilievi effettuati, fratto il numero di torri e poi moltiplicato per due (dato che i rilievi per ogni cella sono di 30 minuti). Si ottiene così un valore dell'attività media della chiroterofauna dell'area per torre durante tutto il periodo di studio;

4) il numero di passaggi orari per l'intero impianto eolico, calcolato su tutti i rilievi. Cioè il numero totale dei passaggi diviso per il numero di rilievi e moltiplicato per due [oppure il valore del punto precedente (3) moltiplicato per il numero di torri dell'impianto eolico]. Si ottiene così un valore dell'attività media della chiroterofauna durante tutto il periodo di studio e in funzione del numero di torri, utile per una valutazione del potenziale impatto sulla chiroterofauna di tutto il progettato impianto;

5) il numero totale di specie rilevate ad ogni torre;

6) un indice di diversità Shannon-Wiener ( $H'$ ) calcolato per ogni torre, secondo la seguente formula:  $H' = -\sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$  dove  $n_i$  è il numero di passaggi di ciascuna specie e  $N$  è il numero di passaggi totali. Si ottiene così una valutazione oggettiva della biodiversità della chiroterofauna presso ogni torre, che tiene conto anche della presenza delle specie più rare

(Wickramasinghe et al. 2004). Tali dati permetteranno il confronto fra le diverse localizzazioni delle torri eoliche, con lo scopo di evidenziare quelle dove la chiroterofauna ha maggior valore di biodiversità;

7) un indice di diversità Shannon-Wiener ( $H'$ ) calcolato per l'intero impianto eolico, secondo la seguente formula:  $H' = -\sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$  dove  $n_i$  è il numero di passaggi di ciascuna specie e  $N$  è il numero di passaggi totali. Si ottiene così una valutazione oggettiva della biodiversità della chiroterofauna dell'area, che tiene conto anche della presenza delle specie più rare (Wickramasinghe et al. 2004).

La valutazione oggettiva di tutto l'impianto, sia sulla base del numero di passaggi orari, sia sul valore della biodiversità ( $H'$ ) della chiroterofauna presente, permetterà un confronto con altre aree indagate con lo stesso metodo (Rodrigues et al. 2008), e inoltre per lo stesso impianto permetterà di avere stime di abbondanza relativa nei diversi anni, utili al fine di valutare l'impatto cumulativo da collisione nel corso del tempo (vedi cap. 5).

## BIBLIOGRAFIA

- Aa.Vv., 2005 - Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines Bats and Wind Energy Cooperative, Scientists Release 2004 Final Report. The Bats and Wind Energy Cooperative was founded by the American Wind Energy Association, Bat Conservation International, the National Renewable Energy Laboratory (U.S. Department of Energy) and the U.S. Fish and Wildlife Service
- Ahlén I, Bach L, Baagøe HJ, Pettersson J (2007) Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Report 5571 <http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln>
- Ahlén I, Baagøe HJ, Bach L (2009) Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *J Mammal* 90:1318–1323
- Arnett EB (2005) Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of fatality search protocols, pattern of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the bats and wind energy cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA
- Arnett EB, Brown WK, Erickson WP, Fiedler JK, Hamilton BL, Henry TH, Jain A, Johnson GD, Kerns J, Koford RR (2008) Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *J Wildl Manage* 71(1):61–78
- Arnett EB, Huso MMP, Schirmacher MR, Hayes JP (2011) Altering turbine speed reduces bat mortality at windenergy facilities. *Front Ecol Environ* 9:209–214
- Arsuffi G., Arena A. (2011). Quaderno Energia Eolica. ENEA 13 pp.
- Bach L, Brinkmann R, Limpens H, Rahmel U, Reichenbach M and Roschen A (1999) Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung—Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4: 162–170

- Baerwald EF, D'Amours GH, Klug BJ, Barclay RMR (2008) Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18(16): 695-696
- Baerwald EF, Edworthy J, Holder M, Barclay RMR (2009) A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. *J Wildl Manage* 73:1077–1081
- Barclay RMR, Baerwald EF, Gruver JC (2007) Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Canadian J Zool* 85(3): 381-387
- Book of Abstract CWE 2013. <http://www.eolien-biodiversite.com/uploaded/accueil/978-91-620-6546-1.pdf>
- Boonman AM, Parsons S, Jones G. (2000) The influence of flight speed on the ranging performance of bats using frequency modulated echolocation pulses. *J Acoust Soc Am* 113: 617-628.
- Crawford RL, Baker WW (1981) Bats killed at a north Florida television tower: a 25-year record. *J Mammal* 62:651–652
- Cryan PM (2011) Wind turbines as landscape impediments to the migratory connectivity of bats. *Environ Law* 41(2): 355–370
- Cryan PM, Barclay RM (2009) Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *J Mammal* 90(6):1330–1340
- Erickson WP, Gritski B, Kronner K (2003) Nine Canyon Wind Power Project Avian and Bat Monitoring Report, September 2002 – August 2003. Technical report submitted to Energy Northwest and the Nine Canyon Technical Advisory Committee.
- Ethier K, Fahrig L (2011) Positive effects of forest fragmentation, independent of forest amount, on bat abundance in eastern Ontario, Canada. *Landscape Ecol* 26:865–876
- Ferri V, Locasciulli O, Soccini C, Forlizzi E (2011) Post construction monitoring of wind farms: first records of direct impact on bats in Italy. *Hystrix Ital J Mammal* 22:199–203
- Grindal SD, Brigham RM (1999) Impacts of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales. *Ecoscience* 6:25–34

- Harbusch C, Bach L (2005) Environmental assessment studies on wind turbines and bat populations—a step towards best practice guidelines. *Bat News* 78:4–5
- Hayes MA (2013) Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities. *Bioscience* 63(12):975–979
- Horn JW, Arnett, EB, Kunz TH (2008) Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *J Wildl Manage* 72: 123–132
- Jaberg C, Guisan A (2001) Modelling the distribution of bats in relation to land scape structure in a temperate mountain environment. *J Appl Ecol* 38:1169–1181
- Johnson GD, Erickson WP, Strickland MD, Shepherd MF and Shepherd DA (2000) Avian monitoring studies at the buffalo ridge, Minnesota wind resource area: Results of a 4 year study. Unpublished report for the Northern States Power Company, Minnesota
- Jones G, Jacobs DS, Thomas HK, Willing MR, Racey PA (2009a) *Carpe Noctem*: the importance of bats as bioindicators. *Endanger Species Res* 8: 93-115
- Jones G, Cooper-Bohannon R, Barlow K, Parson K (2009b) Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Scoping and method development report. Final report. Bat Conservation Trust, University of Bristol. Bristol, UK
- Kunz TH, Arnett EB, Erickson WP, Hoar AR, Johnson GD, Larkin PR, Strickland MD, Thresher RW, Tuttle MD (2007) Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front Ecol Environ* 5:315–324
- Lekuona, J.M. (2001) Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra, April 2001.
- Limpens HJGA, Kapteyn K (1991) Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis* 29:39–48
- Long CV (2011) The interaction of bats (microchiroptera) with wind turbines: bioacoustic and other investigation. Doctoral thesis <https://dspace.lboro.ac.uk/2134/8041>

- McGarigal K, Marks BJ (1995) FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA forest service general technical report PNW-GTR-351
- Morris AD, Miller DA, Kalcounis-Rueppell MC (2010) Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *J Wildl Manage* 74:26–34
- Müller J, Mehr M, Bässler C, Fenton MB, Hothorn T, Pretzsch H, Klemmt HJ, Brandl R (2012) Aggregative response in bats: prey abundance versus habitat. *Oecologia* 169:673–684
- Osborn RGK, Higgins F, Dieter CD, Usgaard RE (1996) Bat collisions with wind turbines in Southwestern Minnesota. *Bat Research News* 37: 105-108.
- Parmesan C (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 37: 637- 669
- Rahmel U, Bach L, Brinkmann R, Dense C, Limpens H, Maßscher G, Reichenbach M, Roschen A (1999) Windkraftplanung und Fledermause. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik—Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, 4: 155–161
- Rodrigues L, Bach L, Duborg-Savage MJ, Goodwin J, Harbusch C (2008) Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany
- Rollins KE, Meyerholz DK, Johnson GD, Capparella AP, Loew SS (2012) A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? *Veterinary Pathology* 49(2): 362-371
- Roscioni F, Russo D, Di Febbraro M, Frate L, Carranza ML, Loy A (2013) Regional-scale modelling of the cumulative impact of wind farms on bats. *Biodivers Conserv* 22: 1821-1835
- Roscioni F, Rebelo H, Russo D, Carranza ML, Di Febbraro M, Loy A (2014) A modelling approach to infer the effects of wind farms on landscape connectivity for bats. *Landsc Ecol* DOI 10.1007/s10980-014-0030-2
- Rydell J, Bach L, Doubourg-Savage M, Green M, Rodrigues L, Hedenström A (2010) Mortality of

bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *Eur J Wildl Res* 56: 823–827

Rydell J, Engström H, Hedenström A, Larsen JK, Pettersson J, Green M (2012) The effects of wind power on birds and bats – a synthesis Vindval Report 6511:

Strickland MD, Erickson WP, Johnson G, Young D, Good R (2001) Risk reduction avian studies at the Foote Creek Rim Wind Plant in Wyoming. Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV. National Wind Coordinating Committee, c/o RESOLVE, Inc. Washington, D.C.

Santos H, Rodrigues L, Jones G, Rebelo H (2013) Using species distribution modelling to predict bat fatalities at wind farms. *Biol Conserv* 157:178–186.

Strickland MD, Arnett EB, Erickson WP, Johnson DH, Johnson GD, Morrison ML, Shaffer JA, Warren-Hicks W (2011) Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions. Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative, Washington, DC, USA.

Sum YW, Menne D (1988) Discrimination of fluttering targets by the FM-bat *Pipistrellus stenopterus*. *J Comp Physiol A* 163: 349-354

Wickramasinghe LP, Harris S, Jones G, Vaughan Jennings N (2004) Abundance and Species Richness of Nocturnal Insects on Organic and Conventional Farms: Effects of Agricultural Intensification on Bat Foraging. *Conserv Biol* 18(5): 1283-1292





Image © 2025 CNES / Airbus

N

5 km