

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMUNI DI

MORES - ITTIREDDU - NUGHEDU SAN NICOLO' - BONORVA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MWp DA REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Committente:

VEN.SAR. s.r.l.

Arch. Alessandro Reali

Coordinamento e Progettazione generale:

SO.GE.S s.r.l.

Ing. Piero Del Rio

Tavola:

R.I 13

Elaborato:

MONITORAGGIO CHIROTTERI

Scala:

Rev:

01

Data:

Febbraio 2024

Prog. opere strutturali:

Studio ing. Andrea Massa

Ing. Andrea Massa

Prog. opere civili - elettriche:

Studio Ing. Nicola Curreli

Ing. Nicola Curreli

Collaboratori:

Ing. Silvia Indeo

Ing. Michele Marrocu

Ing. Simona Pisano

Coordinamento V.I.A.:

SIGEA s.r.l.

Dott. Geol. Luigi Maccioni - Valutazione ambientale
ing. Manuela Maccioni - Paesaggistico

Dott. Agr. Vincenzo Satta - Agronomia, flora, fauna

Dott.ssa Daniela Deriu - specializzata in archeologia

Prof. Geol. Marco Marchi - Georisorse

Dott. Geol. Stefano Demontis - Geologia Tecnica

Dott. Geol. Valentino Demurtas Georisorse

Dott. Ing. Federico Miscali - Acustica

Dott. Ing. Massimiliano Lostia di Santa Sofia - Acustica

Dott. Ing. Michele Barca - Acustica

Dott. Michele Orrù - GIS

Studi Economici:

Dott. Daniele Meloni

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| 1.INTRODUZIONE | 2 |
| 2.IDENTIFICAZIONE ACUSTICA DEI CHIROTTERI | 2 |
| 3.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E COROLOGICO | 3 |
| 4.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA | 4 |
| 5.INQUADRAMENTO BIOCLIMATICO | 6 |
| 6.CARATTERIZZAZIONE ABIOTICA DEL SITO | 9 |
| 7.MATERIALI E METODI: L'ECOLOCAZZIAZIONE | 10 |
| 8.UTILIZZO DI CLASSIFICATORI..... | 15 |
| 9.LINEE-GUIDA PER L'IDENTIFICAZIONE ACUSTICA DELLA CHIROTTEROFAUNA..... | 16 |
| 10.VALUTAZIONE DELL'ABBONDANZA MEDIANTE RILEVATORI ULTRASONORI..... | 19 |
| 11.GLI STRUMENTI DI LAVORO | 20 |
| 11.1.I Bat detector a eterodina..... | 20 |
| 11.2.Bat Detector a divisione di frequenza..... | 20 |
| 11.3.Bat detector a espansione temporale..... | 21 |
| 12.CRITERI ADOTTATI NELLA FASE DI SELEZIONE DEL SITO DI IMPIANTO | 24 |
| 13.FASE DI REALIZZAZIONE..... | 15 |
| 14.FASE OPERATIVA..... | 15 |
| 15.FASE DI SMANTELLAMENTO..... | 16 |
| 16.PIPISTRELLI E IMPIANTI EOLICI. IMPATTO DA MORTALITÀ..... | 28 |
| 17.POTENZIALI SPECIE OGGETTO D'INDAGINE | 32 |

1.INTRODUZIONE

Il censimento e monitoraggio dei chiroteri è stato effettuato attraverso l'uso di Bat Dector e apposito software di riconoscimento.

A tal fine sono stati posizionati per tutta la stagione estiva 1BD per ogni sito per una notte ogni 15 giorni, così da poter registrare le emissioni di "suoni" effettuate dai chiroteri.

Il materiale così prodotto è stato verificato qualitativamente (qualità di registrazione, fattori disturbo presenti, altri suoni di fondo, ecc.) e processato per l'identificazione delle specie.

Nelle pagine seguenti si riporta la metodologia seguita, definita dal MASE nelle sue pubblicazioni e le modalità di studio della chiroterofauna.

2.IDENTIFICAZIONE ACUSTICA DEI CHIROTTERI

I Microchiroteri, sottordine dei chiroteri a cui appartengono tutte le specie italiane, si orientano nel volo ed identificano la preda grazie ad un sofisticato sistema, in principio simile al sonar, noto come ecolocalizzazione. Lo studio di questo fenomeno rappresenta uno dei più importanti filoni di ricerca chiroterologica, e ha portato la comunità scientifica all'acquisizione di un notevole bagaglio conoscitivo, a partire dalle prime, pionieristiche ricerche ad opera di Griffin (1958). L'ecolocalizzazione comporta importanti ricadute applicative nelle indagini su distribuzione ed ecologia dei chiroteri; pertanto, di seguito verranno forniti alcuni cenni relativamente a questo fenomeno, propedeutici alla trattazione del rilevamento acustico, rimandando il lettore alla nutrita letteratura scientifica esistente per ogni approfondimento. Per la piena comprensione di quanto segue, il lettore dovrebbe possedere alcune elementari cognizioni di acustica.

3.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E COROLOGICO

La seguente trattazione si prefigge lo scopo di fornire una descrizione della componente floristico-vegetazionale presente nel sito proposto per la realizzazione di un parco eolico in un'area collinare interna della provincia di Sassari nei Comuni di Mores, Bonorva, Ittireddu, Nughedu San Nicolò, con un insieme di 18 aerogeneratori e il complesso di cavidotti e viabilità necessaria per la realizzazione, manutenzione e dismissione dell'impianto proposto

Il presente lavoro è stato redatto sulla base delle seguenti normative e linee guida:

- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale;
- D.P.C.M. 27 dicembre 1988. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377. Allegato II: Caratterizzazione ed analisi delle componenti e dei fattori ambientali;
- Linee Guida SNPA n. 28/2020. Norme Tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale.

L'area è identificata nei tipi di paesaggi agrari con elementi di subnaturalità, interrotti per l'azione di miglioramenti fondiari realizzati a partire dagli anni '70, chiamati miglioramenti pascolo, che hanno alterato completamente l'ecologia e le caratteristiche floristiche e vegetazionali in diverse aree introducendo una monotonia ecologica determinata dall'eccessivo carico di animali al pascolo.

Solo alcuni tratti con suoli più profondi sono destinati alla semina o utilizzati come erbai.



Figura 1 - Habitat e aree antropizzate in un denso mosaico con aree naturali

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

Cartograficamente l'area è ricompresa nelle sezioni 480 I, 480 II e per la parte terminale del caviodotto e della sottostazione TERNA nella sezione 480 III della Carta Topografica d'Italia 1: 25.000 serie 25 dell'IGM.

La maggior parte delle opere e potenziali impatti si racchiude in un'area di 21,64 km², con inserimenti limitati sul piano azimutale, ma molto evidenti su quello zenitale.

Per gli aspetti botanici, le superfici coinvolte e le loro caratteristiche sono rilevanti. Si vedrà che per gli aspetti faunistici il problema deve essere percepito e valutato in maniera differente.

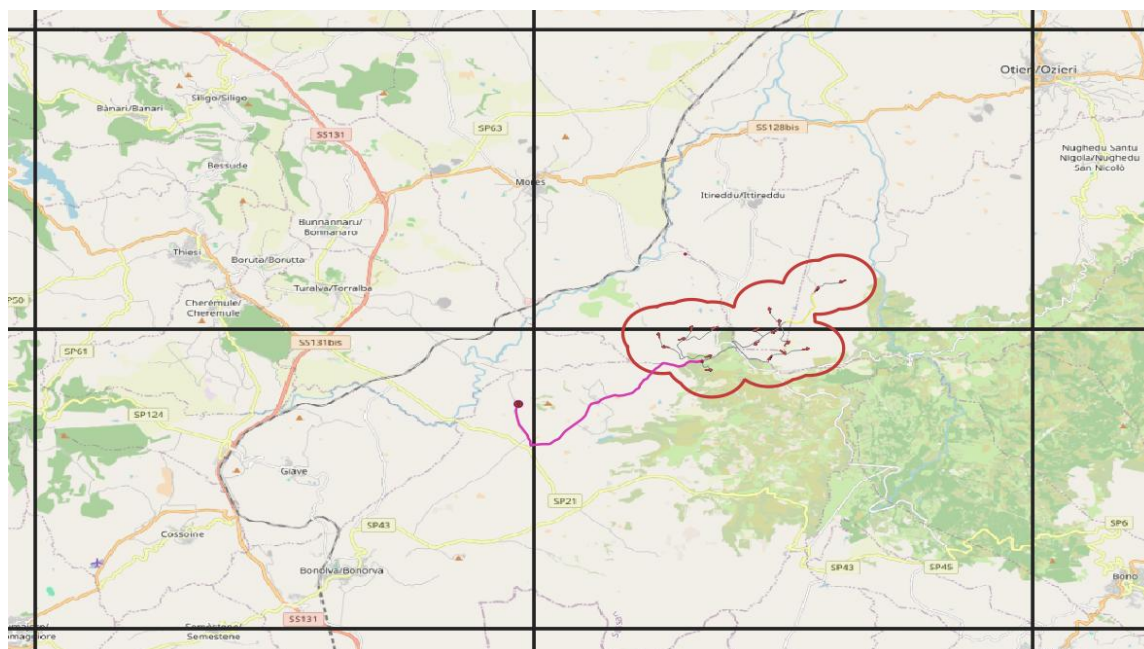


Figura 2 - Sezioni IGM coinvolte dall'intervento proposto

Nella Carta Tecnica Regionale le sezioni interessate sono: 480070 Ittireddu, 480080 Monte Calvia, 48010 Giave, 480110 Monte Ulumue 480120 Pranu Mannu .

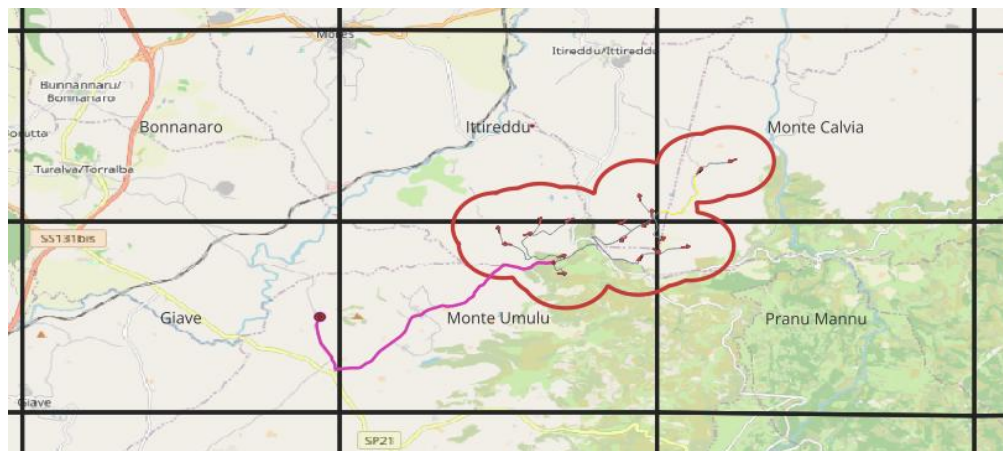


Figura 3 - Inquadramento nella CTR

5.INQUADRAMENTO BIOCLIMATICO

Dal punto di vista bioclimatico, in accordo con la classificazione di Rivas-Martinez et al. (2002), il territorio ricade nei macrobioclimi mediterraneo e temperato, quest'ultimo nella variante submediterranea. All'interno del macrobioclima mediterraneo sono presenti il bioclima mediterraneo pluvistagionale oceanico che interessa gran parte dei territori collinari. Per il bioclima mediterraneo pluvistagionale oceanico si inquadra nel termotipo supramediterraneo superiore e ombrotipi secco inferiore.



Figura 4 - Inquadramento su immagine satellitare dell'area d'intervento

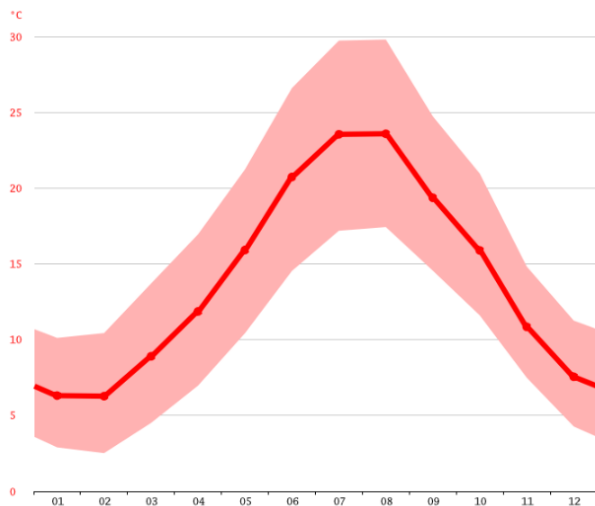
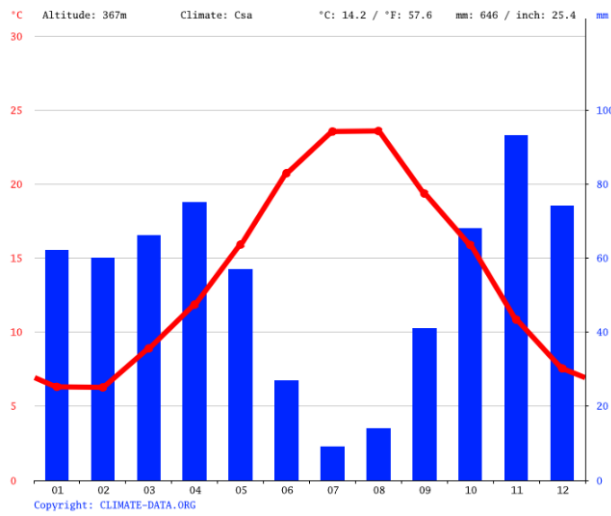
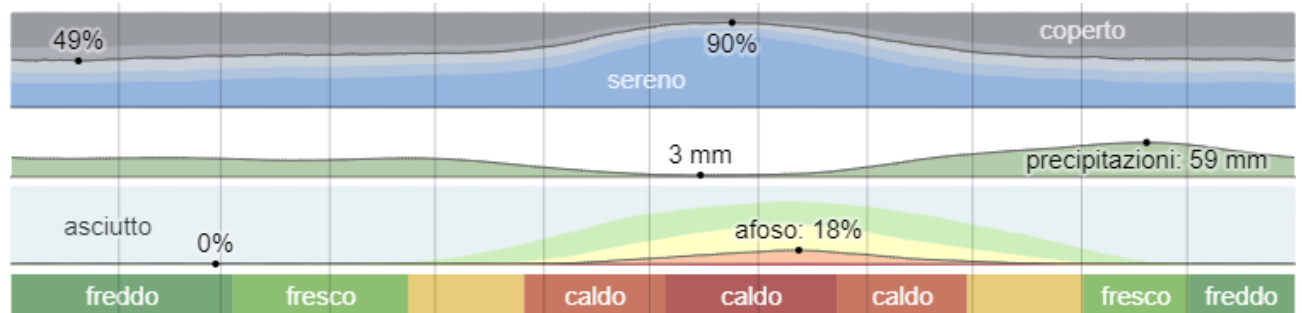


Figura 5 - Andamento climatico riferito alla stazione di Mores

La stazione termopluviometrica più vicina è quella situata in agro di Bonorva, situata ad una quota di 480 m s.l.m. con latitudine I dati indicano una quantità di precipitazioni media annua di 856 mm, con piogge concentrate nei mesi autunnali e all'inizio dell'inverno.



Il mese che presenta la maggiore quantità di pioggia è dicembre, con precipitazioni medie di 133,4 mm, mentre il mese più siccitoso è luglio con precipitazioni medie di 6,7 mm. Dai dati termometrici rilevati, la temperatura media diurna è di 14,6°C, il mese più caldo è agosto con una temperatura media mensile di 28,2° C, al contrario il mese più freddo è gennaio con una media mensile di 6,5° C. Il valore medio di escursione termica è di 17,4° C. I dati indicati ci consentono di collocare l'area sotto il profilo climatico nella zona meso-mediterranea, caratterizzata da un periodo piovoso concentrato in autunno- inverno ed un periodo con precipitazioni scarse in estate.

Nel prospetto della classificazione fitoclimatica del Pavari, l'area è inserita nella fascia del Castanetum - sottozona calda. Nel prospetto della classificazione bioclimatica di Emberger è inserita nel bioclima mediterraneo semiarido, livello superiore.

L'indice di Mitrakos rileva come stagione critica fondamentale quella invernale, dove presenza di neve e gelate molto probabili durante l'inverno. Quella estiva è condizionata dai temporali possibili nelle aree interne, che contrastano il caldo estivo.

6. CARATTERIZZAZIONE ABIOTICA DEL SITO

Il territorio nel quale si inserisce l'area di progetto è situato nel settore centro – occidentale della Sardegna e ricade amministrativamente nella Provincia di Sassari nei Comuni di Mores, Ittireddu, Nughedu San Nicolò Bonorva, per alcuni interventi di connessione alla rete nel Comune di Torralba. L'area ricade interamente nel Bacino idrografico del Rio S'Abba Salida, uno dei corsi minori del fiume Coghinas, in zona di collina (560 m s.l.m.) caratterizzata da una morfologia aspra e accidentata.

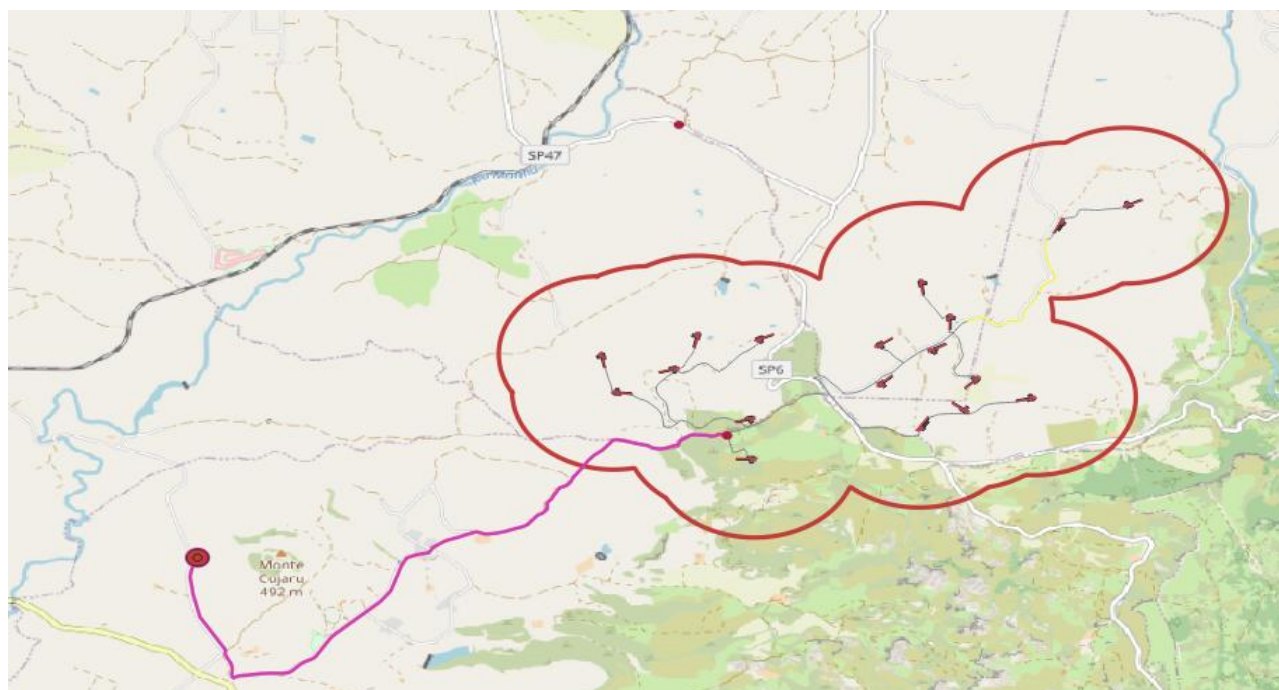


Figura 6 - Inquadramento fisiografico dell'area d'intervento

La gran parte dell'intervento ricade nell'area denominata Unità di Chilivani, con depositi di flusso piroclastico pomiceo-cineritici in facies ignimbratica, debolmente saldati, spesso argillificati, ricchi in pomici, a tratti facilmente erodibili. Un altro insieme ben rappresentata è definita come Unità di Macomer, con depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, saldati, con strutture da vitroclastiche ad eutaxitiche; in bancate alternate a depositi piroclastici di flusso.

A queste segue l'Unità di Monte Cugutada, formata da andesiti e andesiti basaltiche ipocristalline, porfiriche per fenocristalli in cupole di ristagno e prevalentemente in colate, con associati depositi epiclastici e sottili intercalari sedimentari.

Rocce vulcaniche effusive, variamente erose e resistenti agli acidi organici ed in particolare a quelli emessi dalle radici delle piante.

Ma non mancano gli elementi dell'Olocene e dell'Antropocene che modificano e segnano il paesaggio recente.

7.MATERIALI E METODI: L'ECOLOCAZZIONE

Un microchiroterro in volo emette segnali acustici di ecolocalizzazione (e, in misura assai minore, segnali sociali). Essi vengono prodotti con continuità per consentire all'animale, grazie a un sofisticato "biosonar", di costruire ed aggiornare "un'immagine acustica" del mondo circostante. Gli impulsi di ecolocalizzazione ricadono, nella gran maggioranza dei casi, in un intervallo di frequenze superiori alla soglia massima di sensibilità dell'orecchio umano (ca. 20 kHz): si tratta, cioè, di ultrasuoni.

In generale, i chiroterri italiani producono impulsi la cui massima energia si concentra in un intervallo di frequenze che spazia da una decina di kHz (nel succitato *T. teniotis*) fino ad oltre 100 kHz in alcuni Rinolofidi (*R. hipposideros*, *R. mehelyi*, *R. euryale*). La durata degli impulsi va da pochi millisecondi (ad es. nei *Myotis*) fino a qualche decina di millisecondi (nei Rinolofidi).

Buona parte dei chiroterri europei impiega una modalità di ecolocalizzazione basata sul ritardo temporale intercorrente tra l'emissione del segnale e l'eco di ritorno: ciò accade nei *Vespertilionidi*, nonché in *T. teniotis* e *M. schreibersii*. Queste specie emettono dei segnali nei quali la frequenza cambia nel tempo più o meno rapidamente, su una banda di valori più o meno ampia. Quando un impulso di ricerca (search call) viene emesso, attraversa un certo spazio prima di incontrare un oggetto (potrà trattarsi di una struttura statica, piuttosto che di una preda in movimento). Il segnale rimbalza sull'oggetto e torna all'individuo-sorgente. Quest'ultimo riesce così a elaborare il ritardo temporale intercorrente tra l'emissione del segnale e il ritorno dell'eco, valutando la distanza dell'oggetto. Inoltre, l'eco apporterà ulteriori informazioni sull'oggetto bersaglio, avendo modificato nell'interazione con esso una serie di caratteristiche di intensità e frequenza determinate dalle proprietà dell'ostacolo incontrato (Neuweiler, 1989).

La frequenza costante è in genere quella a più elevato contenuto energetico. Un segnale che presenti una banda di frequenze stretta risulta particolarmente adatto alla percezione di un oggetto anche su lunghe distanze, ma comporta una maggiore incertezza nella localizzazione; viceversa può dirsi per un segnale a banda ampia. Pertanto, la struttura del segnale differisce

tra specie in relazione alla struttura dell'habitat frequentato (dalle aree completamente aperte alla vegetazione fitta). L'energia del segnale si concentra nella componente CF, la quale è rigorosamente costante per un individuo "a riposo": ad esempio, per un Rinolofide che, appeso a un ramo, emetta impulsi per scorgere la presenza di prede intorno a sé. Ciascun individuo possiede una cosiddetta "fovea acustica" (Schuller e Pollak, 1979), ossia la sua coclea presenta la massima sensibilità acustica in corrispondenza di un preciso valore di frequenza. Quando un Rinolofide vola, per il suo stesso movimento percepisce la frequenza dell'eco di ritorno a valori più alti di quelli di emissione a causa dell'effetto Doppler. Perciò, l'animale abbassa la frequenza dell'impulso emesso così da correggere quella dell'eco mantenendola a un valore pari a quello di massima sensibilità (Schnitzler, 1968). I lunghi segnali CF consentono ai Rinolofidi di percepire prede in movimento in ambienti chiusi e ricchi di vegetazione. Infatti, il movimento delle ali di un insetto introduce nell'eco un modello ritmico e caratteristico di alterazioni di intensità e frequenza che comunica al Rinolofide la frequenza del battito alare della potenziale preda, la dimensione delle ali e diverse altre caratteristiche diagnostiche. Quando le ali dell'insetto sono tenute perpendicolarmente all'onda ultrasonora che le investe, introducono in essa cosiddetti *acoustic glints* (lett. "scintille acustiche"; Neuweiler, 1989), brevi e intensi picchi energetici. Almeno per *R. ferrumequinum*, le osservazioni sperimentali sembrano supportare un'attiva selezione della preda (Jones, 1990), verosimilmente legata alle potenzialità di discriminare la preda insita nel sistema di ecolocalizzazione ora descritto.

4.8.3 Il rilevamento ultrasonoro

Negli ultimi decenni, i bat detector (Figura 4.18) hanno acquisito crescente popolarità (Ahlén, 1981, 1990; Jones, 1993; Pettersson, 1999; Parsons et al., 2000; Russo e Jones, 2002). La loro funzione fondamentale è quella di convertire segnali ultrasonori emessi dai chiroterri in volo in suoni udibili. Quando un chiroterro vola nel raggio di sensibilità del bat detector, la sua presenza viene rivelata perché sia gli impulsi ultrasonori sia i segnali sociali prodotti dall'animale vengono captati e resi udibili. L'efficacia del bat detector nel rivelare la presenza di chiroterri dipende dalla sensibilità del dispositivo (Waters e Walsh, 1994; Parsons, 1996), dall'intensità del segnale (Waters e Jones, 1995), dalla struttura dell'habitat in cui si effettua il rilevamento (Parsons, 1996), nonché dalla distanza tra sorgente sonora e ricevitore e dalle loro posizioni relative. Ascoltando direttamente il segnale in uscita del bat detector, o analizzando quest'ultimo con uno spettrografo acustico (Sonograph, Kay Elemetrics) o più comunemente con un apposito software per PC, il ricercatore può anche, in diversi casi, compiere l'identificazione della specie. Nello studio della chiroterrofauna europea, sono stati ampiamente impiegati bat detector in tre diverse modalità di funzionamento (Ahlén, 1981, 1990; Zingg, 1990; Vaughan et al., 1997a, 1997b; Parsons e Jones,

2000; Russo e Jones, 2002): eterodina, divisione di frequenza ed espansione temporale. Recentemente, è stato applicato con successo anche il campionamento diretto dei segnali ultrasonori (Pettersson, 1999; Jones et al., 2000; Parsons e Jones, 2000). Ciascuno di questi metodi ha pro e contro, di seguito riassunti. Ricordiamo, per completezza, che negli Stati Uniti (ma non in Europa) ha una certa diffusione il sistema ANABAT, basato sul principio dello "zero-crossing", che implica una determinazione qualitativa del segnale basata essenzialmente sulla visualizzazione del sonogramma. Rimandiamo a O'Farrell et al. (1999a, 1999b) e Barclay (1999) per una descrizione del metodo e per una vivace discussione su pregi e difetti di questo.

a) Eterodina I bat detector in eterodina sono i primi ad essere stati impiegati. Per studiare i segnali ultrasonori dei chiroterri, Pierce e Griffin (1938) impiegarono per primi un rilevatore in eterodina messo a punto per lo studio delle emissioni ultracustiche degli insetti. Mentre il loro apparecchio uti162 Figura 4.18 - Rilevatore di ultrasuoni modello Pettersson D980 che consente di trasformare gli ultrasuoni in suoni udibili all'orecchio umano. È possibile lavorare con tre diverse modalità di ricezione: eterodina, divisione di frequenza ed espansione temporale. lizzava un solo oscillatore interno, quelli moderni ne impiegano due, e dovrebbero perciò essere detti più precisamente bat detector con super eterodina (Parsons et al., 2000). Nei bat detector in eterodina, un primo oscillatore genera un segnale (il cui valore di frequenza è selezionato dall'operatore) che si combina con quello proveniente dal chiroterro, rilevato dal microfono. Ne risulta così un segnale con due valori di frequenza di picco, uno determinato dalla somma delle frequenze dei segnali generati dal chiroterro e dall'oscillatore interno, l'altro dalla differenza di questi. Un filtro sopprime il primo, mentre il secondo va nuovamente a comporsi con un segnale d'alta frequenza generato da un ulteriore oscillatore che opera a frequenza costante. Di nuovo, si generano due segnali con diverse frequenze, delle quali una si trova ben sopra la soglia massima di udibilità, la seconda – quella d'interesse – al di sotto. In tal modo, il segnale diviene udibile (Parsons et al., 2000). Modulando la frequenza del primo oscillatore, l'operatore può identificare il valore di frequenza ($\pm 5\text{kHz}$) in corrispondenza del quale il segnale emesso dal chiroterro si annulla: tale valore, letto su un display, è vicino alla frequenza di massima energia del segnale. Presso il punto in cui il segnale si annulla, il segnale in uscita acquista proprietà timbriche caratteristiche, che possono ulteriormente aiutare nell'identificazione se si dispone di buona esperienza e di particolare attitudine (definita "orecchio musicale" da Ahlén e Baagøe, 1999). L'eterodina è un metodo operante su bande di frequenza limitate, selezionate dall'utente come descritto: perciò tutti i segnali di frequenza diversa da quelle comprese nell'intervallo scelto non sono rivelati. Inoltre, il segnale non conserva le caratteristiche di durata, frequenza ed

evoluzione temporale della frequenza (Parsons et al., 2000), perciò i segnali in uscita non sono analizzabili quantitativamente.

b) Divisione di frequenza. La frequenza del segnale in ingresso viene divisa secondo un rapporto selezionato dall'operatore e in tal modo diviene sufficientemente bassa da essere udita (Parsons et al., 2000). La divisione di frequenza opera su un'ampia banda: tutti i segnali vengono uditi, qualunque sia la loro frequenza, per cui questo metodo si rivela utilissimo per rivelare tutti i passaggi di chirotteri indipendentemente dalla frequenza degli impulsi (Vaughan et al., 1997b). Sebbene sia possibile analizzare segnali registrati in divisione di frequenza, la loro struttura non è completamente conservata perché solo la componente armonica più ricca in energia è restituita (Parsons et al., 2000). Inoltre, il rumore di fondo è piuttosto alto ed è difficile ottenere registrazioni chiare.

163 c) Espansione temporale Si tratta di una modalità di trasformazione dei segnali ultrasonori molto vantaggiosa, perché la struttura del segnale è completamente conservata e si presta ad analisi dettagliate (Pettersson, 1999). I segnali ultrasonori in ingresso vengono digitalizzati con un'elevata frequenza di campionamento e poi "rallentati", ossia convertiti in un segnale in uscita abbassato in frequenza (e, concordemente, di durata maggiore) secondo un certo fattore (Pettersson, 1999; Jones et al., 2000; Parsons et al., 2000). Così, un impulso ultrasonoro con frequenza di massima energia pari a 40 kHz e durata di 5 ms che venga espanso secondo un fattore 10 sarà convertito in un suono udibile di frequenza pari a 4 kHz e durata di 50 ms. Oltre al prezzo alquanto elevato dei bat detector in espansione temporale, un problema insito nel metodo è che è impossibile espandere con continuità: un campione di un certa durata (in genere 2s, 3s, 12 s) viene espanso – spesso secondo un fattore 10 – e durante la fase di output (rispettivamente pari a 20, 30 o 120 s con un'espansione 10x) non è possibile acquisire ed elaborare nessun altro segnale. Questo riduce il tempo in cui il bat detector è effettivamente operante (Jones et al., 2000; Parsons et al., 2000).

d) Campionamento diretto dei segnali ultrasonori Il progresso tecnologico in campo informatico ha recentemente consentito di campionare direttamente i segnali ultrasonori senza abbassarne la frequenza. È necessario dotarsi di un computer portatile dotato di una sound card che campioni a frequenze elevate (> 330 kHz; Pettersson, 1999; Jones et al., 2000). In tal modo è possibile campionare continuamente; il sistema è però piuttosto fragile e meno portatile degli altri descritti sopra, cosa che ne limita l'utilità nel lavoro di campo (Jones et al., 2000).

4.8.4 Rilevamento della chirotterofauna con metodi acustici

Un primo obiettivo perseguito da un'indagine acustica può consistere nel valutare l'uso di alcuni siti o tipologie di habitat da parte dei chirotteri, senza identificare le specie oppure facendolo in misura limitata (ad esempio determinandone la famiglia

o il genere di appartenenza). Contando il numero di passaggi di chiroterri (sequenze di segnali di ecolocalizzazione) si può quantificare l'attività della chiroterrofauna, ma si tenga presente che il numero di passaggi non è un buon descrittore della densità di popolazione, perché più passaggi possono essere originati da un singolo individuo (Thomas e West, 1989). Se l'identificazione non è un obiettivo primario di un survey, anche 164 molti osservatori, non necessariamente pratici di identificazione acustica dei chiroterri, possono essere impiegati sul campo per indagini su ampie aree geografiche. È così possibile compiere comparazioni dell'attività totale tra habitat differenti e, sulla scorta delle informazioni ottenute, predire l'importanza di siti non studiati (Walsh et al., 1995; Walsh e Harris, 1996a, 1996b). Quando possibile, il riconoscimento delle specie consente di raccogliere informazioni dettagliate su presenza e utilizzo dell'habitat per una o più specie (McAney e Fairley, 1988; Rachwald, 1992; Rydell et al., 1994; Vaughan et al., 1996, 1997b; Shiel e Fairley, 1998; Waters et al., 1999). Sono anche stati impiegati sistemi capaci di monitorare e registrare automaticamente l'attività dei chiroterri senza intervento di un operatore (Downs e Racey, 1999; O'Donnell, 2000). La scelta di un certo protocollo di campionamento è dettata dagli obiettivi dello studio e dalle condizioni in cui si opera.

8.UTILIZZO DI CLASSIFICATORI

Per "classificatori" intendiamo metodi quantitativi ed oggettivi di identificazione (classificazione) applicati ai segnali di ecolocalizzazione, quali quelli basati sull'analisi discriminante multivariata (DFA, Discriminant Function Analysis) o sulle reti neurali (neural network). Tralasciando approfondimenti teorici che esulano dagli scopi di questo lavoro, ci limitiamo a dire che in queste metodologie un insieme di misure ottenute da un archivio di segnali di ecolocalizzazione emessi da specie di identità nota (indicato come call library nella letteratura internazionale) viene utilizzato per "addestrare" una rete neurale o sviluppare una funzione discriminante capaci così di identificare segnali incogniti. Un segnale emesso in volo, da una specie non identificata, potrà infatti essere registrato e i parametri necessari alla diagnosi saranno misurati. Dopodiché, attraverso il classificatore, si "comparerà" il segnale incognito con quelli della call library, pervenendo a una diagnosi. Per ciascuna delle specie previste, la performance di classificazione è nota ed espressa come probabilità percentuale di identificazione corretta, per cui il ricercatore avrà a disposizione una stima preziosa della qualità del dato ottenuto. Ad oggi, questo è l'approccio dotato di maggiore oggettività e ripetibilità, qualità assolutamente desiderabili in un'indagine scientifica.

9.LINEE-GUIDA PER L'IDENTIFICAZIONE ACUSTICA DELLA CHIROTTEROFAUNA

L'identificazione acustica dei chiroterri offre grandi vantaggi. Rispetto alla cattura, consente di effettuare molte più osservazioni senza alcun impatto sugli animali studiati. Specie che tendono a volare a quote più alte, difficilmente catturabili, vengono di norma rilevate molto semplicemente con il bat detector (ad esempio *Nyctalus* spp.). La distinzione in campo delle specie criptiche *P. pipistrellus* e *P. pygmaeus* è fino ad oggi possibile nella gran maggioranza dei casi misurando la frequenza di massima energia degli impulsi di ecolocalizzazione, mentre mancano criteri morfologici altrettanto efficaci. Tuttavia, è necessario considerare che per sfruttare appieno le potenzialità dei rilevatori ultrasonori è necessario possedere buone conoscenze.

I parametri di analisi adottati sono: sampling rate 44100 Hz, finestra di analisi di Hamming con dimensione di 512 punti-campione e sovrapposizione tra finestre del 98% (risoluzione in frequenza corrispondente di 112 kHz); threshold pari a 20. Sono anche indicate le principali variabili misurabili su un segnale di ecolocalizzazione, ossia: FI (Frequenza Iniziale, valore di frequenza all'inizio del segnale), FC (Frequenza Centrale, valore di frequenza di massima energia a metà della durata del segnale), FMAXE (frequenza di massima energia), FF (Frequenza Finale, valore di frequenza al termine del segnale) e durata. La durata è espressa in ms, tutti gli altri valori in kHz. Nell'esempio (*Pipistrellus pygmaeus*), FI = 65.9 kHz, FF = 52.3 kHz, FC = 53.5 kHz, FMAXE = 53.6 kHz, durata = 5.8 ms. di acustica, applicare metodi e criteri oggettivi e ripetibili adeguatamente descritti e dedicarsi all'identificazione specifica con molta cautela. Di seguito sono sintetizzate alcune linee-guida che dovrebbero garantire un utilizzo prudente e premiante del bat detector. • Occorre particolare cautela nell'impiego dei bat detector in eterodina per l'identificazione delle specie. In particolare, il ricercatore dovrebbe affidarsi a questo metodo solo per quelle specie facilmente riconoscibili, evitando di produrre diagnosi specifiche per i taxa caratterizzati da un'ampia sovrapposizione interspecifica delle variabili spettrali e temporali dei segnali, come accade per i chiroterri del genere *Myotis*. Inoltre, si consideri che l'eterodina si fonda su esperienza ed abilità personali, a scapito della ripetibilità e dell'oggettività dell'identificazione. • Qualunque sia la metodologia adottata, i segnali vanno registrati e le registrazioni poste a disposizione della comunità scientifica. Nelle pubblicazioni e nelle relazioni di ricerca, è necessario descrivere esaurientemente le condizioni di rilevamento,

nonché i metodi di campionamento, registrazione e analisi dei segnali adottati. Analogamente, è indispensabile specificare i criteri di identificazione utilizzati. In altri termini, al lettore si dovranno fornire tutte le informazioni necessarie a garantire la ripetibilità della identificazione a partire dalla registrazione effettuata sul campo. È buona norma, quando possibile, corredare i testi di uno o più spettrogrammi rappresentativi, soprattutto nel caso di specie rare o particolarmente interessanti. • I metodi di trasformazione del segnale che consentono l'analisi acustica, e in particolare l'espansione temporale e il campionamento diretto di ultrasuoni, andrebbero preferiti perché più precisi, affidabili e soprattutto oggettivi. Anche la divisione di frequenza fornisce segnali analizzabili, però purtroppo a differenza dell'espansione temporale comporta un rumore di fondo piuttosto elevato e la perdita delle componenti armoniche dei segnali. • La qualità della registrazione va tenuta in debito conto perché può compromettere seriamente l'identificazione. Nell'allestimento di banche dati di impulsi di ecolocalizzazione, si dovrà cercare di privilegiare (quando possibile) l'utilizzo di segnali di identità nota ottenuti da esemplari in emergenza dal rifugio (registrati a conveniente distanza da questo) o riconosciuti in volo grazie a segnali sociali diagnostici. Quando l'hand-release è inevitabile, è preferibile analizzare gli ultimi segnali di una sequenza registrata e aspettare che il chiroterro si porti a qualche metro dal suolo. L'applicazione di una light-tag può rendere più semplice seguire l'animale rilasciato, così da dirigere il microfono del bat detector verso di esso; anche le notti ben illuminate dalla luna si dimostrano utili a tal fine. Quando possibile, l'utilizzo di funzioni di identificazione (analisi multivariata discriminante, reti neurali), messe a punto per un'area di interesse, permette di ottenere ottimi risultati. Come detto, si tratta di un approccio oggettivo che consente di valutare statisticamente la qualità dell'informazione ottenuta. In tal modo, inoltre, è possibile definire delle soglie di qualità al di sopra delle quali l'identificazione può essere accettata (Russo e Jones, 2002, 2003). Se una funzione discriminante fornisce percentuali di identificazione per un certo numero di specie variabili, poniamo, dal 35% al 100%, il ricercatore può stabilire di accettare la diagnosi solo per quelle specie identificate correttamente, ad esempio, almeno con l'80% di probabilità. Per le altre specie ci si potrà limitare al genere (è più prudente classificare un segnale come *Myotis* sp. che, poniamo, come *Myotis mystacinus*, con una probabilità del 40%).

L'efficacia di un classificatore è infatti criticamente influenzata dalla dimensione dei campioni di segnali di ecolocalizzazione ottenuti per ciascuna specie, nonché dalla rappresentatività del campionamento effettuato rispetto alle diverse fonti di variabilità dei segnali. Per quest'ultimo scopo, per ciascuna specie è buona norma includere segnali di esemplari provenienti da diverse località e roost e registrati in ambienti di volo diversi (spazi aperti, aree a vegetazione più o meno

densa, ecc.). Si ricordi che, in certe specie, sono state notate differenze nella frequenza dei segnali (per quanto spesso di limitata entità) legate anche a sesso ed età. Infine, va sottolineato che gli archivi di segnali su cui si basa il classificatore dovranno contenere, per quanto possibile, un solo segnale per individuo, al fine di non pseudo-replicare il campione e garantirne la massima variabilità e rappresentatività.

L'applicazione dei classificatori può essere particolarmente onerosa in termini di tempo ed energie investite, perché prevede l'allestimento di banche dati sufficientemente grandi di segnali registrati da specie note. Un'alternativa meno impegnativa consiste nell'uso di criteri di riconoscimento oggettivi (quantitativi) ogni qualvolta ciò sia possibile.

I segnali sociali (social calls) emessi dai chiroterri sono sovente specie-specifici; la loro struttura presenta meno variabilità di quella degli impulsi di ecolocalizzazione perché non vengono emessi per l'orientamento e per la localizzazione della preda, ma hanno valore comunicativo. Nei casi in cui la loro struttura è stata descritta, possono aiutare nell'identificazione.

L'utilizzo di database di segnali, registrazioni di confronto e chiavi diagnostiche prodotte in aree geografiche diverse da quelle in cui si compie l'identificazione (specialmente se distanti tra loro) andrebbe, se possibile, evitato perché i segnali di ecolocalizzazione sono soggetti a una certa variabilità geografica.

Se si desidera compiere indagini sulla distribuzione e sull'uso dell'habitat di questi chiroterri, occorre considerare con attenzione tali difficoltà e, di conseguenza, valutare l'impiego di metodologie più idonee.

10. VALUTAZIONE DELL'ABBONDANZA MEDIANTE RILEVATORI ULTRASONORI

Se il numero di passaggi di chirotteri rilevati con un bat detector viene registrato spostandosi a velocità sufficientemente rapida e su lunghi percorsi-campione (transetti) in auto, in linea di principio sarebbe possibile ottenere degli indici di abbondanza relativa tra diverse aree che possano essere confrontati tra loro. Questo metodo, purtroppo, non è scevro da problemi concettualmente rilevanti e si raccomanda cautela nella sua applicazione. Anzitutto, oltre alla già discussa possibilità di identificazione delle singole specie, va considerata la contattabilità di queste, ossia la probabilità che una data specie sia rilevata. Abbiamo visto che alcune specie emettono segnali altamente direzionali e con bassa intensità e le probabilità di rilevarle con un bat detector, specialmente da un veicolo in movimento, appaiono limitate e probabilmente non idonee per una stima quantitativa. Evidentemente, se le osservazioni così effettuate dovessero servire a confrontare l'abbondanza relativa tra le specie presenti in un'area, i dati raccolti sarebbero inevitabilmente affetti da un errore di campionamento variabile in relazione alle proprietà di emissione del segnale delle singole specie, e ciò vanificherebbe la comparazione tra queste ultime. Esiste poi (vale la pena ribadirlo) il discusso problema dei doppi conteggi: non si può essere affatto sicuri che ciascun passaggio registrato corrisponda a un diverso individuo, perché è possibile che il medesimo chirottero sia stato rilevato più volte lungo un transetto. Il dato così ottenuto costituisce perciò esclusivamente un indice di attività e non dovrebbe essere utilizzato per esprimere l'abbondanza di una certa specie.

11. GLI STRUMENTI DI LAVORO

I suoni che si sentono dal rilevatore di pipistrelli sono stati convertiti elettronicamente dal dispositivo. Gli ultrasuoni sono impercettibili per l'orecchio umano, ma vengono raccolti dal bat detector e riemessi in forma di suoni udibili, attraverso le uscite dell'altoparlante o delle cuffie auricolari installate nello strumento.

Esistono principalmente tre tipi di rilevatori che lavorano in modo leggermente diverso fra loro, qui di seguito andremo ad approfondirli.

11.1.1 Bat detector a eterodina

Questo tipo di rilevatore é il migliore per identificare i pipistrelli sul campo. Si possono sentire i suoni in tempo reale e distinguere fra le diverse tonalità e modalità ripetitive.

Come lavorano: un rilevatore eterodina miscela il suono del pipistrello con un segnale ultrasonico creato dal rilevatore, quindi filtra questo suono per produrre la differenza fra i due. Il suono prodotto é udibile dall'orecchio umano.

Registrazione: si può registrare su nastro o minidisc se il detector ha la presa adatta (la gran parte ne é fornita), ma le registrazioni non possono essere usate con il software di analisi del suono.

Come si usano: selezionare l'intervallo di frequenza giusto per ascoltare bene, esattamente come quando si cerca una stazione alla radio.

Perché scegliere un bat detector a eterodina?

- Sono i rilevatori meno costosi
- Ottima scelta per chi inizia
- La miglior via per identificare immediatamente i pipistrelli sul campo

11.2. Bat Detector a divisione di frequenza

Ricevono la gamma ultrasonica completa senza l'esigenza di sintonizzare l'apparecchio su una frequenza specifica.

- Come lavorano: il rilevatore divide la frequenza captata (solitamente per 10) per poter creare un'uscita udibile. Per esempio, 50 kHz (non percepibile) viene ridotto a 5 kHz (udibile).

- Registrazione: si può registrare i suoni e analizzare le registrazioni con un software particolare.

Perché acquistare un bat detector a divisione di frequenza?

- Rilevatori di costo medio
- Rilevano tutte le frequenze in modo da non perdere alcun pipistrello
- I suoni possono essere registrati ed analizzati e anche ascoltati in tempo reale sul campo.

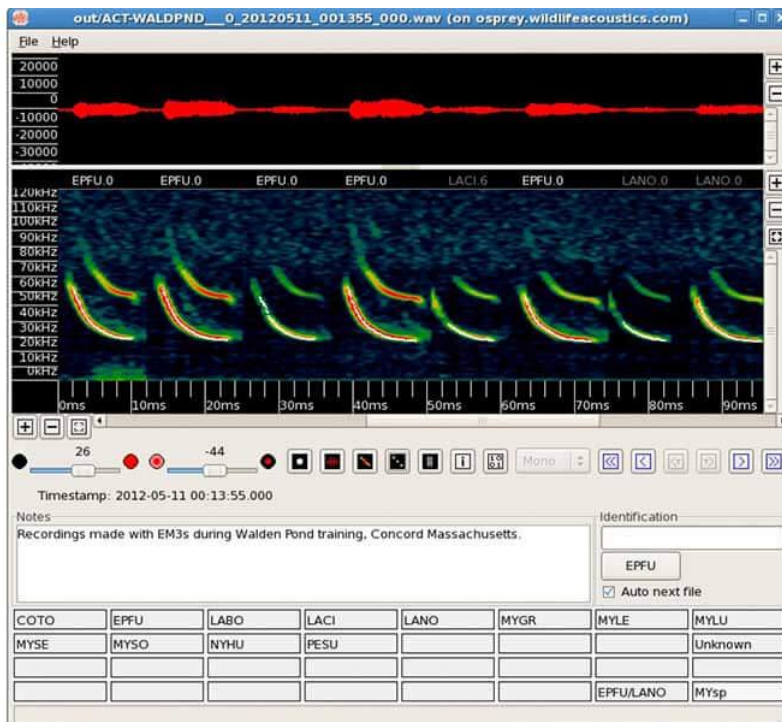
11.3. Bat detector a espansione temporale

Consentono di registrare il segnale, digitalizzarlo e successivamente riprodurlo a bassa velocità, in modo da poter ascoltare i particolari del suono.

Come lavorano: consentono di riprodurre in digitale, a bassa velocità, gli ultrasuoni captati (di solito 10, 20 o 32 volte più lentamente).

Registrazione: si possono registrare i segnali captati e usare il software specifico per studiare le registrazioni. Poiché un rilevatore ad espansione temporale registra in digitale a bassa velocità, la registrazione risulta di maggior qualità rispetto a un rilevatore a divisione di frequenza; questo fattore è importante in quanto le analisi del suono risulteranno più dettagliate.

Per la praticità facilità di registrazione sono stati utilizzati i Bat-detector Echo Meter Touch 2 PRO, unitamente al software di analisi.



Kaleidoscope Pro è un software di analisi del suono per ricercatori professionisti che consente la rapida classificazione dei file registrati utilizzando un bat detector Echo meter, SM3BAT, SM4BAT o un altro rilevatore di pipistrelli a spettro completo.

Consente la conversione rapida da WAV (PCM non compresso a 16 bit), WAC (Wildlife Acoustics Compression) o Zero Crossing in uno qualsiasi di questi tre formati.

I file di output possono essere organizzati in sottodirectory giornaliere o notturne per facilitare la visualizzazione. I nomi dei file di uscita includono la data e l'ora della registrazione e l'identificatore dell'unità Song Meter (se ne è stato programmato uno dall'utente).

Il software consente inoltre di impostare i filtri in base alle frequenze target e alle lunghezze degli impulsi che elimineranno tutti i file "di disturbo" in cui è improbabile che vi siano informazioni utili. Una suite integrata di strumenti di analisi converte rapidamente i file, ordina e classifica i dati dei chiroteri per specie, compila i risultati e li esporta in un formato che può essere caricato in Excel o in altre applicazioni.

Sono presenti le informazioni GPS, Kaleidoscope può estrarlo e inviare i dati nei file CSV o KML.

11.4.Kaleidoscope Pro include:

- Spettrogrammi
- Convertitore di file (convertire tra file WAV, WAC e Zero-Crossing)
- Biblioteca di richiami virtuali

- Identificazione automatica delle specie (Nord America, Neotropica, Regno Unito, Europa, Sud Africa)
- Elaborazione batch ad alta velocità
- Strumenti di esportazione dei dati
- Accedere all'analisi del cluster e all'analisi del rumore per l'analisi acustica.

12.CRITERI ADOTTATI NELLA FASE DI SELEZIONE DEL SITO DI IMPIANTO

Si riporta un estratto modificato delle linee guida per la valutazione dell'impatto degli impianti eolici sui chiroterri di Roscioni e Spada (2014).

Le aree **evitate** durante la fase di siting sono le seguenti di impianti eolici comprendono tutte le zone a meno di 5 km da:

- aree con concentrazione di zone di foraggiamento, riproduzione e rifugio dei chiroterri;
- siti di rifugio di importanza nazionale e regionale;
- stretti corridoi di migrazione¹.

Da tenere in considerazione sono anche le aree che presentano habitat potenzialmente idonei ai chiroterri, come aree umide, reti di filari ed elementi paesaggistici come alberi singoli in aree aperte (Rodrigues et al. 2008).

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 chiroterri.

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

| IMPATTI IN RELAZIONE AL SITO | | |
|--|---|--|
| Impatto | Periodo estivo | Periodo migratorio |
| 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 |
| IMPATTI IN RELAZIONE ALL'IMPIANTO EOLICO OPERATIVO | | |
| Impatto | Periodo estivo | Periodo migratorio |
| 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

| SENSIBILITÀ POTENZIALE | CRITERIO DI VALUTAZIONE |
|------------------------|---|
| Alta | <ul style="list-style-type: none"> • l' impianto divide due zone umide • 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 chiroterri • si trova a meno di 10 km da zone protette |
| Media | <ul style="list-style-type: none"> • si trova in aree di importanza regionale o locale per i pipistrelli |
| Bassa | <ul style="list-style-type: none"> • si trova in aree che non presentano nessuna delle caratteristiche di cui sopra |

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

| | Numero di generatori | | | | | |
|---------|----------------------|-------|--------------|--------------|--------------|-------|
| | | 1-9 | 10-25 | 26-50 | 51-75 | > 75 |
| Potenza | < 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 |

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.

| | | Grandezza impianto | | | |
|-------------|-------|--------------------|--------|-------|---------|
| | | Molto grande | Grande | Medio | Piccolo |
| Sensibilità | Alta | Molto alto | Alto | Medio | Medio |
| | Media | Alto | Medio | Medio | Basso |
| | Bassa | Medio | Medio | Basso | Basso |

13.FASE DI REALIZZAZIONE

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.

14.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).

15.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

È opportuno quindi che la valutazione preliminare consideri la potenziale distribuzione dei chiroterri 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"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori); > 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); > La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento. |

| | |
|---|--|
| 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"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori); > 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); > La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento. |
| 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"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori); > 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); > La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento; > Migratore. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie. |
| 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"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori); > 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); > La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento; > Migratore su lunghe distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie. |
| Grado d'impatto eolico | Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico. |

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

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

| | |
|--|--|
| <p>Specie</p> | <p><i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)</p> |
| <p>Relazioni specie – impianti eolici</p> | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori); > 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); > La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento; > Migratore su lunghe distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie. |
| <p>Grado d'impatto eolico</p> | <p>Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.</p> |
| <p>Specie</p> | <p><i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Relazioni specie - impianti eolici</p> | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori); > 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); > La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento; > Migratore su lunghe distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie. |
| <p>Grado d'impatto eolico</p> | <p>Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.</p> |
| <p>Specie</p> | <p><i>Nyctalus lasiopterus</i> (Schreber, 1780)</p> |
| <p>Relazioni specie - impianti eolici</p> | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori); > 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); > La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento. |
| <p>Grado d'impatto eolico</p> | <p>Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico.</p> |
| <p>Specie</p> | <p><i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)</p> |

| | |
|---|--|
| Relazioni specie - impianti eolici | <ul style="list-style-type: none">> La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m;> La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori);> 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);> La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento. |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |

| | |
|---|--|
| Specie | <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853 |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Rhinolophus mehelyi</i> Matschie, 1901 |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |

| | |
|---|---|
| Specie | <i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817) |
| Relazioni specie - impianti eolici | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > La specie è attratta da luci artificiali (lampioni stradali e sistemi di illuminazione potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori); > 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); > La specie è potenzialmente disturbata dal rumore ultrasonoro generato dalle turbine in movimento; > Migratore su medie distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie. |
| Grado d'impatto eolico | Alto, la specie è molto sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774) |
| Relazioni specie - impianti eolici | <ul style="list-style-type: none"> > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Myotis capaccinii</i> (Bonaparte, 1837) |
| Relazioni specie - impianti eolici | Non rilevate |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817) |

| | |
|------------------------------------|--|
| Relazioni specie - impianti eolici | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > 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). |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |

| | |
|------------------------------------|--|
| Specie | <i>Myotis emarginatus</i> (Geoffroy E., 1806) |
| Relazioni specie - impianti eolici | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797) |
| Relazioni specie - impianti eolici | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > 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); > Migratore su medie distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie. |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857) |
| Relazioni specie - impianti eolici | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > 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); > Migratore su medie distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie. |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Myotis punicus</i> Felten, 1977 |

| | |
|---|---|
| Relazioni specie - impianti eolici | > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m. |
| Grado d'impatto eolico | Dati insufficienti |

| | |
|---|--|
| Specie | <i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Myotis brandtii</i> (Eversmann, 1845) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > 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). |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Myotis alcaethoe</i> von Helversen & Heller, 2001 |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Myotis bechsteinii</i> (Kuhl, 1817) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |

| | |
|---|--|
| Specie | <i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Basso, la specie è poco sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > 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). |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Plecotus austriacus</i> (Fischer, 1829) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori; > 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). |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |
| Specie | <i>Plecotus macrobullaris</i> (Kuzjakin, 1965) |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Dati insufficienti |

| | |
|---|--|
| Specie | <i>Plecotus sardus</i> Mucedda, Kiefer, Pidinchedda & Veith, 2002 |
| Relazioni specie - impianti eolici | > Caccia in prossimità di strutture dell'habitat (alberature, siepi) potenzialmente presenti in prossimità degli aerogeneratori. |
| Grado d'impatto eolico | Dati insufficienti |
| Specie | <i>Myotis dasycneme</i> (Boie, 1825) |
| Relazioni specie - impianti eolici | <ul style="list-style-type: none"> > La specie è in grado di effettuare voli a quote > 40 m; > 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); > Migratore su medie distanze. Potenziali interferenze legate all'intercettazione di rotte migratorie. |
| Grado d'impatto eolico | Medio, la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico. |

16.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 < 7m/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. nilssonii*) (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 chiroterteri 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 chirotteri 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 chirotteri nei pressi delle pale.

Un'ipotesi che potrebbe spiegare almeno parte della mortalità dei chirotteri 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 chiroterri (es. Aa.Vv. 2005; Rydell et al. 2012; CWE 2013). In particolare, si ritiene necessario:

- acquisire dati sui fattori di rischio per i chiroterri 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 chiroterri 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 chiroterri, 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).

17.POTENZIALI SPECIE OGGETTO D'INDAGINE

L'analisi preliminare dei dati geografici ha verificato l'assenza di punti di particolare interesse per la Chiroterofauna in Sardegna (vedi Sardegna geo-portale), come rappresentato nella figura seguente.

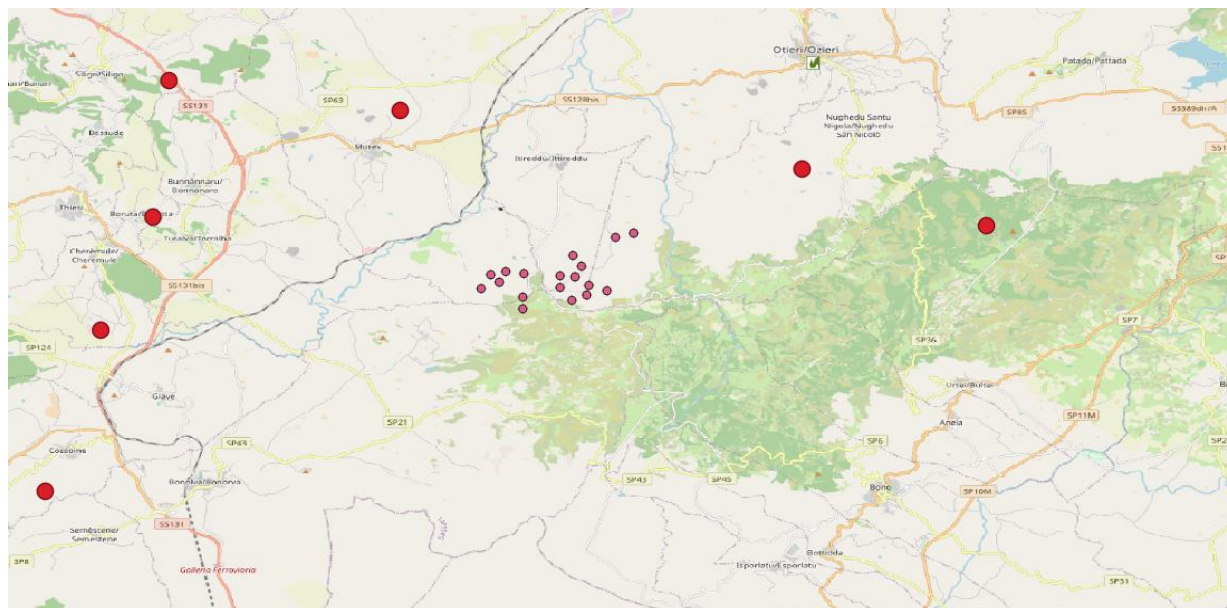


Figura 7 - Estratto dal Sistema Informativo Chiroterofauna della Sardegna

In rosso i siti d'interesse per la Chiroterofauna, e più piccoli gli aerogeneratori.

A questi dati si sono aggiunti quelli ottenuti dal software CMAP 5.4, con il quale si è verificato il toponimo di riferimento entro di 5 km dall'area in studio.

L'elenco ottenuto parte dall'analisi dei Chiroterofauna d'Italia rappresentata nella figura seguente, dalla quale si è estratto l'elenco delle specie censite, anche se risultano superiori.

| SPECIES | LOCALITY | SITE |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Rhinolophus ferrumequinum | Lachesos, Monte- | Grotta di Cherchizzos |
| Rhinolophus hipposideros | Lachesos, Monte- | Grotta di Cherchizzos |
| Miniopterus schreibersii | Nughedu di San Nicolò | Grotta Sa Conca 'e s'Abba |
| Myotis capaccinii | Nughedu di San Nicolò | Grotta Sa Conca 'e s'Abba |
| Miniopterus schreibersii | Nughedu di San Nicolò | Grotta Sa Conca 'e s'Abba |

Anche in questo caso le specie sono collocate ad una distanza importante rispetto all'area in studio.

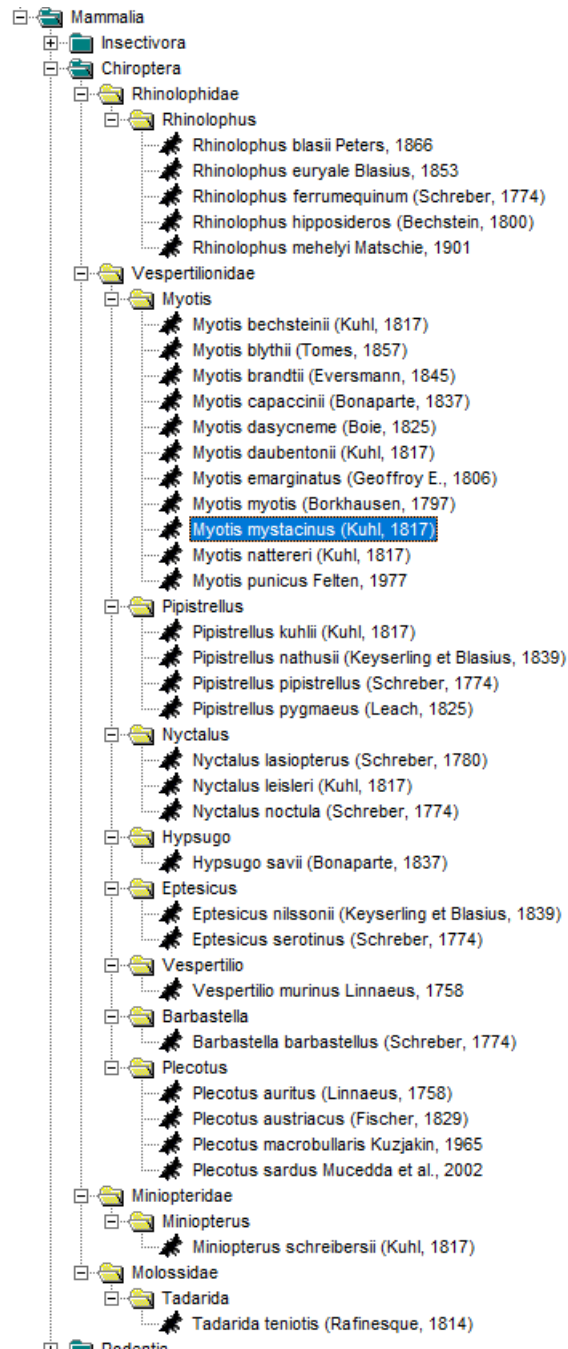


Figura 8 - Elenco delle specie oggetto di raccolta dati in CKMAP

Il sito dell'impianto eolico non risulta compreso all'interno di aree naturali protette e come riportato nella carta delle "Aree non idonee all'insediamento di impianti eolici", non ricade all'interno di aree indicate per la presenza di chiroterofauna né di aree di attenzione per presenza di Chiroterofauna, come dapprima rappresentato.

Dall'esame della cartografia CTR non sono rilevati grotte o anfratti nel territorio. A tal fine sono stati esaminati anche edifici abbandonati e verificando in quelli chiusi la presenza di escrementi a terra.

Nell'area in esame, prossima alla posizione degli aerogeneratori, sono stati oggetto di osservazione 2 rifugi, 4 edifici e una piccola grotta, che ospitano nel loro interno pipistrelli.

Il monitoraggio notturno è stato effettuato da maggio a ottobre con 4 diversi bat recorder, ubicati in 4 punti differenti, che venivano spostati il giorno seguente nel punto di rilievo seguente (altri siti individuati per il posizionamento di aerogeneratori)

Le specie di chiroteri riscontrate nell'area in esame sono le seguenti:

Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*) (indicato come Pispis)

Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*) (indicato come Piskuh)

Pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*) (indicato come Hypsav)

Miniottero comune (*Miniopterus schreibersii*) (indicato come Minsch)

Molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*) (indicato come Tadten)

Ferro di cavallo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*) (indicato come Rhifer)

Ferro di cavallo minore (*Rhinolophus hipposideros*) (indicato come Rhip)

Rinolofo di Mehely (*Rhinolophus mehelyi*) (indicato come Rinmeh)

Il Vespertilio *Myopuntis punicus* (indicato come Myopun) non risulta identificabile esattamente come specie

Nelle tabelle seguenti per ogni stazione di rilevamento si riportano la data della sessione di monitoraggio, il numero di contatti rilevati nei 15 minuti di registrazione, le specie di pipistrelli riscontrate; in basso si indicano il numero totale di contatti per l'intero periodo di monitoraggio e la percentuale totale di contatti per ogni singola specie.

Aerogeneratore 1

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 12/05/23 | 2 | Piskuh |
| 27/05/23 | 12 | Pispis, Piskuh |
| 10/06/23 | 6 | Piskuh |
| 20/06/23 | 5 | Pispis, Piskuh |
| 05/07/23 | 1 | Piskuh |
| 23/07/23 | 5 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 06/08/23 | 1 | Piskuh |
| 19/08/23 | 6 | Piskuh, Rhifer |
| 08/09/23 | 4 | Piskuh |
| 22/09/23 | 2 | Piskuh |
| 08/10/23 | 1 | Piskuh |
| 25/10/23 | 1 | Piskuh |

Aerogeneratore 2

| Data | Numero | Specie |
|----------|--------|---------------------|
| 12/05/23 | 2 | Pispis, Piskuh |
| 27/05/23 | 16 | Piskuh, Hypsav |
| 10/06/23 | 4 | Pispis, Piskuh, Rhi |
| 20/06/23 | 2 | Piskuh |
| 05/07/23 | 2 | Piskuh |
| 23/07/23 | 3 | Piskuh |
| 06/08/23 | 1 | Myopun |
| 19/08/23 | 1 | Pispis |
| 08/09/23 | 8 | Pispis, Piskuh |
| 22/09/23 | 4 | Pispis, Tadten |
| 08/10/23 | 10 | Pispis, Piskuh |
| 25/10/23 | 1 | Pispis |

Aerogeneratore 3

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 12/05/23 | 2 | Piskuh |
| 27/05/23 | 10 | Pispis, Piskuh, Hyspav |
| 10/06/23 | 12 | Pispis |
| 20/06/23 | | |
| 05/07/23 | 1 | Pispis |
| 23/07/23 | 0 | |
| 06/08/23 | 2 | Piskuh, Taden |
| 19/08/23 | 1 | Piskuh |
| 08/09/23 | 22 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 22/09/23 | 1 | Taden |
| 08/10/23 | 4 | Piskuh |
| 25/10/23 | 2 | Taden |

Aerogeneratore 4

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|----------------|
| 12/05/23 | 4 | Pispis, Piskuh |
| 27/05/23 | 2 | Piskuh |
| 10/06/23 | 3 | Pispis, Piskuh |
| 20/06/23 | 10 | Pispis, Piskuh |
| 05/07/23 | 8 | Pispis, Piskuh |
| 23/07/23 | 4 | Pispis, Piskuh |
| 06/08/23 | 2 | Pispis |
| 19/08/23 | 4 | Taden |
| 08/09/23 | 2 | Taden |
| 22/09/23 | 2 | Taden |
| 08/10/23 | 1 | Taden |
| 25/10/23 | 1 | Taden |

Aerogeneratore 5

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 13/05/23 | 6 | Pispis, Piskuh, |
| 28/05/23 | 23 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 11/06/23 | 28 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 21/06/23 | 12 | Piskuh, Hysav, Minsch |
| 06/07/23 | 10 | Piskuh, Hysav |
| 24/07/23 | 5 | Pispis, Hysav |
| 07/08/23 | 4 | Piskuh, Minsch |
| 20/08/23 | 9 | Piskuh, Hysav |
| 09/09/23 | 5 | Piskuh |
| 23/09/23 | 3 | Hysav |
| 09/10/23 | 1 | Piskuh |
| 26/10/23 | 1 | Piskuh |

Aerogeneratore 6

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|--------------------------------|
| 13/05/23 | 8 | Pispis, Piskuh, |
| 28/05/23 | 14 | Pispis, Piskuh, |
| 11/06/23 | 22 | Piskuh, Minsch, Rhifer |
| 21/06/23 | 18 | Pispis, Piskuh, Tadten |
| 06/07/23 | 44 | Piskuh, Hysav, Myopun |
| 24/07/23 | 23 | Pispis, Piskuh, |
| 07/08/23 | 6 | Pispis, Hysav, Minsch, |
| 20/08/23 | 5 | Pispis, Piskuh |
| 09/09/23 | 12 | Pispis, Piskuh, Myopun, Tadten |
| 23/09/23 | 9 | Pispis, Piskuh, , |
| 09/10/23 | 6 | Pispis, Piskuh, Rhi |
| 26/10/23 | 2 | Piskuh |

Aerogeneratore 7

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|-------------------------------|
| 13/05/23 | 8 | Piskuh, Myopun |
| 28/05/23 | 12 | Pispis, Piskuh |
| 11/06/23 | 22 | Pispis, Piskuh, Minsch |
| 21/06/23 | 6 | Pispis, Minsch |
| 06/07/23 | 4 | Pispis, Myopun |
| 24/07/23 | 8 | Pispis, Myopun |
| 07/08/23 | 3 | Minsch |
| 20/08/23 | 16 | Pispis, Piskuh, Minsch |
| 09/09/23 | 22 | Pispis, Piskuh, Taden, Minsch |
| 23/09/23 | 8 | Pispis, Piskuh, Taden |
| 09/10/23 | 2 | Pispis |
| 26/10/23 | 1 | Pispis |

Aerogeneratore 8

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 13/05/23 | 3 | Pispis |
| 28/05/23 | 22 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 11/06/23 | 34 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 21/06/23 | 6 | Pispis, Piskuh, Minsch |
| 06/07/23 | 2 | Piskuh |
| 24/07/23 | 2 | Minsch |
| 07/08/23 | 6 | Piskuh, Minsch |
| 20/08/23 | 14 | Pispis, Piskuh, Hypsav |
| 09/09/23 | 8 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 23/09/23 | 6 | Pispis, Piskuh |
| 09/10/23 | 2 | Piskuh |
| 26/10/23 | 3 | Pispis, Piskuh |

Aerogeneratore 9

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|----------------------------|
| 14/05/23 | 2 | Pispis |
| 29/05/23 | 8 | Pispis, Piskuh |
| 12/06/23 | 2 | Pispis |
| 22/06/23 | 8 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 07/07/23 | 1 | Pispis |
| 25/07/23 | 3 | Piskuh, Hysav |
| 08/08/23 | 6 | Pispis, Piskuh |
| 21/08/23 | 12 | Pispis, Piskuh, Hysav, Rme |
| 10/09/23 | 4 | Pispis |
| 24/09/23 | 2 | Pispis, Piskuh |
| 10/10/23 | 1 | Pispis |
| 27/10/23 | 1 | Pispis |

Aerogeneratore 10

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 14/05/23 | 2 | Piskuh |
| 29/05/23 | 12 | Pispis, Piskuh |
| 12/06/23 | 6 | Pispis, Piskuh |
| 22/06/23 | 5 | Pispis, Piskuh |
| 07/07/23 | 1 | Pispis, Piskuh |
| 25/07/23 | 5 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 08/08/23 | 1 | Pispis, Piskuh |
| 21/08/23 | 6 | Piskuh, Rhifer |
| 10/09/23 | 4 | Piskuh |
| 24/09/23 | 2 | Piskuh |
| 10/10/23 | 1 | Piskuh |
| 27/10/23 | 1 | Piskuh |

Aerogeneratore 11

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|--------------------------------|
| 14/05/23 | 8 | Piskuh, Myopun |
| 29/05/23 | 12 | Pispis, Piskuh |
| 12/06/23 | 22 | Pispis, Piskuh, Minsch |
| 22/06/23 | 6 | Pispis, Piskuh, Minsch |
| 07/07/23 | 4 | Pispis, Myopun |
| 25/07/23 | 8 | Pispis, Piskuh, Minsch |
| 08/08/23 | 3 | Minsch |
| 21/08/23 | 16 | Pispis, Piskuh, Minsch |
| 10/09/23 | 22 | Pispis, Piskuh, Tadten, Minsch |
| 24/09/23 | 8 | Pispis, Piskuh, Tadten |
| 10/10/23 | 2 | Pispis |
| 27/10/23 | 1 | Pispis |

Aerogeneratore 12

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|----------------|
| 14/05/23 | 4 | Pispis, Piskuh |
| 29/05/23 | 2 | Piskuh |
| 12/06/23 | 3 | Pispis, Piskuh |
| 22/06/23 | 10 | Pispis, Piskuh |
| 07/07/23 | 8 | Pispis, Piskuh |
| 25/07/23 | 4 | Pispis, Piskuh |
| 08/08/23 | 2 | Pispis |
| 21/08/23 | 4 | Tadten |
| 10/09/23 | 2 | Tadten |
| 24/09/23 | 2 | Tadten |
| 10/10/23 | 1 | Tadten |
| 27/10/23 | 1 | Tadten |

Aerogeneratore 13

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 15/05/23 | 2 | Piskuh |
| 30/05/23 | 10 | Pispis, Piskuh, Hyspav |
| 13/06/23 | 12 | Pispis |
| 23/06/23 | 6 | Pispis, Piskuh, Hyspav |
| 08/07/23 | 1 | Pispis |
| 26/07/23 | 2 | Piskuh, Taden |
| 09/08/23 | 2 | Piskuh, Taden |
| 21/08/23 | 1 | Piskuh |
| 11/09/23 | 22 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 22/09/23 | 1 | Taden |
| 11/10/23 | 4 | Piskuh |
| 28/10/23 | 2 | Taden |

Aerogeneratore 14

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 15/05/23 | 6 | Pispis, Piskuh, |
| 30/05/23 | 23 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 13/06/23 | 28 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 23/06/23 | 12 | Piskuh, Hyspav, Minsch |
| 08/07/23 | 10 | Piskuh, Hyspav |
| 26/07/23 | 5 | Pispis, Hyspav |
| 09/08/23 | 4 | Piskuh, Minsch |
| 21/08/23 | 9 | Piskuh, Hyspav |
| 11/09/23 | 5 | Piskuh |
| 22/09/23 | 3 | Hyspav |
| 11/10/23 | 2 | Piskuh |
| 28/10/23 | 1 | Piskuh |

Aerogeneratore 15

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 15/05/23 | 8 | Pispis, Piskuh, |
| 30/05/23 | 14 | Pispis, Piskuh, |
| 13/06/23 | 22 | Piskuh, Minsch, Rhifer |
| 23/06/23 | 18 | Pispis, Piskuh, Taden |

| | | |
|----------|----|-------------------------------|
| 08/07/23 | 44 | Piskuh, Hyspav, Myopun |
| 26/07/23 | 23 | Pispis, Piskuh, |
| 09/08/23 | 6 | Pispis, Hyspav, Minsch, |
| 21/08/23 | 5 | Pispis, Piskuh |
| 11/09/23 | 12 | Pispis, Piskuh, Myopun, Taden |
| 22/09/23 | 9 | Pispis, Piskuh, , |
| 11/10/23 | 6 | Pispis, Piskuh, Rhi |
| 28/10/23 | 2 | Piskuh |

Aerogeneratore 16

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|-----------------------------|
| 15/05/23 | 2 | Pispis |
| 30/05/23 | 8 | Pispis, Piskuh |
| 13/06/23 | 2 | Pispis, Piskuh |
| 23/06/23 | 8 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 08/07/23 | 3 | Pispis |
| 26/07/23 | 3 | Piskuh, Hyspav |
| 09/08/23 | 6 | Pispis, Piskuh |
| 21/08/23 | 12 | Pispis, Piskuh, Hyspav, Rme |
| 11/09/23 | 4 | Pispis |
| 22/09/23 | 2 | Pispis, Piskuh |
| 11/10/23 | 1 | Pispis |
| 28/10/23 | 1 | Pispis |

Aerogeneratore 17

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|-----------------------------|
| 16/05/23 | 2 | Pispis |
| 02/06/23 | 8 | Pispis, Piskuh |
| 14/06/23 | 2 | Pispis |
| 24/06/23 | 8 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 09/07/23 | 1 | Pispis |
| 27/07/23 | 3 | Piskuh, Hyspav |
| 10/08/23 | 6 | Pispis, Piskuh |
| 22/08/23 | 12 | Pispis, Piskuh, Hyspav, Rme |
| 12/09/23 | 4 | Pispis |

| | | |
|----------|---|----------------|
| 24/09/23 | 2 | Pispis, Piskuh |
| 12/10/23 | 1 | Pispis |
| 29/10/23 | 1 | Pispis |

Aerogeneratore 18

| Data | Contatti | Specie |
|----------|----------|------------------------|
| 16/05/23 | 2 | Piskuh |
| 02/06/23 | 12 | Pispis, Piskuh |
| 14/06/23 | 6 | Pispis, Piskuh |
| 24/06/23 | 5 | Pispis, Piskuh |
| 09/07/23 | 1 | Pispis, Piskuh |
| 27/07/23 | 5 | Pispis, Piskuh, Myopun |
| 10/08/23 | 1 | Pispis, Piskuh |
| 22/08/23 | 6 | Piskuh, Rhifer |
| 12/09/23 | 4 | Piskuh |
| 24/09/23 | 2 | Piskuh |
| 12/10/23 | 1 | Piskuh |
| 29/10/23 | 1 | Piskuh |