PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO NEI TERRITORI COMUNALI DI PIOMBINO E CAMPIGLIA MARITTIMA (LI) LOC. CAMPO ALL'OLMO POTENZA NOMINALE 57,6 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

ing. Giulia MONTRONE

ing. Francesco DE BARTOLO

STUDI SPECIALISTICI

GEOLOGIA
geol. Matteo DI CARLO

ACUSTICA
ing. Antonio FALCONE

NATURA E BIODIVERSITÀ
BIOPHILIA - dr. Gianni PALUMBO dr. Michele BUX

STUDIO PEDO-AGRONOMICO
dr. Gianfranco GIUFFRIDA

ARCHEOLOGIA
ARSARCHEO - dr. archeol. Manuele PUTTI dr. archeol. Gabriele MONASTERO

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

SIA.ES.10 NATURA E BIODIVERSITA'

ES.10.2 Studio faunistico

REV.	DATA	DESCRIZIONE

Firmato digitalmente da:
Paccapelo Fabio
Firmato il 31/10/2023 09:46
Seriale Certificato: 1630330
Valido dal 18/07/2022 al 18/07/2025
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

Sommario

1 PREMESSA 2
2 L'IMPATTO DEGLI IMPIANTI EOLICI SULLA FAUNA 5
2.1 Impatti diretti sugli uccelli 6
2.1.1 Collisione 6
2.1.2 Effetto barriera 9
2.2 Impatti indiretti sugli uccelli 10
2.2.1 Modificazione e perdita di habitat 10
2.2.2 Dislocamento dovuto al disturbo 10
2.3 Impatti sui chirotteri 10
2.3.1 Collisione e barotrauma 11
2.3.2 Sottrazione/alterazione ambientale: perdita di aree di foraggiamento e di siti di rifugio 13
2.3.3 Sottrazione/alterazione ambientale: interferenze sugli spostamenti 14
3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 15
3.1 Aree protette Legge 394/91 e ssmmii 16
3.2 Siti Natura 2000 17
3.3 Important Bird Area (IBA) 18
4 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELL'AREA VASTA 19
4.1 Descrizione dell'area di progetto 19
4.2 Individuazione delle specie sensibili presenti nella Regione Toscana 25
4.3 Classificazione delle aree sensibili per la migrazione 35
4.3.1 Migrazione pre-riproduttiva 36
4.3.2 Migrazione post-riproduttiva 39
4.3.3 Biancone 40
4.4 Classificazione delle aree interessate dalla nidificazione dei rapaci 42
4.5 Chirotteri 44
5 STIMA E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI 51
5.1 Stima del numero possibile di collisioni 54
5.2 Valutazione dei potenziali impatti indiretti 58
5.3 Interdistanza tra gli aerogeneratori 60
6 MISURE DI MITIGAZIONE 63
6.1 Fase di cantiere 63
6.2 Fase di esercizio 64
6.2.1 Misura attiva di riduzione del rischio di collisione con avifauna e chirotteri 64
7 PIANO DI MONITORAGGIO 72
7.1 Aspetti metodologici 72
7.1.1 Materiali 72
7.1.2 Protocollo di monitoraggio 72
8 CONCLUSIONI 77
9 BIBLIOGRAFIA 79
10 SITOGRAFIA di merito 87

1 PREMESSA

La Società San Nicola Energia S.r.l., Committente, ha contattato la scrivente società, che si occupa di consulenza ambientale nel settore biodiversità, al fine di ottenere un supporto tecnico di consulenza specialistica, in ambito faunistico, per il progetto di parco eolico da realizzare nei territori dei comuni di Piombino e Campiglia marittima (LI) in Toscana.

Il progetto, denominato "Parco eolico «Piombino-Campiglia»", consiste nella realizzazione di 8 torri eoliche per una potenza totale installata di 57,6 MW (Figura 1-1).

La scrivente società incaricata, BioPhilia Wind & Sun S.r.l., Consulente, possiede tutti i requisiti formali e sostanziali per svolgere l'incarico assegnato.

In particolare, nell'ambito della realizzazione dell'incarico conferito alla scrivente è stato avviato, a fine inverno 2022, un monitoraggio scientifico *(ante-operam)* sulla fauna vertebrata e, in particolar modo su avifauna e chirotterofauna (uccelli e pipistrelli), di durata annuale, i cui risultati saranno [1]oggetto di uno specifico *report* tecnico che sarà realizzato e consegnato dopo la fine dei rilievi sul campo.

Con la presente relazione, invece, si fornisce un inquadramento dell'area di progeto e più in generale del territorio, individuando sulla base dei monitoraggi fin qui svolti e dei dati disponibili, le informazioni e i dati di base necessari per verificare gli eventuali impatti associati all'impianto eolico in progetto.

Sul punto giova qui precisare che nell'area è stato realizzato di recente il parco eolico denominato "Foce di Cornia" (autorizzato con DGR 1208 del 2011 dalla Regione Tosacana e composto da 6 turbine della potenza di 3 MW ciascuna), dalla cui documentazione progettuale è stato possibile estrapolare dati dalle indagini faunistiche eseguite in fase di progetto; non si hanno dati specifici in relazione al monitoraggio post-operam ma ad oggi non risultano registrati eventi relativi a collisioni con uccelli.

Figura 1-1:Inquadramento cartografico dell'impianto eolico in progetto.

L'analisi delle componenti naturali presenti nell'area è stata eseguita attraverso rilievi di campagna, interpretazione di ortofoto recenti, consultazione ed acquisizione di documentazione bibliografica e di dati GIS disponibili nel SIT della Regione Toscana e consultazione dei Piani di Gestione se disponibili.

Il quadro faunistico alla scala vasta è stato costruito in prima istanza attraverso l'analisi della bibliografica ed in particolare:

- ✓ Arcamone E., Baccetti N., 2004. Check-list COT degli uccelli toscani (versione "Carnevale 2004").
- ✓ Repertorio Naturalistico Toscano (RE.NA.TO): https://www.regione.toscana.it/-/repertorio-naturalistico-toscano-re-na-to-
- ✓ Giunchi D., Meschini A., 2022. Occhione: 196-197. In: Lardelli R., Bogliani G., Brichetti P., Caprio E., Celada C., Conca G., Fraticelli F., Gustin M., Janni O., Pedrini P., Puglisi L., Rubolini D., Ruggieri L., Spina F., Tinarelli R., Calvi G., Brambilla M. (a cura di), Atlante degli uccelli nidificanti in Italia. Edizioni Belvedere (Latina), *historia naturae* (11), 704 pp.

- ✓ Sposimo, P., L. Puglisi, M. Lebboroni, F. Pezzo e L. Vanni (2013) - Sensibilità dell'avifauna agli impianti eolici in Toscana. Regione Toscana-Centro Ornitologico Toscano, rapporto tecnico non pubblicato

I dati di bibliografia sono stati integrati attraverso una raccolta in campo di dati faunistici relativi agli Uccelli e i Chirotteri. L'attività di monitoraggio è stata avviata a fine inverno 2022 e si concluderà a fine anno solare 2023. I dati fin qui raccolti, e riportati nella presente relazione, concernono il primo semestre di attività.

2 L'IMPATTO DEGLI IMPIANTI EOLICI SULLA FAUNA

Gli effetti di una centrale eolica sull'avifauna e sulla chirotterofauna sono molto variabili e dipendono da un ampio range di fattori che includono le caratteristiche del luogo dove queste devono essere costruite, ovvero, la sua topografia, l'ambiente circostante, i tipi di habitat interessati e il numero delle specie presenti in questi habitat. Visto l'alto numero di variabili coinvolte, l'impatto di ciascuna centrale eolica deve essere valutato singolarmente e in maniera specifica.

Dalla letteratura disponibile si evince che gli impatti che potrebbero essere generati da un impianto eolico sulla fauna sono di due tipologie principali:

- DIRETTI, legati alle collisioni degli individui con gli aerogeneratori e alla creazione di barriere ai movimenti;
- INDIRETTI, legati alla sottrazione di habitat e al disturbo.

Ognuno di questi potenziali fattori può interagire con gli altri, aumentare l'impatto sulla fauna, o in alcuni casi ridurre un impatto particolare (per esempio con la perdita di habitat idoneo si ha una riduzione nell'uso da parte della fauna di un'area che sarebbe altrimenti a rischio di collisone).

La tabella di seguito riportata indica i taxa di uccelli a maggior rischio di impatto e la tipologia di impatto.

Taxa sensibili	**Allontanamento**	**Barriere ai movimenti**	**Collisioni**	**Perdita di habitat**
Gavidae (strolaghe)	X	X	X	
Podicipedidae (svassi)	X			
Phalacrocoracidae (cormorani)				X
Ciconiiformes (aironi e cicogne)			X	
Anserini (oche)	X		X	
Anatinae (anatre)	X	X	X	X
Accipitridae (aquile, nibbi, avvoltoi)	X		X	
Charadriidi (pivieri e altri limicoli)	X	X		
Sternidae (sterne)			X	
Alcidae (urie)	X		X	X
Strigiformes (rapaci notturni)			X	
Galliformes (galliformi)	X		X	X
Gruidae (gru)	X	X	X	
Otididae (otarde)	X		X	X
Passeriformes (passeriformi)			X	

Nel seguito, si riportano alcune valutazioni generali sulle diverse tipologie di impatto.

2.1 Impatti diretti sugli uccelli

2.1.1 Collisione

Tassi di mortalità

La morte diretta o le ferite letali riportate dagli uccelli possono risultare non solo dalla collisone con le pale, ma anche dalla collisone con le torri, con le carlinghe e con le strutture di fissaggio, linee elettriche e torrette metereologiche (Drewitt e Langston, 2006). Esiste inoltre una certa evidenza che gli uccelli possono essere attirati al suolo a causa della forza del vortice che si viene a creare a causa della rotazione delle pale (Winkelman, 1992b). Tuttavia, la maggior parte degli studi relativi alle collisioni causate dalle turbine eoliche hanno registrato un livello basso di mortalità (e.g. Winkelman, 1992a; 1992b; Painter et al., 1999, Erikson et al., 2001).

Una revisione della letteratura esistente indica che, dove sono state documentate le collisioni, il tasso per singola turbina risulta altamente variabile con una media che va da 0,01 a 23 uccelli collisi per anno. Il valore più alto, applicando anche una correzione per la rimozione delle carcasse da parte di animali spazzini, è stato rilevato in un sito costiero in Belgio e coinvolge gabbiani, sterne e anatre più che altre specie (Everaert et al., 2001).

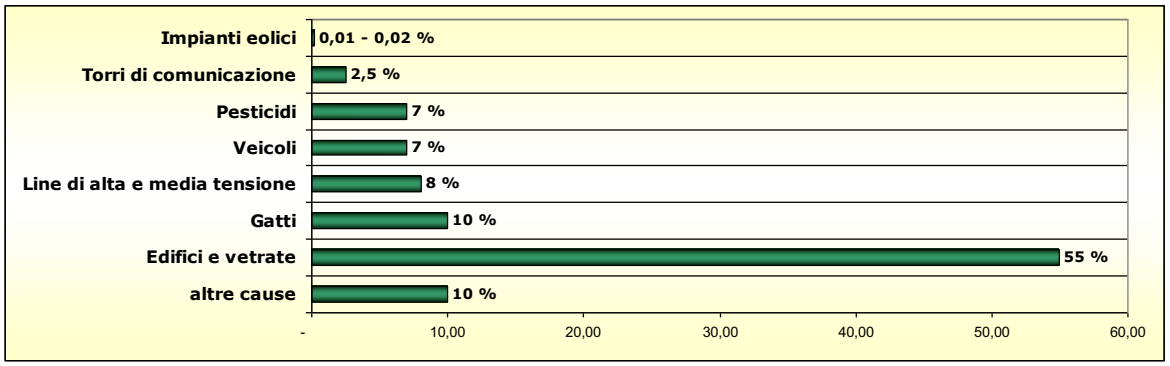
Esempi per i siti costieri nell'Europa del nord forniscono tassi medi di collisione annuali che vanno da 0,01 a 1,2 uccelli per turbina (uccelli acquatici svernanti, gabbiani, passeriformi) nei Paesi Bassi (Winkelman 1989, 1992a, 1992b, 1992c, 1995), una media di 6 uccelli per turbina (edredoni e gabbiani) a Blyth nel nord Inghilterra (Painter et al., 1999); il tasso è di 4-23 uccelli per turbina (anatre, gabbiani, sterne) in tre siti studiati in Finlandia e Belgio (Everaert et al., 2001).

Studi con i radar effettuati presso la centrale eolica di Nysted, mostrano che molti uccelli cominciano a deviare il loro tragitti di volo fino a 3 km di distanza dalle turbine durante le ore di luce e a distanze di 1 km di notte, mostrando marcate deviazioni del volo al fine di sorvolare i gruppi di turbine (Kahlert et al. 2004b, Desholm 2005). Inoltre, le immagini termiche indicano che gli edredoni sono soggetti probabilmente a soltanto bassi livelli di collisioni mortali (M. Desholm, NERI, Denmark, pers comm). Similmente, osservazioni visuali dei movimenti degli edredoni in presenza di due relativamente piccole centrali eoliche near-shore (costituite da sette turbine da 1,5MW e cinque da 2 MW turbine) nel Kalmar Sound, Svezia, hanno registrato soltanto una collisione su 1.5 milioni di uccelli acquatici migratori osservati (Pettersson 2005).

Noto quanto sopra, si osserva che molti studi pongono attenzione al confronto con i dati di altri fattori di disturbo riconducibili alle attività antropiche: sprawl urbano, traffico stradale,

grandi edifici, linee elettriche, caccia e uso dei pesticidi. Tali fattori, infatti, causano complessivamente la morte di miliardi di uccelli l'anno.

Come mostrato in Figura, le morti dovute alla collisione con le pale delle turbine eoliche costituiscono lo 0,01~0,02% del totale delle morti dell'avifauna per cause antropogeniche (Erickson et al, 2001) e l'impatto sulla popolazione globale risulta essere relativamente minore (Howe, Evans & Wolf, 2002).



Cause di morte dell'avifauna (fonte: Erickson et al, 2001)

Lo studio di Erickson stima che siano 57 milioni gli uccelli investiti dalle automobili ogni anno, e 97,5 milioni quelli che si schiantano sulle lastre di vetro delle finestre e delle facciate. Si riporta che siano centinaia di milioni, di varie specie, quelli eliminati dai gatti domestici. Si deve fare anche un confronto rispetto ai pericoli delle altre forme di produzione energetica: per esempio, secondo il censimento della Fish and Wildlife Service degli Stati Uniti, si stima che il solo riversamento di petrolio della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon della British Petroleum nel 2010 abbia ucciso almeno 4.678 animali: 4.080 Uccelli, 525 Tartarughe, 72 tra Delfini e altri Mammiferi. Un disastro analogo, quello dell'Exxon Valdez (1989) uccise fra 375.000 e 500.000 uccelli.

I tassi di mortalità appaiono relativamente poco significativi se si considera, inoltre, l'impatto che potrebbe avere uno scenario di cambiamento climatico globale per il quale gli uccelli, gli altri animali e l'uomo potrebbero essere più frequentemente soggetti ad eventi quali inondazioni, siccità, incendi boschivi, forti tempeste ed altri eventi catastrofici.

Rischio

Il rischio di collisione dipende da un ampio range di fattori legati alle specie di uccelli coinvolti, abbondanza e caratteristiche comportamentali, condizioni metereologiche e topografiche del luogo, la natura stessa della centrale, incluso l'utilizzo di illuminazioni.

Chiaramente il rischio è probabilmente maggiore in presenza o nelle vicinanze di aree regolarmente usate da un gran numero di uccelli come risorsa alimentare o come dormitori, o lungo corridoi di migrazione o traiettorie di volo locale, che attraversano direttamente le turbine.

Uccelli di grossa taglia con una scarsa manovrabilità di volo (come cigni ed oche) sono generalmente quelli esposti a maggior rischio di collisione con le strutture (Brown et al., 1992); inoltre gli uccelli che di solito volano a bassa quota o crepuscolari e notturne sono probabilmente le meno abili a individuare ed evitare le turbine (Larsen e Clausen, 2002). Il rischio di collisione potrebbe anche variare per alcune specie, secondo l'età, il comportamento e lo stadio del ciclo annuale in cui esse si trovano.

Il rischio di solito cambia con le condizioni metereologiche, alcuni studi mettono in luce in maniera evidente che molti uccelli collidono con le strutture quando la visibilità è scarsa a causa della pioggia o della nebbia (e.g. Karlsson 1983, Erickson et al., 2001), tuttavia quest'effetto potrebbe essere in alcuni casi mitigato esponendo gli uccelli ad un minor rischio dovuto ai bassi livelli di attività di volo in condizioni metereologiche sfavorevoli. Gli uccelli che hanno già intrapreso il loro viaggio di migrazione, a volte non possono evitare le cattive condizioni, e sono costretti dalle nuvole a scendere a quote più basse di volo o a fermarsi e saranno perciò maggiormente vulnerabili se in presenza di un parco eolico al rischio di collisione. Forti venti contrari anche possono aumentare le frequenze di collisione poiché anche in questo caso costringono gli uccelli migratori a volare più bassi con il vento forte (Winkelman, 1992b; Richardson, 2000). L'esatta posizione di una centrale eolica può risultare critica nel caso in cui caratteristiche topografiche particolari sono utilizzate dagli uccelli planatori per sfruttare le correnti ascensionali o i venti (e.g. Alerstam, 1990) o creano dei colli di bottiglia per il passaggio migratorio costringendo gli uccelli ad attraversare un'area dove sono presenti degli impianti eolici. Gli uccelli inoltre abbassano le loro quote di volo in presenza di linee di costa o quando attraversano versanti montuosi (Alerstam, 1990; Richardson, 2000), esponendosi ancora ad un maggior rischio di collisioni con gli impianti eolici.

Caratteristiche delle turbine eoliche associate con il rischio di collisione

La dimensione e l'allineamento delle turbine e la velocità di rotazione sono le caratteristiche che maggiormente influenzano il rischio di collisione (Winkelman, 1992c; Thelander et al., 2003). Tucker (1995a, 1995b) afferma che **gli uccelli hanno una probabilità molto più bassa di impattare con rotori di grande diametro rispetto a quelli di dimensioni minori**. La sua conclusione si basa sul fatto che **la velocità di rotazione delle pale sia inferiore**. Inoltre, a parità di potenza generata all'anno, il numero di turbine eoliche con rotore a grande diametro necessarie risulta più basso rispetto a quelle che usano un rotore più piccolo. Orloff e Flannery (op. cit.) hanno riscontrato che la velocità del rotore risulta essere correlata alla mortalità dell'avifauna.

Thelander e Rugge (2001) hanno osservato che alte velocità di rotazione uccidono molti più uccelli rispetto a velocità più ridotte. Contrariamente a quanto avveniva con le turbine di vecchia generazione che arrivavano a superare i 100 giri al minuto, **i modelli che oggi vengono impiegati hanno una velocità massima di circa 12 giri al minuto, per cui si può ipotizzare un impatto significativamente più ridotto.**

Gli effetti delle segnalazioni luminose sono scarsamente conosciuti, anche se sono state documentatele numerose collisioni di uccelli migratori con diverse strutture per l'illuminazione, specialmente durante le notti con molta foschia o nebbia (Hill, 1990; Erickson et al., 2001). Le indicazioni attualmente disponibili suggeriscono di utilizzare il numero minimo di luci bianche che si illuminano ad intermittenza a più bassa intensità (Huppop et al., 2006). Non è noto se l'uso di luci soltanto sulle estremità delle turbine, la quale procurerebbe un'illuminazione più diffusa, potrebbe disorientare meno gli uccelli rispetto ad una singola fonte di luce puntiforme.

2.1.2 Effetto barriera

L'alterazione delle rotte migratorie per evitare i parchi eolici rappresenta un'altra forma di dislocamento. Questo effetto è importante per la possibilità di un aumento in termini di costi energetici che gli uccelli devono sostenere quando devono affrontare percorsi più lunghi del previsto, come risultato sia per evitare il parco eolico sia come disconnessione potenziale di habitat per l'alimentazione dai dormitori e dalle aree di nidificazione. L'effetto dipende dalle specie, dal tipo di movimento, dall'altezza di volo, dalla distanza delle turbine, dalla disposizione e lo stato operativo di queste, dal periodo della giornata, dalla direzione e dalla forza del vento, e può variare da una leggera correzione dell'altezza o della velocità del volo fino ad una riduzione del numero di uccelli che usano le aree al di là del parco eolico.

A seconda della distanza tra le turbine alcuni uccelli saranno capaci di volare tra le file delle turbine. Nonostante l'evidenza di questo tipo di risposta sia limitato (Christensen et al., 2004; Kahlert et al., 2004) queste osservazioni chiaramente vanno considerate durante le fasi di progettazione dell'impianto.

Una revisione della letteratura esistente suggerisce che in nessuno caso l'effetto barriera ha un significativo impatto sulle popolazioni. Tuttavia, ci sono casi in cui l'effetto barriera potrebbe danneggiare indirettamente le popolazioni; per esempio dove un parco eolico effettivamente blocca un regolare uso di un percorso di volo tra le aree di foraggiamento e quelle di riproduzione, o dove diverse centrali eoliche interagiscano in maniera cumulativa creando una barriera estesa che può portare alle deviazioni di molti chilometri, portando perciò un aumento dei costi in termini energetici (Drewitt e Langston, 2006).

2.2 Impatti indiretti sugli uccelli

2.2.1 Modificazione e perdita di habitat

La scala della perdita diretta di habitat risultante dalla costruzione di un parco eolico e dalle infrastrutture associate dipende dalla dimensione del progetto ma, generalmente, con alta probabilità, questa risulta essere bassa. Tipicamente, la perdita di habitat è compresa in un rancge tra il 2 e il 5% dell'area di sviluppo complessiva (Fox et al., 2006).

2.2.2 Dislocamento dovuto al disturbo

Il dislocamento degli uccelli dalle aree interne e circostanti le centrali eoliche dovuto al disturbo provocato dagli impianti può determinare effettivamente la perdita di habitat idoneo per diverse specie. Il dislocamento provocato dal disturbo sulla fauna potrebbe verificarsi durante le fasi sia di costruzione che di manutenzione della centrale eolica, e potrebbe essere causata dalla presenza delle turbine stesse, e quindi dall'impatto visivo, dal rumore e dalle loro vibrazioni o come il risultato del passaggio di un veicolo o di movimenti del personale correlati al mantenimento del sito. La scala e il grado di disturbo varieranno secondo il sito e i fattori specie-specifici e deve essere valutato di caso in caso.

L'eventuale ritorno della specie che potrebbe nuovamente utilizzare l'area dopo la dismissione del cantiere dipenderà da numerosi fattori e soltanto un monitoraggio pre- e post-opera sul sito potrà permettere di trarre delle considerazioni che abbiano una certa valenza scientifica ed ecologica.

A livello di larga scala sarà necessario, inoltre, considerare l'impatto cumulativo dovuto alla presenza di eventuali altri impianti già in esercizio nell'area e tale disturbo risulterà essere, molto probabilmente, il più importante ai fini della conservazione delle specie. Tale indagine dovrà studiare e prevedere le variazioni della distribuzione delle specie nell'area vasta attraverso un monitoraggio specifico.

2.3 Impatti sui chirotteri

In sintesi, gli impatti sui chirotteri derivanti dalla realizzazione di impianti eolici sono riconducibili a due macrocategorie (Rodrigues et al., 2008; University of Bristol e Bat Conservation Trust, 2009):

- impatti diretti, dovuti alla mortalità causata dall'interazione con le componenti dinamiche degli aerogeneratori;
- impatti indiretti, dovuti alle conseguenze delle modificazioni ambientali connesse alla realizzazione dell'impianto e alla sua attività.

Le conoscenze relative agli effetti degli impatti indiretti sono ancora scarse, mentre si dispone di informazioni molto più precise sui fenomeni di mortalità diretta, oggetto di stime quantitative nell'ambito di attività di monitoraggio post-operam ormai largamente diffuse nel mondo e in Europa, più rare in Italia. Si tratta comunque di dati relativi all'impatto nel breve periodo e mancano ancora (anche a causa del carattere recente di questo tipo di interferenze) studi specialistici sul lungo periodo, che consentano una precisa valutazione delle conseguenze sulla dinamica delle popolazioni di chirotteri.

I fattori d'impatto noti s'inquadrano nella casistica che segue.

2.3.1 Collisione e barotrauma

La mortalità per interazione con le componenti mobili degli aerogeneratori è stata documentata in Europa in 14 Paesi e per 23 specie e ritenuta possibile per 24 (EUROBATS, 2010), delle quali 23 certamente presenti in Italia. Si tratta di specie che volano abitualmente, o comunque con una certa frequenza, ad altezze elevate dal suolo, nel raggio d'azione delle componenti mobili degli aerogeneratori. Quelle più frequentemente segnalate come vittime di mortalità sono: Pipistrellus spp., Nyctalus noctula, N. leisleri, Eptesicus spp., Hypsugo savii e Vespertilio murinus.

In Italia un monitoraggio realizzato tra il 21/03/09 e il 16/09/09 ha registrato per due parchi eolici in Abruzzo una mortalità media di 0,15 chirotteri/aerogeneratore/semestre, che ha coinvolto in particolare la specie Hypsugo savii (Ferri et al., 2010). Sempre in Abruzzo 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 chirotteri 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).

Collisioni e barotrauma possono interessare esemplari presenti nell'area dell'impianto eolico in funzione della loro normale attività (cioè non attratti: esemplari in transito o in foraggiamento), oppure attratti per finalità di rifugio (soprattutto specie forestali migratrici che assimilano gli

aerogeneratori ad alberi di alte dimensioni, ossia a potenziali siti di rifugio diurno: Cryan e Brown, 2007) o per finalità di foraggiamento (favorito dall'abbondante presenza di insetti, a loro volta attratti dal calore prodotto dalle navicelle in movimento o dalla presenza di fonti luminose collocate con motivazioni di sicurezza: Ahlén, 2003; Hötker et al., 2006).

Un locale incremento di esemplari in foraggiamento può essere altresì dipendere dalla costruzione di strade di accesso all'impianto e di piazzole di servizio (Kunz et al., 2007; Horn et al., 2008).

E' stata anche ipotizzata l'attrazione di individui in atteggiamento riproduttivo, che assimilerebbero gli aerogeneratori ad alberi ove i maschi possono difendere i loro territori o mostrarsi in atteggiamenti di lekking (Cryan, 2008; Pfalzer e Kusch, 2003); tale ipotesi non risulta tuttavia sufficientemente verificata.

Un recente studio del 2014[2] ha passato in rassegna, sulla base di dati e informazioni raccolte a livello internazionale, 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 un 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

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

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).

2.3.2 Sottrazione/alterazione ambientale: perdita di aree di foraggiamento e di siti di rifugio

L'impatto deriva sia da sottrazione ambientale sia dalla perdita di qualità dell'ambiente, che può risultare impoverito, strutturalmente banalizzato e frammentato. Riguarda sia la fase di cantiere (la realizzazione dell'opera richiede una viabilità adeguata e ampi spazi di manovra per l'installazione degli aerogeneratori, attuabile in talune situazioni solo grazie ad importanti modifiche ambientali), sia quella di esercizio (l'area modificata può perdere l'idoneità che aveva nei confronti di determinate specie di chirotteri). **L'entità delle interferenze** è in rapporto alle dimensioni dell'impianto, inteso come numero di aerogeneratori, ed è **tanto più rilevante quanto più naturale è la condizione ante-operam**.

L'indagine condotta da Bach (2002), in condizioni ambientali non alterate direttamente nella struttura, ha evidenziato abbandono delle aree di foraggiamento poste entro 100 m dagli aerogeneratori da parte della specie Eptesicus serotinus e incremento dell'attività di Pipistrellus pipistrellus, con assetto di volo modificato, in corrispondenza di aree ecotonali e siepi di nuova realizzazione. Lo stesso Autore cita l'assenza di osservazioni di individui del genere Nyctalus in aree con impianti eolici posti in vicinanza di habitat di caccia idonei alle nottole, ipotizzando un impatto analogo a quello registrato per E. serotinus.

In relazione alla perdita di habitat legata alle opere accessorie (strade di accesso, opere di cantiere, piazzole di servizio, ecc.) l'Autore evidenzia **l'importanza degli impatti per specie strettamente legate ad ambienti forestali per la caccia e/o per la scelta dei siti di rifugio** quali Myotis myotis, Myotis nattereri, Myotis bechsteinii, Barbastella barbastellus, oltre alle specie del genere Nyctalus.

2.3.3 Sottrazione/alterazione ambientale: interferenze sugli spostamenti

L'impatto è anche in questo caso proporzionale al numero di aerogeneratori e alla qualità ambientale prima della realizzazione dell'impianto e si manifesta sia in fase di cantiere che di esercizio. Può essere determinato dall'eliminazione diretta della connettività ambientale o dalla perdita di qualità di elementi di connettività. Ha rilevanza se sono interessate rotte di migrazione o corridoi di transito abituali (essenzialmente tra i rifugi e le aree di foraggiamento) (Bach e Rahmel, 2004; Harbusch e Bach, 2005; Hötker et al., 2006).

Gli effetti della realizzazione di un impianto eolico si sommano agli altri fattori che incidono sui chirotteri e in alcuni casi è proprio dalla sommatoria di tali effetti che deriva il superamento di "soglie di impatto" rilevanti. Nel caso degli impianti eolici tale problematica assume particolare importanza poichè impianti diversi (ossia realizzati in funzione di progetti distinti) risultano spesso collocati in aree contigue per ragioni di ventosità disponibile. Per tale motivo è molto importante che nella valutazione degli effetti di ogni nuovo progetto di impianto eolico proposto si tenga in debito conto la presenza sul territorio di eventuali altri impianti eolici, potenziale fonte di "impatti cumulati"

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Nel presente studio vengono descritti e analizzati gli aspetti ambientali (naturalistici) presenti nell'area vasta e nell'area di progetto in cui è prevista la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile eolica, della potenza di 57,6 MW denominato "*Parco eolico «Piombino-Campiglia»*" in agro di Piombino e Campiglia Marittima (LI) e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione dell'energia elettrica Nazionale (RTN), necessarie per la cessione dell'energia prodotta. La seguente analisi ambientale è stata svolta tenendo conto del comprensorio in cui il progetto si inserisce (area vasta) e della superficie realmente occupata dalle opere in progetto (Figura 2-1).

Figura 3-1: Inquadramento dell'area vasta dell'impianto denominato "Parco eolico Piombino-Campiglia" su immagine satellitare.

Le aree d'impianto sono servite dalla viabilità esistente costituita da strade provinciali, comunali e da strade sterrate. L'asse viario principale è rappresentato dalla SS398.

3.1 Aree protette Legge 394/91 e ssmmii

La legge 394/91 definisce la classificazione delle aree naturali protette e istituisce l'Elenco ufficiale delle aree protette. Attualmente il sistema delle aree naturali protette è classificato come segue:

Parchi nazionali - sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici, una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future.

Parchi naturali regionali e interregionali - sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo, individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.

Riserve naturali - sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli elementi naturalistici in esse rappresentati.

Zone umide di interesse internazionale - sono costituite da aree acquitrinose, paludi, torbiere oppure zone naturali o artificiali d'acqua, permanenti o transitorie comprese zone di acqua marina la cui profondità, quando c'è bassa marea, non superi i sei metri che, per le loro caratteristiche, possono essere considerate di importanza internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar.

Altre aree naturali protette - sono aree (oasi delle associazioni ambientaliste, parchi suburbani, ecc.) che non rientrano nelle precedenti classi. Si dividono in aree di gestione pubblica, istituite cioè con leggi regionali o provvedimenti equivalenti, e aree a gestione privata, istituite con provvedimenti formali pubblici o con atti contrattuali quali concessioni o forme equivalenti.

Aree di reperimento terrestri e marine - indicate dalle leggi 394/91 e 979/82, che costituiscono aree la cui conservazione attraverso l'istituzione di aree protette è considerata prioritaria.

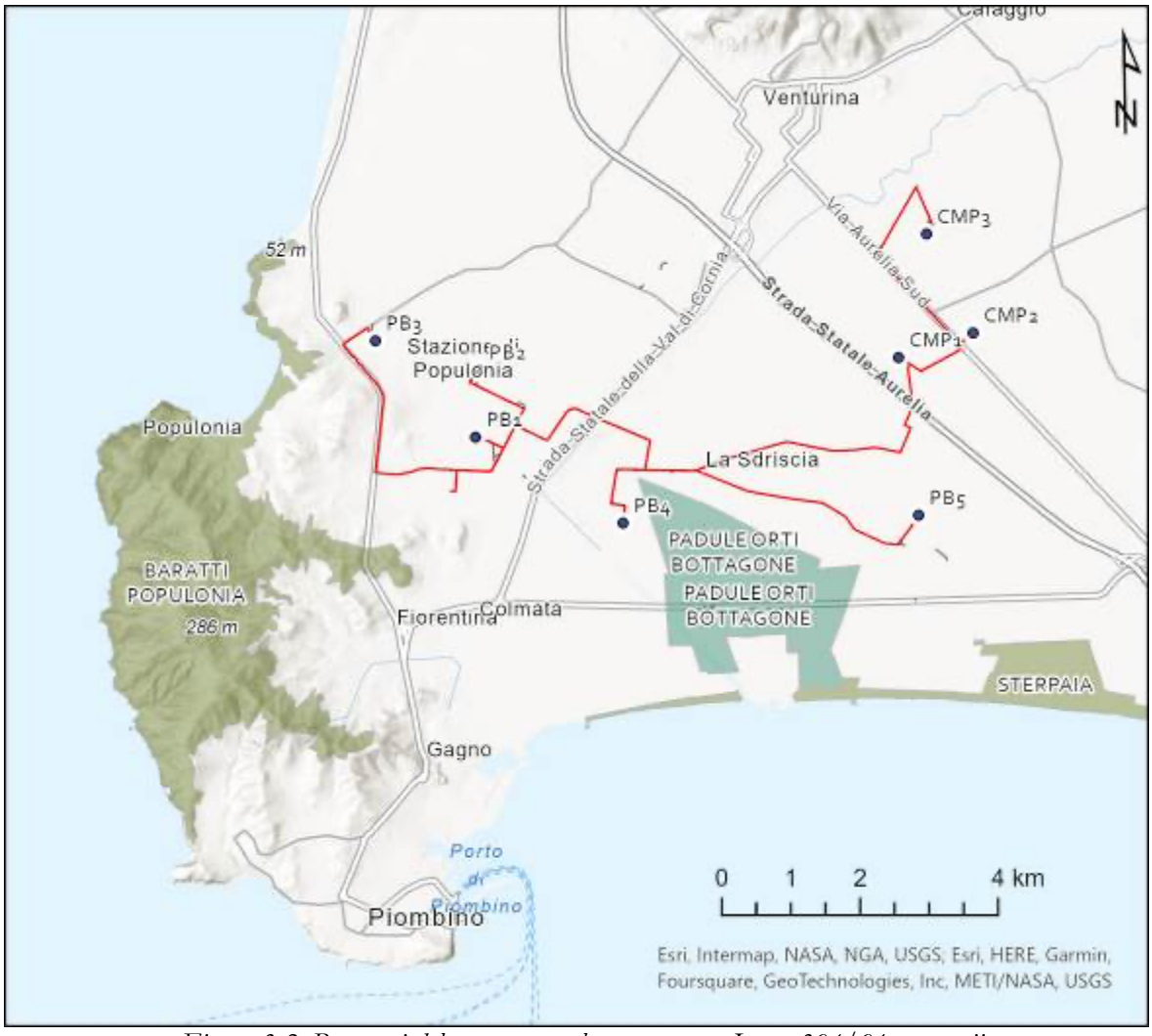


Figura 3-2: Rapporti del progetto con le aree protette Legge 394/91 e ssmmii.

Dall'analisi della Figura 2-2 si evince che gli aerogeneratori dell'impianto eolico proposto non intercettano aree protette di cui alla Legge 394/91 e smi. Le aree protette più prossime all'impianto sono la Riserva Naturale Regionale Palude Orti-Bottagone, a circa 420 metri dal WTG PB4, e il Parco Naturale di interesse provinciale Baratti-Populonia, a circa 800 metri dal WTG PB3.

3.2 Siti Natura 2000

I SIC (Siti di Importanza Comunitari) e le relative ZSC (Zone Speciali di Conservazione) sono individuati ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE, recepita dallo Stato italiano con D.P.R. 357/1997 e successive modifiche del D.P.R. 120/2003 ai fini della conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche in Europa. La Direttiva istituisce quindi i Siti di importanza Comunitaria (SIC) e le relative ZSC (Zone Speciali di Conservazione) sulla base di specifici elenchi di tipologie ambientali fortemente compromesse ed in via di estinzione, inserite nell'Allegato I dell'omonima Direttiva, e di specie di flora e di

fauna le cui popolazioni non godono un favorevole stato di conservazione, inserite, invece, nell'Allegato II. Le ZPS (Zone di Protezione Speciale) sono aree designate dalla Direttiva Uccelli 2009/147/CEE e concernente la conservazione degli uccelli selvatici in Europa. L'Allegato I della Direttiva Uccelli individua le specie i cui habitat devono essere protetti attraverso la creazione di Zone di Protezione Speciale (ZPS). Dall'analisi della Figura 2-3 si evince che l'area di progetto dell'impianto eolico proposto non intercetta siti Natura 2000.

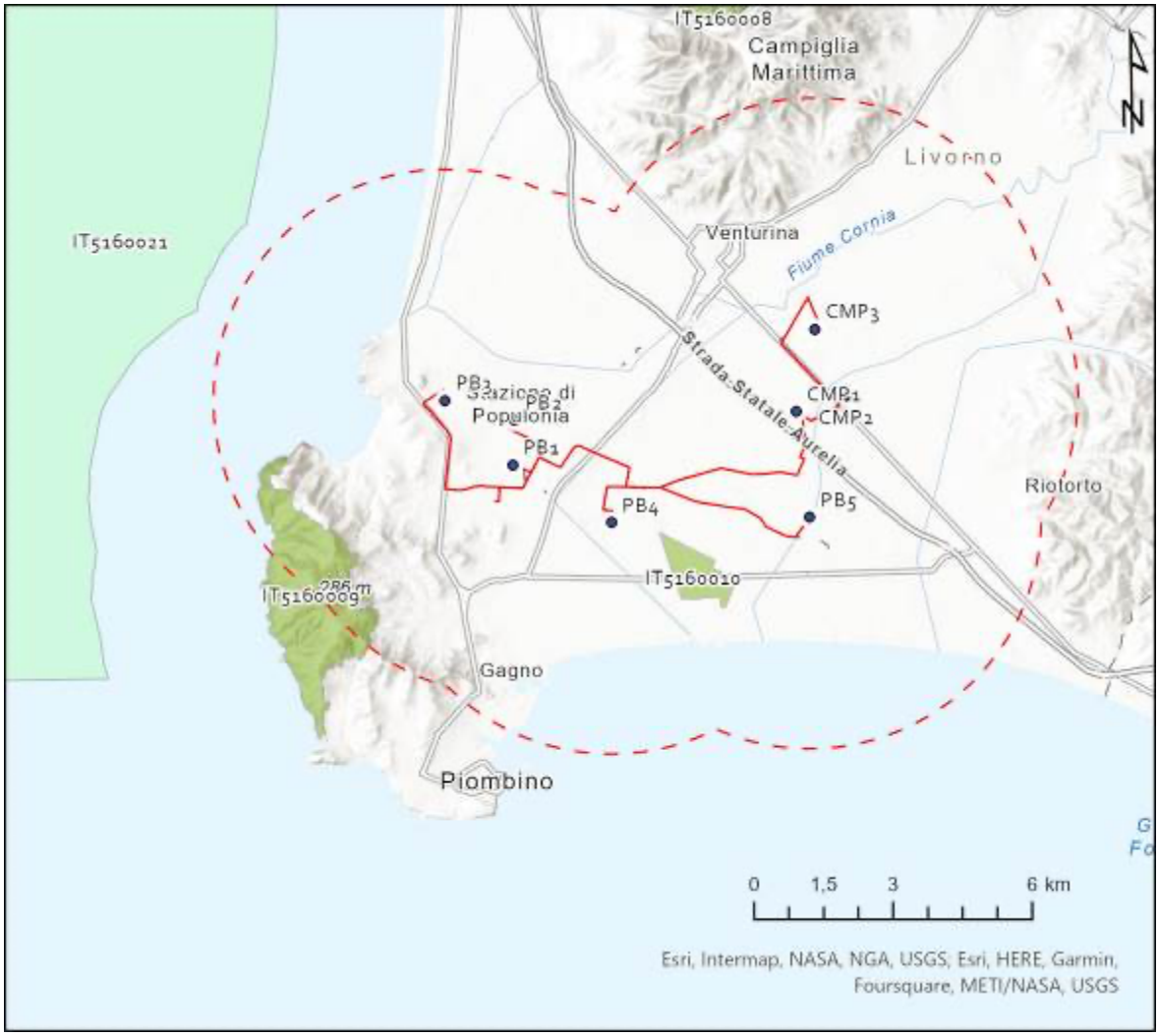


Figura 3-3: Rapporti del progetto con i siti Natura 2000.

Nell'area vasta con buffer di 5 km rientrano i seguenti siti Natura 2000:

- ZSC IT5160010 Padule Orti - Bottagone
- ZSC IT5160009 Promontorio di Piombino e Monte Massoncello

3.3 Important Bird Area (IBA)

Le IBA (*Important Bird Area*) sono territori individuati su scala internazionale sulla base di criteri ornitologici per la conservazione di specie di Uccelli prioritarie. Per l'Italia, l'inventario

delle IBA è stato redatto dalla LIPU, rappresentante nazionale di BirdLife International, organizzazione mondiale non governativa che si occupa della protezione dell'ambiente e in particolare della conservazione degli uccelli. Sostanzialmente le IBA vengono individuate in base al fatto che ospitano una frazione significativa delle popolazioni di specie rare o minacciate oppure perché ospitano eccezionali concentrazioni di uccelli di altre specie.

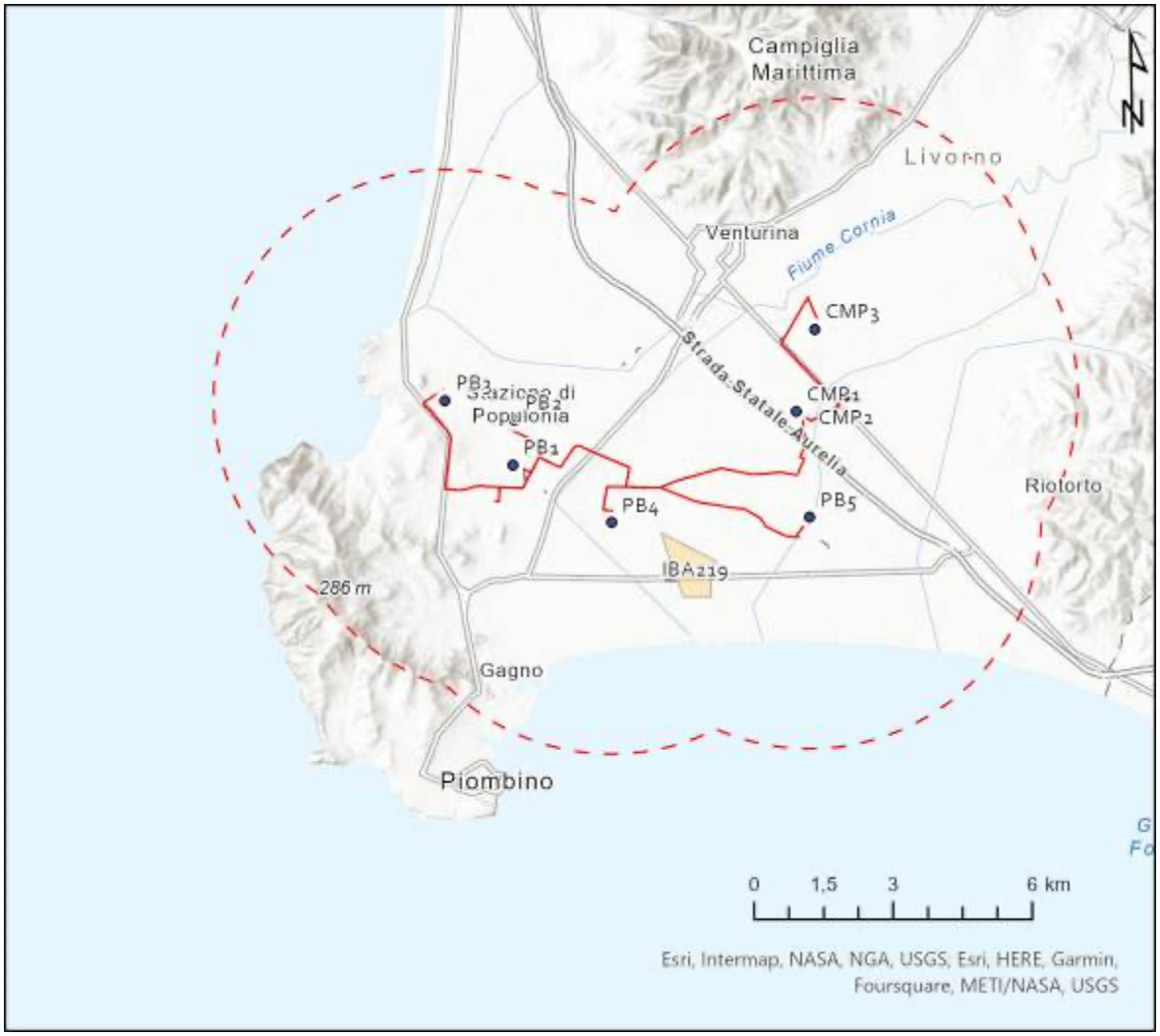


Figura 3-4: Rapporti del progetto con le IBA.

Dall'analisi della Figura 2-4 si evince che l'impianto eolico proposto non intercetta IBA. Nel *buffer* di 5 km rientra l'IBA 219 Orti Bottagone.

4 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELL'AREA VASTA

4.1 Descrizione dell'area di progetto

L'area di studio dell'impianto "Piombino-Campiglia" si colloca nella valle del fiume Cornia, caratterizzata da un contesto vegetazionale perlopiù omogeneo, costituito principalmente da

colture intensive ed estensive foraggere e cerealicole, alternate ad estensioni più o meno importanti di orti, oliveti, frutteti e vigneti. Nell'area di studio la matrice boschiva risulta pressoché assente, se non legata a filari di piante di vario genere in corrispondenza dei centri abitati o a breve distanza da essi, mentre ai margini della stessa si possono trovare estensioni più o meno importanti di aree boscate. In particolare, a sud/sud-est si trova l'Area protetta di interesse locale della Sterpaia, ad ovest il promontorio di Piombino con il monte Massoncello, a nord le zone boschive dei rilievi collinari in comune di Campiglia Marittima, ad est il Parco Naturale di Montioni. All'interno dell'area di studio è inoltre presente l'Oasi WWF di Orti-Bottagone, un'area umida protetta di notevole importanza dal punto di vista naturalistico, posta nella pianura costiera bonificata del Fiume Cornia, il cui corso coinvolge la parte occidentale e settentrionale dell'area di studio, mentre il tratto terminale rettificato separa in due l'area umida suddetta. In particolare: Orti è un'area umida planiziale costiera, salmastra per apporto di acque piovane (dirette o scolanti dalle campagne circostanti) e per l'ingresso di acqua di mare tramite il Fosso Cosimo e i vari canali di bonifica, caratterizzata dalla presenza di salicornieti e stagni salati; Bottagone è un bacino arginato pressoché isolato idrologicamente che riceve solo acque meteoriche e risulta perciò caratterizzato dalla presenza di ambienti palustri dulciacquicoli (fragmiteto con chiari e formazioni a Tamarix) con uno dei canneti retrodunali più estesi della costa toscana.

Il livello di antropizzazione presente nell'area di studio risulta piuttosto elevato, evidente non solo nella tipologia del tessuto agricolo, bensì anche per la presenza di frazioni e centri abitati più o meno estesi, numerose infrastrutture stradali (sia strade secondarie che strade a scorrimento veloce), nonché per la presenza di centri industriali sviluppati su svariati chilometri quadrati (ex Centrale Enel "Torre del Sale", ex acciaierie, Tenaris Dalmine, porto di Piombino). Come riferito in premessa, lungo la costa, nell'area racchiusa tra la ex centrale Enel e le ex acciaerie, è stato realizzato un parco eolico costituito da 6 aerogeneratori per una potenza complessiva di 18 MW (3 MW per ciascuna turbina installata).

Di seguito alcune immagini dell'area di progetto.

Parte nord-est del layout di impianto, con alternanza di colture di vario tipo ed estensioni cerealicole e foraggere, immersi in una matrice viaria piuttosto fitta che collega frazioni abitate, caratterizzate il più delle volte da piccoli agglomerati di conifere e/o latifoglie.

Parte est dell'area di progetto, caratterizzata perlopiù dall'alternanza di colture di vario genere (alimentari e non), estensioni cerealicole, uliveti e piccoli agglomerati di conifere nei dintorni di frazioni abitate.

Parte meridionale dell'area di progetto. Sullo sfondo a sinistra l'Area naturale protetta di interesse locale della Sterpaia, a destra la Centrale termoelettrica Enel "Torre del sale".

Vista sugli stagni salmastri di Orti, all'interno dell'Oasi WWF Padule di Orti-Bottagone, dalla strada che corre sul lato occidentale dell'area stessa.

Vista sulla parte sud/ sud-est del layout di progetto, nell'intorno della posizione teorica dell'aerogeneratore PB4, posta sullo sfondo a sinistra nella foto. Si noti poi a destra l'argine del fiume Cornia, che circonda l'area sia ad est che a sud, nonché l'isolata frazione abitata con relativa vegetazione adiacente, costituita perlopiù da oliveti, qualche orto ed isolate conifere.

Dettaglio di una porzione dell'area più meridionale.. Sullo sfondo si noti l'esteso complesso industriale di Tenaris, il parco eolico "Torre del sale" e la centrale termoelettrica Enel.

La presenza di isolati filari di conifere immersi nel contesto agricolo costituisce un habitat favorevole al riposo e riproduzione di alcune specie come il Gufo comune, osservato in quest'area (porzione nord-ovest del layout di progetto) durante due uscite notturne.

Veduta della porzione occidentale dell'area di studio, caratterizzata da notevoli estensioni di campi a cereali e foraggere, con isolati filari o agglomerati di conifere e/o altre latifoglie.

Habitat nella porzione nord-orientale dell'area di studio, caratterizzato da colture cerealicole alternate a filari di conifere a bordura della rete viaria e ad un'area adibita alla raccolta di tappeti erbosi per i campi da golf.

Per poter fornire elementi oggettivi per la caratterizzazione dell'area di progetto sotto il profilo avifaunistico, si è fatto poi riferimento al lavoro, citato in premessa, svolto dalla Regione Toscana e dal Centro Ornitologico Toscano in relazione alla "Sensibilità dell'avifauna agli impianti eolici in Toscana" (2013 – Sposimo et al.).

Tale studio si pone gli obiettivi di:

- classificare il territorio regionale in base ai livelli di rischio per l'avifauna
- definire i livelli di rischio per le singole specie vulnerabili

ed è articolato in tre parti: a prima relativa all'individuazione delle specie sensibili, la seconda relativa all'individuazione delle aree a differente criticità ed infine la terza all'individuazione dei livelli critici di mortalità indotta da impianti eolici.

4.2 Individuazione delle specie sensibili presenti nella Regione Toscana

Come detto, il primo passo del lavoro di Sposimo et al. è consistito nel classificare la le specie nidificanti e migratrici secondo un punteggio di sensibilità agli impianti eolici.

"*I punteggi di sensibilità sono stati attribuiti secondo la seguente tabella. Per le specie migratrici o svernanti ai fini della valutazione della perdita di habitat e disturbo è stato considerata solo la rarità dell'habitat frequentato durante lo svernamento o per il riposo durante la migrazione, non essendo possibile compiere specifiche valutazioni al riguardo relative al volo migratorio. A questo riguardo* ***l'effetto barriera per i migratori non è stato***

preso in particolare considerazione *perché si è ritenuto che a scala regionale potesse avere un impatto trascurabile, tanto più che* ***mancano situazioni dove il flusso di migratori che attraversa la Toscana si concentri in passaggi talmente esigui che possano essere bloccati o deviati da impianti eolici, con un impatto significativo sulla migrazione****.*"

Specie nidificanti

Tabella 1. Criteri di attribuzione del livello di sensibilità delle specie nidificanti nell'area del parco eolico in progetto.

SPECIE NIDIFICANTI o POTENZIALMENTE NIDIFICANTI	
MORTALITÀ	
Tipo di volo/attività *Rischio di impatto dovuto al tipo di volo/attività*	**Punteggio**
Specie che compie pochi spostamenti e/o di breve raggio, oppure che nel corso dei propri spostamenti rimane quasi sempre all'interno della vegetazione o a breve distanza da essa; movimenti tra i siti di nidificazione ad aree di foraggiamento distanti, nulli o minimi	1
Specie che compie frequenti spostamenti, con voli non solo di spostamento lineare ma talvolta anche di sfruttamento di correnti ascensionali; movimenti tra i siti di nidificazione ad aree di foraggiamento possibili o frequenti, ma a breve altezza rispetto al suolo	2
Specie che passa molto tempo in volo, in particolare sfruttando correnti ascensionali e/o in attività di ricerca del cibo in volo a quote di alcune decine di metri rispetto al suolo; specie che compie con frequenza almeno quotidiana lunghi spostamenti tra siti di nidificazione ad aree di foraggiamento distinte	3
Home range *Rischio di impatto legato all'ampiezza dei movimenti quotidiani*	**Punteggio**
Home range giornaliero di ridotta estensione (pochi ettari al massimo)	1
Home range giornaliero di media estensione (poche decine di ettari)	2
Home range giornaliero esteso con ampi movimenti quotidiani (centinaia di ettari, molti km percorsi quotidianamente)	3
Demografia *Ripercussioni determinate dalla mortalità aggiuntiva sulla dinamica di popolazione*	**Punteggio**
Specie a produttività annua media o elevata (>2) e/o età riproduttiva pari a 1	1
Specie a produttività annua media (> 1) e/o età riproduttiva pari a 2-3	2
Specie a produttività annua bassa (<1) e/o età riproduttiva superiore a 3	3
PERDITA DI HABITAT E DISTURBO	
Rarità dell'habitat frequentato nell'area di studio *Grado di concentrazione determinato dalla disponibilità di habitat di nidificazione nell'area di studio*	**Punteggio**
Specie che frequenta habitat largamente diffusi che occupano una percentuale significativa del territorio dell'area di studio (es. campi di colture cerealicole e foraggere); si applica anche a specie che non sono particolarmente comuni	1
Specie che frequenta habitat moderatamente diffusi, che dunque occupano una percentuale apprezzabile del territorio dell'area di studio (es. orti, oliveti, vigneti, zone arbustive, centri abitati).	2

Specie che frequenta habitat rari, che occupano una superficie minima del territorio dell'area di studio (es. ruderi, pascoli e zone steppiche, boschi e filari di piante, aree umide, fiumi e canali)	3
Vulnerabilità dell'habitat di nidificazione/alimentazione *Probabilità che l'habitat di una specie si trovi in siti selezionabili per la realizzazione di un aerogeneratore nell'area di studio*	**Punteggio**
Specie che frequenta habitat in cui è poco probabile che sia realizzato un aerogeneratore	1
Specie che frequenta habitat in cui è mediamente probabile che sia realizzato un aerogeneratore	2
Specie che frequenta habitat in cui è molto probabile che sia realizzato un aerogeneratore	3

CONSERVAZIONE				
Status conservazionistico *Valutazione complessiva dello stato a differenti scale geografiche*				
DU	**IUCN**	**BI-Eu**	**LRI**	**Punteggio**
All.1	Qualsiasi classificazione	Qualsiasi classificazione	Qualsiasi classificazione	4
Altri all.	CR, EN, VU	Qualsiasi classificazione	Qualsiasi classificazione	
Altri all.	NT, LC	SPEC1	Qualsiasi classificazione	
		Qualsiasi classificazione	CR	
Altri all.	NT	SPEC2, SPEC3	Qualsiasi classificazione	3
Altri all.	NT, LC	Qualsiasi classificazione	EN, VU	
Altri all.	LC	SPEC2, SPEC3	Qualsiasi classificazione	2
		Qualsiasi classificazione	NT	
Altri all.	LC	Non SPEC	LC	1
Specie esotica o introdotta a fini venatori				0

Significatività *Importanza della popolazione regionale rispetto al contesto nazionale e densità di presenza locale*	**Punteggio**
Specie esotica	0
Specie la cui popolazione regionale è scarsamente significativa (margine dell'areale, trascurabile rispetto alla popolazione italiana) o di densità mediocre	1
Specie la cui popolazione regionale è mediamente significativa (presente regolarmente nella regione con popolazioni di importanza relativa) o di densità media	2
Specie la cui popolazione regionale è altamente significativa (importanza nazionale o europea) o con densità importante	3

SPECIE MIGRATRICI	
MORTALITÀ	
Tipo di volo/attività *Rischio di impatto dovuto al tipo di volo/attività*	**Punteggio**
Specie che non si concentra in particolari situazioni ambientali o geografiche e non utilizza correnti ascensionali.	1

Specie che talvolta si concentra in situazioni ambientali o geografiche particolari, utilizzando anche correnti ascensionali.	2
Specie che sfrutta correnti ascensionali e/o si concentra in situazioni ambientali o geografiche particolari (es. molti rapaci)	3
Demografia *Ripercussioni determinate dalla mortalità aggiuntiva sulla dinamica di popolazione*	**Punteggio**
Specie a produttività annua media o elevata (>2) e/o età riproduttiva pari a 1	1
Specie a produttività annua media (> 1) e/o età riproduttiva pari a 2-3	2
Specie a produttività annua bassa (<1) e/o età riproduttiva superiore a 3	3
PERDITA DI HABITAT E DISTURBO	
Rarità dell'habitat frequentato nell'area di studio *Grado di concentrazione determinato dalla disponibilità di habitat di sosta/alimentazione nell'area di studio*	**Punteggio**
Specie che frequenta habitat largamente diffusi che occupano una percentuale significativa del territorio dell'area di studio (es. campi di colture cerealicole e foraggere); si applica anche a specie che non sono particolarmente comuni	1
Specie che frequenta habitat moderatamente diffusi, che dunque occupano una percentuale apprezzabile del territorio dell'area di studio (es. oliveti, vigneti, boschi e filari di piante).	2
Specie che frequenta habitat rari, che occupano una superficie minima del territorio dell'area di studio (es. ruderi e abitazioni, pascoli e zone steppiche, zone umide e torrenti, pareti argillose e calanchi)	3

CONSERVAZIONE			
Status conservazionistico *Valutazione complessiva dello stato a differenti scale geografiche*			
DU	**IUCN**	**BI-Eu**	**Punteggio**
All.1	Qualsiasi classificazione	Qualsiasi classificazione	4
Altri all.	CR, EN, VU	Qualsiasi classificazione	
Altri all.	NT, LC	SPEC1	
Altri all.	NT	SPEC2, SPEC3	3
Altri all.	LC	SPEC2, SPEC3	2
Altri all.	LC	Non SPEC	1
Significatività *Importanza della popolazione migratrice regionale rispetto al contesto nazionale e/o densità di presenza locale*			
Specie esotica			0
Specie la cui popolazione regionale è scarsamente significativa (margine dell'areale, trascurabile rispetto alla popolazione italiana) o di densità mediocre			1
Specie la cui popolazione regionale è mediamente significativa (presente regolarmente nella regione con popolazioni di importanza relativa) o di densità media			2

Specie la cui popolazione regionale è altamente significativa (importanza nazionale o europea) o con densità importante	3

I punteggi ottenuti sono stati quindi combinati in modo da avere un unico punteggio finale secondo le seguenti espressioni:

*Nidificanti: [(tipo di volo + home range) * demografia + rarità habitat + vulnerabilità habitat + conservazione] * significatività*

*Migratori e svernanti: [tipo di volo * demografia + rarità habitat + conservazione] * significatività*

Queste modalità di combinazione dei singoli punteggi sono senz'altro soggettive, ma modalità alternative, seguite in via esplorativa, hanno portato sostanzialmente alle medesime graduatorie finali. Le modalità di combinazione utilizzate, d'altra parte, puntano a pesare l'apporto dei diversi parametri considerati in maniera proporzionale al loro effetto: per questo motivo, ad esempio, il parametro demografia è stato moltiplicato per la somma degli parametri collegati alla mortalità. È da notare, infine, che in altre indagini volte a stabilire una classifica di specie sensibili agli impianti eolici, la selezione finale delle specie è avvenuta a giudizio degli autori (Bright et al. 2008, Desholm 2009) oppure combinando i punteggi relativi a differenti parametri in maniera soggettiva (Noguera et al. 2010).

Una volta calcolato il punteggio complessivo, le specie sono state suddivise secondo tre categorie di sensibilità: alta, media e bassa. Nella prima ricadono le specie il cui punteggio complessivo ricade nel 10% superiore della distribuzione complessiva di tutti i punteggi; nella seconda quelle comprese tra il 60 ed il 90%, nella terza le restanti.

Di seguito si riportano le tabelle in cui sono raggruppate, rispettivamente, le specie nidificanti e migratrici, ordinate in ordine decrescente di punteggio totale.

		Mortalità			Habitat		Conservazione		
Nome Italiano	Nome Scientifico	volo/attività	home range	demografia	perdita/disturbo	Vulnerabilità	status	significatività	Punteggio totale
Biancone	*Circaetus gallicus*	3	3	3	2	2	3	3	75
Lanario	*Falco biarmicus*	3	3	2	3	2	3	3	60
Berta minore	*Puffinus yelkouan*	1	3	3	2	1	4	3	57
Aquila reale	*Aquila chrysaetos*	3	3	3	3	3	2	2	52
Gracchio corallino	*Pyrrhocorax pyrrhocorax*	2	2	2	2	3	2	3	45
Gracchio alpino	*Pyrrhocorax graculus*	2	2	2	2	3	1	3	42
Gabbiano corso	*Larus audouinii*	1	2	2	2	1	4	3	39
Nibbio reale	*Milvus milvus*	3	3	2	2	2	3	2	38
Moretta tabaccata	*Aythya nyroca*	2	2	1	3	1	4	3	36
Nibbio bruno	*Milvus migrans*	3	3	2	2	2	2	2	36
Berta maggiore	*Calonectris diomedea*	1	3	3	2	1	2	2	34
Falco di palude	*Circus aeruginosus*	1	3	1	3	1	3	3	33
Falco pecchiaiolo	*Pernis apivorus*	3	3	2	1	2	1	2	32
Nitticora	*Nycticorax nycticorax*	3	3	1	3	1	3	2	26
Piccione selvatico	*Columba livia*	3	3	1	3	2	2	2	26

Specie nidificanti

		Mortalità		Habitat	Conservazione		
Nome italiano	Nome scientifico	volo/attività	demografia	perdita/disturbo	status	significatività	Punteggio totale
Biancone	*Circaetus gallicus*	3	3	1	2	3	36
Fenicottero	*Phoenicopterus roseus*	2	3	3	2	3	33
Gru	*Grus grus*	3	2	3	2	3	33
Moretta tabaccata	*Aythya nyroca*	2	1	3	4	3	27
Berta minore	*Puffinus yelkouan*	1	3	1	4	3	24
Falco pescatore	*Pandion haliaetus*	3	2	3	2	2	22
Cicogna nera	*Ciconia nigra*	3	2	2	2	2	20
Nibbio reale	*Milvus milvus*	3	2	1	3	2	20
Chiurlo maggiore	*Numenius arquata*	2	2	3	3	2	20
Oca selvatica	*Anser anser*	2	1	3	1	3	18
Cicogna bianca	*Ciconia ciconia*	3	2	1	2	2	18
Nibbio bruno	*Milvus migrans*	3	2	1	2	2	18
Aquila minore	*Aquila pennata*	3	2	1	2	2	18
Falco pecchiaiolo	*Pernis apivorus*	3	2	1	1	2	16
Aquila anatraia maggiore	*Aquila clanga*	3	3	3	4	1	16
Aquila di mare	*Haliaeetus albicilla*	3	3	3	4	1	16

Specie migratrici

Sia tra le specie nidificanti che tra quelle migratrici o svernanti, il raggruppamento di uccelli più rappresentato è quello degli ***uccelli veleggiatori*** *(rapaci diurni, gru e cicogne), cui si associano alcuni uccelli marini nidificanti, ed alcuni uccelli acquatici. Tra i nidificanti è presente anche una specie molto localizzata, il Piccione selvatico. Sono tuttavia differenti i fattori che determinano la selezione delle diverse specie. Per* ***i rapaci ed i veleggiatori*** *pesa soprattutto il* ***rischio di mortalità****, in alcuni casi enfatizzato dalla strategia riproduttiva della specie che comporta un* ***alto punteggio relativo alla demografia****, mentre per le* ***specie acquatiche è la perdita dell'habitat il fattore preponderante****. Ovviamente, i punteggi relativi all'impatto degli impianti eolici sulle popolazioni sono poi aumentati per quelle specie di elevato interesse conservazionistico e/o presenti in Toscana con popolazioni particolarmente importanti.*

Di seguito si riportano le descrizioni delle specie, tra quelle evidenziate come maggiormente significative, la cui presenza nell'area di studio è stata anche confermata nei monitoraggi primaverili:

- ***Il Biancone ha totalizzato il punteggio maggiore****, sia tra i nidificanti che i migratori. Rapace diurno di grandi dimensioni (185-195 cm di apertura alare), ha una dieta basata quasi esclusivamente sui serpenti. Presente da marzo a settembre (ottobre), attualmente è piuttosto d****iffuso in tutte le aree collinari e montane della regione****, dove si insedia in settori in cui boschi, utilizzati per nidificare, sono alternati a spazi aperti, utilizzati per cacciare. L'attuale diffusione è il frutto di un processo di espansione in corso negli ultimi decenni che ha portato alla diffusione della specie in gran parte della regione a partire dai settori collinari della Toscana centrale (province di Pisa, Siena e Grosseto). Questa*

specie ha totalizzato il punteggio più alto sia tra i nidificanti che i migratori, in virtù del rischio relativamente elevato di mortalità per collisione, per le caratteristiche demografiche, per l'elevato interesse conservazionistico e per la significatività della popolazione che nidifica o transita attraverso la Toscana.

Nel corso dei monitoraggi della primavera 2023 la specie è stata osservata regolarmente.

- *La **Moretta tabaccata** è un'anatra le cui popolazioni mondiali, distribuite nell'Europa meridionale ed orientale oltre che in alcune regioni dell'Asia, sono in declino. Confinata alle aree palustri con piccoli specchi d'acqua ricchi di vegetazione sommersa, in Toscana è presente tutto l'anno, con una piccola popolazione nidificante (1-5 coppie), pressoché confinata alle zone umide della Valdichiana, e con modesti contingenti migratori e svernanti, più ampiamente distribuiti (Arcamone and Puglisi 2006, 2008; Arcamone et al. 2007). La popolazione toscana, seppure di dimensioni contenute, rappresenta comunque una frazione rilevante di quella nazionale (Melega 2007).*

  La specie ha totalizzato un punteggio elevato sia tra quelle nidificanti che tra quelle migratrici e svernanti in quanto concentrata in pochi siti e perché di elevato interesse conservazionistico.

  La sua presenza nell'area di studio è da ritenersi limitata al Padule di Orti-Bottagone (in particolare Bottagone).

- *Il **Falco di palude** è un rapace presente tutto l'anno in Toscana, con una popolazione nidificante di circa 30-40 coppie concentrata in 6-7 siti caratterizzati dalla presenza di habitat palustri sufficientemente estesi (Banca Dati del COT), una popolazione svernante, diffusa in tutte le zone umide di maggiori dimensioni e le circostanti bonifiche purchè con disturbo limitato (Arcamone et al. 2007); la Toscana è poi attraversata da un importante flusso migratorio sostenuto dalle popolazioni dell'Europa centrale ed orientale (Spina and Volponi 2008). Questa specie è caratterizzata da un'alta produttività ed i giovani vengono reclutati nella popolazione riproduttiva a 2-3 anni d'età (Clarke 1995, Cramp and Simmons 2006).*

  Il Falco di palude si alimenta nelle zone umide o in aree aperte ad esse circostanti, che sorvola a pochi metri di quota per sorprendere una vasta gamma di prede; caccia anche ad alcuni chilometri dai siti di nidificazione (Cardador and Mañosa 2011, Clarke 1995), mentre durante le migrazioni alterna volo battuto e veleggiato, sfruttando le correnti ascensionali per prendere quota.

  Questa specie ha ottenuto un punteggio relativamente elevato tra quelle nidificanti per il rischio di mortalità legato all'ampiezza dei suoi spostamenti giornalieri, per la concentrazione in pochi siti e per lo stato di conservazione sfavorevole a livello nazionale associato alla rilevanza della popolazione toscana, che rappresenta una frazione importantissima di quella nazionale.

  Durante i monitoraggi primaverili 2023 la specie è stata osservata con una certa regolarità, sia con soggetti in alimentazione e in probabile sosta migratoria, sia individui

probabilmente estivanti o nidificanti nell'area immediatamente limitrofa ad Orti-Bottagone.

- *Il **Falco pecchiaiolo** è un rapace specializzato nella predazione di Imenotteri; è una specie nidificante estiva, che si insedia tardivamente nei quartieri riproduttivi. In Toscana è piuttosto diffusa in tutti i settori collinari e montani dove spazi aperti si alternino ad aree boscate; la regione è attraversata anche da un flusso rilevante di individui delle popolazioni dell'Europa centrale, orientale e settentrionale (Spina and Volponi 2008).*

  La specie ha una produttività intorno ad 1, mentre la prima nidificazione può avvenire già dal primo anno anche se non è la regola (Cramp and Simmons 2006).

  Il Falco pecchiaiolo ha totalizzato un punteggio di sensibilità alto, anche se molto distante dalle prime posizioni, sia per gli uccelli nidificanti che per quelli migratori/svernanti principalmente per le caratteristiche di volo.

  Il sito di progetto, essendo caratterizzato perlopiù da estese aree aperte, è da ritenersi un'area più probabilmente utilizzata a fini trofici da parte di questa specie, sebbene questa sia segnalata come nidificante possibile anche nella piana del Cornia (Lardelli et al., 2022).

- *Il **Falco pescatore**, l'Aquila di mare e l'Aquila anatraia maggiore sono grandi rapaci legati alle zone umide di grande estensione. Sono tutte specie migratrici e svernanti, la prima in maniera regolare, le altre in maniera irregolare e con singoli individui, anche se recentemente la loro presenza è divenuta più frequente (Banca Dati del COT). Numerosi soggetti giovani di Falco pescatore sono stati ntrodotti negli ultimi anni nel Parco Regionale della Maremma, nell'ambito di uno specifico progetto sulla specie, che ha portato all'insediamento di una coppia nidificante. Le due specie di aquile hanno una produttività media non superiore ad un giovane/nido e età di prima riproduzione non inferiore a quattro anni; per il Falco pescatore la produttività è di 1-2 giovani/nido e l'età della prima riproduzione è di norma tre anni (Cramp and Simmons 2006). Le tre specie hanno totalizzato alti punteggi complessi di sensibilità, soprattutto in virtù del rischio di collisione, della demografia (aquile) e dello stato di conservazione sfavorevole.*

  La presenza del falco pescatore sulle coste toscane è relativamente recente e le uniche aree di nidificazione note sino al 2016 si trovavano in provincia di Grosseto. Solo a partire dal 2019 anche presso la Padule di Orti-Bottagone si è insediata una coppia (Antares e Ameriga) che ha dato alla luce 3 pulcini, rappresentando così l'unico sito di nidificazione della specie in provincia di Livorno e nei pressi dell'area di impianto. Da allora la specie si riproduce regolarmente nel sito e anche durante i monitoraggi primaverili 2023 sono stati osservati 3 giovani e due adulti, oltre ad un soggetto "estraneo" probabilmente in sosta migratoria e alimentazione presso l'Oasi di Orti-Bottagone.

Oltre a tali specie, i monitoraggi ad oggi condotti hanno rilevato la presenza delle seguenti **ulteriori specie**, che però, per le loro caratteristiche, rientrano tra le specie caratterizzate da una **bassa significatività** in relazione alla installazione di parchi eolici:

- **Albanella Minore**: La specie è segnalata come nidificante probabile nell'Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia (Lardelli et al., 2022) nel periodo 2010-2016 per la macro-area comprensiva dell'area di impianto. Il mix di alternanza di colture foraggere e cerealicole a prevalenza di grano può considerarsi habitat potenzialmente idoneo alla specie, sia come area di caccia che di nidificazione. La specie è stata osservata solamente una volta durante i monitoraggi nella primavera 2023: un immaturo al secondo anno di calendario in caccia e interazione con un Falco di palude.

  Nello studio di Sposimo et al. la **significatività** attribuita a tale specie è pari a **18**, ritenuta pertanto poco significativa rispetto ai potenziali impatti generati da un impianto eolico.
- **Avocetta**: La specie non è segnalata come nidificante nell'Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia (Lardelli et al., 2022) nel periodo 2010-2016 per la macro-area comprensiva dell'area di impianto. La nidificazione avviene a terra in aree umide di acqua dolce o salmastra, dunque la sua presenza, certa o probabile, è da ritenersi limitata al Padule di Orti-Bottagone e all'area costiera limitrofa, uniche aree idonee alla riproduzione e sosta di queste specie. Durante i rilievi primaverili 2023 la specie è stata osservata regolarmente nell'Oasi succitata con diversi individui (una decina) e a fine giugno è stata confermata la nidificazione in loco con l'osservazione di almeno 2 pulli di due differenti coppie (minimo 1 cad.).

  Tale specie non risulta essere stata considerata nello studio di Sposimo et al., di seguito si riporta il calcolo della significatività attribuendo i parametri previsti da tale studio per i nidificanti:

  Mortalità: volo (1), home range (1), demografia (1)

  Habitat: perdita (3), Vulnerabilità (2)

  Conservazione: status (3), significatività (2)

  Il punteggio di **significatività** è quindi pari a: [(tipo di volo + home range) * demografia + rarità habitat + vulnerabilità habitat + conservazione] * significatività = **20**.

  Tale valore dallo studio di Sposimo viene considerato di scarsa significatività.
- **Occhione**: La specie è segnalata come nidificante probabile nell'Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia (Lardelli et al., 2022) nel periodo 2010-2016 per la macro-area comprensiva dell'area di impianto. Il contesto agricolo eterogeneo caratterizzato da appezzamenti adibiti ad orti, alternati a frutteti, oliveti e vigneti rappresentano un habitat

sub-ottimale per l'alimentazione e la riproduzione della specie, vista la mancanza di aree xeriche adibite al pascolo, campi con vegetazione rada a substrato sassoso o estesi greti fluviali. La specie è stata rilevata con un paio di territori solamente durante i monitoraggi notturni.

Nello studio di Sposimo et al. la **significatività** attribuita a tale specie è pari a **18**, ritenuta pertanto poco significativa rispetto ai potenziali impatti generati da un impianto eolico.

- **Succiacapre**: La specie è segnalata come nidificante probabile nell'Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia (Lardelli et al., 2022) nel periodo 2010-2016 per la macro-area comprensiva dell'area di impianto. La specie si riproduce in ambienti aperti, con scarsa vegetazione di tipo prevalentemente arbustivo o erbaceo, compresi i seminativi e le aree agricole eterogenee, preferibilmente in ambienti in cui si alternano aree a latifoglie decidue (Quercus, Tilia, Acer) o conifere (Pinus), aree cespugliate e presenza di substrato roccioso affiorante. Nell'area di studio queste tipologie ambientali ricoprono un'estensione irrisoria, tant'è che sebbene la specie venga segnalata come nidificante probabile nell'area di progetto, non vi sono stati contatti durante i rilievi notturni nella primavera 2023.

  Nello studio di Sposimo et al. la **significatività** attribuita a tale specie è pari a **10**, ritenuta pertanto poco significativa rispetto ai potenziali impatti generati da un impianto eolico.

- **Ghiandaia marina**: L'Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia (Lardelli et al., 2022) nel periodo 2010-2016 riporta la presenza della specie come nidificante nella macro-area comprensiva dell'area di impianto, in particolare come nidificante probabile nel settore nord-ovest e sud-est, mentre come certo in quello di nord-est. La presenza di ambienti eterogenei ed ecotonali, seppur molto limitati e inseriti in un contesto antropizzato piuttosto marcato a livello agricolo e infrastrutturale, favorisce la presenza della specie, sia a fini trofici che di nidificazione. La presenza di alcune cavità naturali su pianta, specialmente Pino domestico ma anche Eucalipto e Pioppo, nonché di qualche isolato rudere con cavità artificiali, rappresentano ulteriori fattori che favoriscono la nidificazione nell'area. Nel Lazio è stato inoltre osservato che la specie può sfruttare le casse dei trasformatori sui pali elettrici o i fori nei pali di cemento come sito riproduttivo, comportamento potenzialmente adottabile anche in alcuni punti dell'area di impianto. Si segnala infatti che alcune coppie o individui singoli sono stati osservati proprio vicino a quest'ultima tipologia di probabile sito di nidificazione.

  Nello studio di Sposimo et al. la **significatività** attribuita a tale specie è pari a **20**, ritenuta pertanto poco significativa rispetto ai potenziali impatti generati da un impianto eolico.

- **Calandrella**: La specie è segnalata come nidificante probabile nell'Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia (Lardelli et al., 2022) nel periodo 2010-2016 per la macro-area comprensiva dell'area di impianto. La presenza di alcuni rari coltivi con substrato sassoso e vegetazione bassa e rada, rendono l'area potenzialmente idonea alla nidificazione della specie nonché all'eventuale sosta per alimentazione durante il periodo migratorio. Nell'area di studio frequenta specialmente le aree interne ad agricoltura intensiva, in particolare coltivazione di ceci, anche se è osservabile in aree litoranee dove un tempo, con meno impianti industriali, il territorio era a lei più favorevole per la riproduzione (L.Vanni rif.).

  Nello studio di Sposimo et al. la **significatività** attribuita a tale specie è pari a **8**, ritenuta pertanto poco significativa rispetto ai potenziali impatti generati da un impianto eolico.

4.3 Classificazione delle aree sensibili per la migrazione

Dall'analisi dei punteggi ottenuti per le specie migratrici è risultato come essenzialmente ***i gruppi di specie sensibili all'impatto su aerogeneratori siano rappresentati da gru, cicogne e alcuni rapaci diurni, appartenenti soprattutto alla famiglia degli Accipitriformes.***

Tutte queste specie sono caratterizzate da una ampia superficie alare ed hanno in comune tra loro la caratteristica di ***sfruttare durante la migrazione le correnti ascensionali che si creano in determinate situazioni geografiche per salire di quota e successivamente scivolare spostandosi da una corrente ascensionale all'altra****. Un'altra importante caratteristica degli uccelli che migrano sfruttando il volo veleggiato è quella del* ***gregarismo*** *(Kerlinger, 1989). Spesso infatti si creano grandi gruppi di veleggiatori che utilizzano la stessa corrente termica per alzarsi di quota, e spesso questi gruppi sono visibili da grandi distanze da altri veleggiatori in migrazione e utilizzati per individuare la successiva corrente ascensionale. Questo fa si che i veleggiatori in migrazione creino delle vere e proprie* ***"strade nel cielo" che vanno da una corrente ascensionale alla successiva****.*

In aree particolarmente omogenee dal punto di vista orografico, queste "strade" tendono generalmente ad essere molto larghe (Bildstein, 2006), diluendo di fatto il numero dei migratori su ampie superfici. In determinate situazioni invece, ad esempio ***lungo la costa o prima dell'attraversamento di un tratto di mare, tali "strade" possono diventare molto strette, concentrando grandi numeri di migratori in zone relativamente piccole****.*

La definizione delle rotte e soprattutto delle aree di concentrazione non è tuttavia facile, e richiede una grande mole di dati raccolta con metodologie mirate, ad oggi disponibili in Toscana solo per alcuni siti. Inoltre, le conoscenze sono ancora più scarse per le specie più rare e quindi di maggior interesse conservazionistico. Viste le

caratteristiche comuni dei gruppi di specie considerati, è comunque ragionevole ritenere che il loro flusso attraverso il territorio toscano segua grossomodo le medesime dinamiche spaziali (Spaar, 1997; Bildstein, 2006).

Assumendo questa affermazione come punto di partenza, si è quindi deciso per la redazione della presente relazione di sfruttare le conoscenze acquisite su alcune specie di rapaci veleggiatori relativamente comuni (segnatamente il Falco di palude, il Falco pecchiaiolo e il Biancone), per le quali si dispone di una rilevante mole di record all'interno della banca dati del Centro Ornitologico Toscano (1958 record georeferenziati riferibili a 11476 individui); quando possibile, l'analisi di questi dati è stata inoltre integrata con ulteriori dati disponibili in bibliografia e considerazioni su singole altre specie.

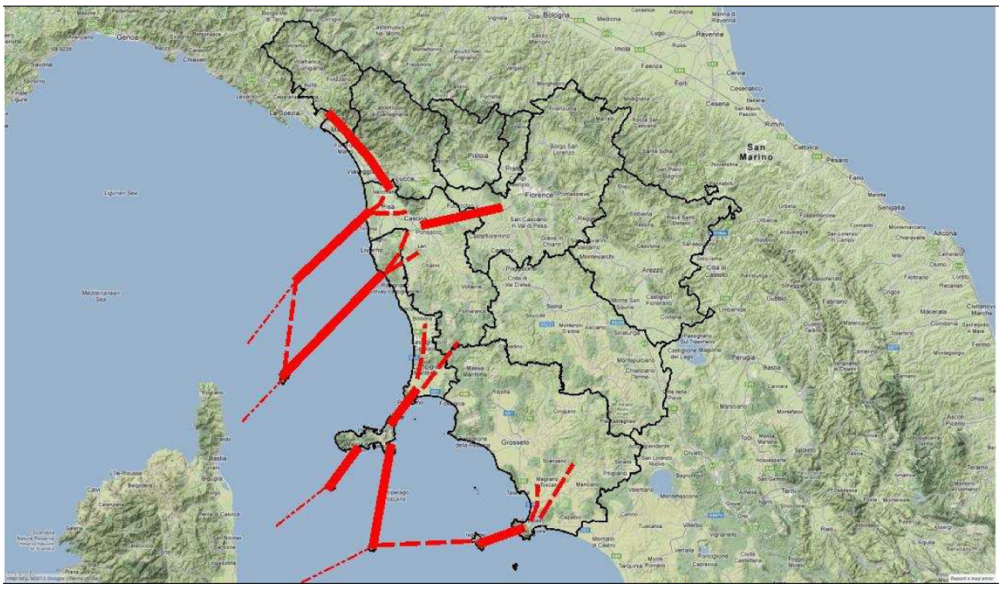
Vista l'esistenza di alcune differenze nelle rotte percorse e nel numero di uccelli coinvolti, si è preferito trattare separatamente la ***migrazione post-riproduttiva*** *e quella* ***pre-riproduttiva****. Inoltre, si è preferito fare una* ***trattazione separata anche per il biancone****, che, unico tra i rapaci europei, esegue una migrazione a circuito migrando in Africa attraverso Francia e Spagna (Agostini et al. 2002; Premuda, 2004) invece di seguire la direttrice NE-SW tipica degli altri rapaci migratori.*

Per ogni periodo migratorio e per le specie considerate, sono stati estratti dal database disponibile i dati di individui in migrazione, con criteri diversi di volta in volta a seconda di quanto conosciuto della fenologia della specie in esame. A questi si sono aggiunti quelli reperibili in bibliografia per le aree per cui sono disponibili dati raccolti secondo protocolli standardizzati per il rilevamento della migrazione (essenzialmente costa versiliese e Arcipelago Toscano).

Successivamente, tramite l'utilizzo del software Quantum GIS, i dati ottenuti sono stati proiettati su una carta e si è cercato, in base anche a conoscenze pregresse, di definire le probabili rotte percorse e le aree a maggior concentrazione individuando infine tre tipologie di aree, definite a criticità molto elevata, criticità elevata e media criticità

4.3.1 Migrazione pre-riproduttiva

Sulla base di un set di dati disponibile per il falco di palude e per il falco pecchiaiolo, Sposimo et al. hanno ricostruito la seguente schematizzazione delle principali rotte migratorie.



Numerose osservazioni fanno presupporre che i rapaci che transitano sulle isole più settentrionali dell'Arcipelago (max 200 ind. Falco pecchiaiolo, Capraia, maggio 2012; Paesani G., com.pers.), proseguano in direzione NE per approdare sulla terraferma nella zona compresa tra Livorno e Viareggio, attratti verosimilmente dai rilievi delle Colline Livornesi, del Monte Pisano e delle Apuane. Più a Sud, i rapaci utilizzano probabilmente le isole centrali per raggiungere attraverso l'Isola d'Elba il Promontorio di Piombino. Qui le osservazioni, seppur non sistematiche, sono numerose e riguardano gruppi anche consistenti, soprattutto per quanto concerne il Falco pecchiaiolo.

Una volta raggiunta la terraferma e superati i promontori e i luoghi collinari della costa, a giudicare dai dati disponibili il flusso tende a disperdersi nelle aree interne della regione seguendo probabilmente la direttrice SW-NE, ma senza che si possa individuare un pattern preciso. A supporto di tale considerazione, i dati raccolti secondo un protocollo standardizzato di osservazioni svolte in contemporanea su più stazioni con l'obbiettivo di quantificare la migrazione all'interno della provincia di Pisa, hanno mostrato come, sommando i dati delle varie postazioni, si evidenzino sia la direzionalità del flusso, sia le fluttuazioni dei numeri di migratori che mostrano andamenti coerenti con i picchi di migrazione noti per altri siti italiani (Puglisi e Paesani, 2008). Alcune specie, come ad esempio il falco di palude, il falco cuculo e l'albanella minore per quanto riguarda i rapaci, e la cicogna bianca per quanto concerne gli altri veleggiatori, mostrano inoltre una certa tendenza a spostarsi lungo le principali valli fluviali (es: Arno e, in misura inferiore, Cecina). Essendo tali specie più o meno fortemente legate ad ambienti umidi o alle piane alluvionali, questa tendenza è molto probabilmente legata alla ricerca di aree adatte all'alimentazione.

Rispetto a tali flussi migratori, il promontorio di Piombino rappresenta, come riportato da Sposimo et al., uno dei punti di approdo sulla terraferma, dal quale, sfruttando le successive correnti ascensionali, i flussi migratori si dirigono verso l'interno. Nello specifico, come riportato nella seguente analisi cartografica, l'area in cui sorge l'impianto è posta tra due alti

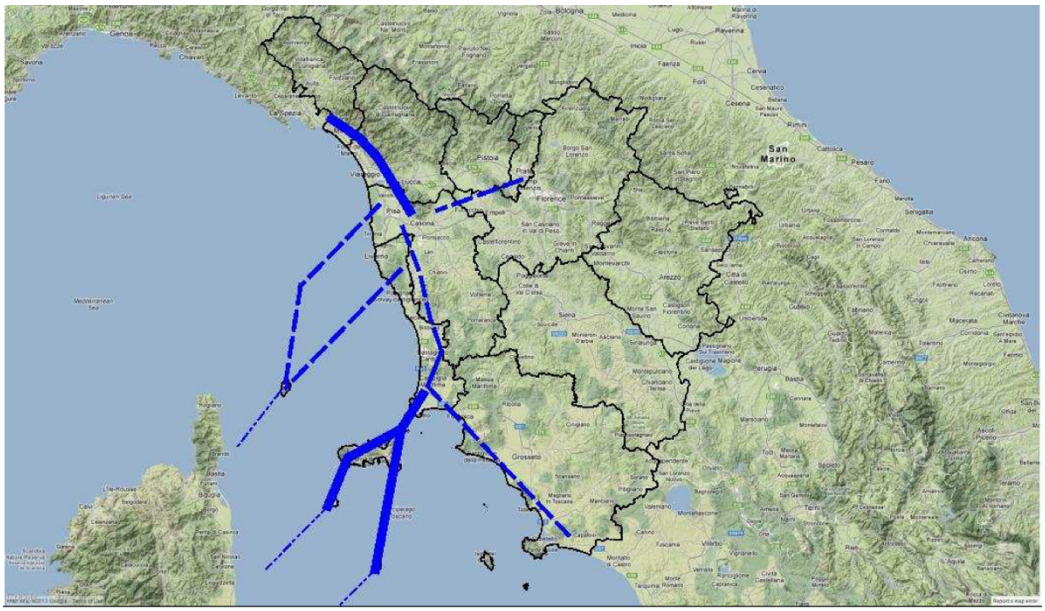
geomorfologici, il promontorio di Piombino, posto a circa 230 m.s.l.m. e il promontorio di Campiglia Marittima, che supera i 530 m.s.l.m.

Analizzando una eventuale ulteriore direttrice, come riportato nella immagine che segue, si rileva una condizione analoga, in cui l'area di progetto è posta certamente al di sotto della rotta che conduce i migratori verso i promontori dell'entroterra, dove possono avvantaggiarsi di nuove correnti ascensionali.

In sostanza, il volo dei migratori non può che avvenire a quote superiori a quelle degli aerogeneratori, la cui presenza non costituisce quindi alcun tipo di ostacolo, non innescandosi un rischio di collisione.

4.3.2 Migrazione post-riproduttiva

Sempre sulla base di un set di dati disponibile per il falco di palude e per il falco pecchiaiolo, Sposimo et al. hanno ricostruito la seguente schematizzazione delle principali rotte migratorie post riproduttive.



I movimenti autunnali appaiono orientati nuovamente secondo l'asse NE-SW, con direzionalità inversa rispetto alla migrazione pre-riproduttiva e il flusso appare di maggior consistenza rispetto a quanto accade nella migrazione primaverile.

Dopo il passaggio dell'Appennino, il flusso sembra continuare su ampio fronte per tutto il territorio regionale dirigendosi verso la costa lungo la direttrice S-SW, con ancora una certa predilezione per le valli fluviali mostrata da alcune specie. I dati raccolti in occasione del monitoraggio della migrazione autunnale nella provincia di Pisa (Puglisi e Paesani, 2008) sembrano confermare ancora una volta questa ipotesi.

Una volta giunto in prossimità del mare il flusso, almeno per quanto riguarda la Toscana settentrionale, tende ad incanalarsi seguendo la direzione della costa fino a raggiungere il Promontorio di Piombino che sembra fungere da vero e proprio trampolino di lancio. Da qui infatti, sfruttando le correnti ascensionali che si formano sull'Elba e su Pianosa, i rapaci riescono a proseguire verso SW raggiungendo le isole dell'asse sardo-corso attraversando il tratto di mare meno ampio e quindi con il massimo risparmio energetico.

Valgono le stesse considerazioni fatte per i flussi pre-riproduttivi, laddove i percorsi di avvicinamento al promontorio di Piombino si svolgono certamente a quote superiori a quelle degli aerogeneratori.

4.3.3 Biancone

Si è deciso di trattare questa specie a parte in quanto la Toscana ricopre un ruolo di importanza nazionale e internazionale (Baghino e Premuda, 2007) per la migrazione di questa specie. La fascia compresa tra le Alpi Apuane e la costa della Versilia, è infatti attraversata ogni anno in primavera e in autunno da migliaia di individui di biancone che rappresentano la quasi totalità della popolazione nidificante in Italia peninsulare (Baghino e Premuda, 2005).

La specie compie una migrazione molto particolare detta "a circuito" , che non segue le regole note per gli altri rapaci nella nostra penisola. Infatti in primavera invece di arrivare da Sud il biancone arriva nella nostra regione dai quadranti settentrionali, dopo aver attraversato lo Stretto di Gibilterra, la Spagna e la Francia meridionale (Premuda 2004). Superato l'arco ligure, la specie arriva in Toscana passando in gran parte sulla costa e concentrandosi in maniera molto marcata lungo tutto il versante apuano rivolto verso la pianura versiliese. Lungo questo corridoio che va dalle Alpi marittime alla Versilia, la migrazione di questa specie è stata molto studiata e i flussi sono molto ben conosciuti, sia durante la primavera (Premuda 2004; Baghino e premuda 2005; Baghino e Premuda, 2007), che durante il periodo autunnale (Agostini et al. 2002; Agostini et al. 2004; Baghino et al 2012), quando la migrazione si svolge esattamente al contrario, prima da Sud verso Nord e in seguito da Est verso Ovest lungo lo stesso percorso.

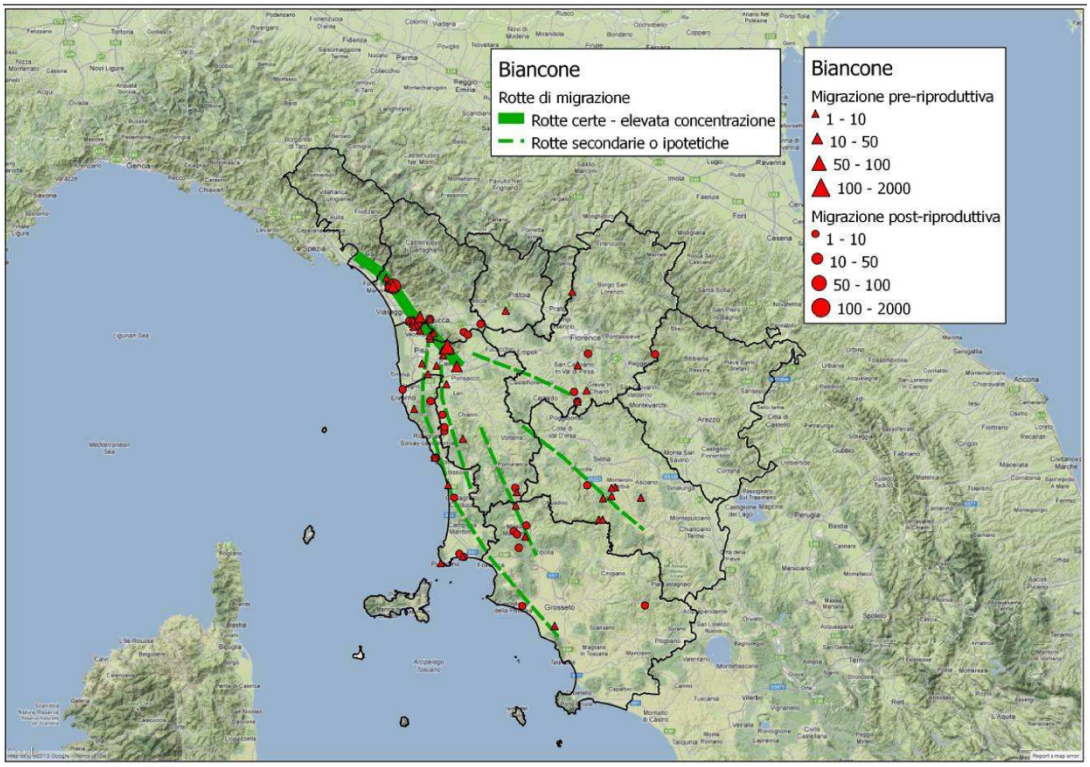
Per quanto riguarda il resto della Toscana le conoscenze sono più scarse; abbiamo quindi utilizzato i record disponibili nella Banca Dati del COT per cercare di individuare i punti di passaggio e possibile concentrazione al di fuori del corridoio versiliese.

In primavera i bianconi attraversano il tratto compreso tra la pianura versiliese e le Alpi apuane diretti verso Sud concentrati nelle prime settimane di marzo, con un picco intorno al 12 del mese (Baghino e Premuda, 2007) e massimi di più di 1600 individui conteggiati in 28 giorni di rilievi continuativi dalla già citata postazione di osservazione di Capriglia (Premuda, 2012). Una volta superata Capriglia, i bianconi proseguono verso Sud costeggiando i rilievi delle apuane verso il Monte pisano. Questo in particolare rappresenta l'ultimo punto di grande concentrazione (max. 68 ind.; Monte Serra, 20/03/2012) prima che i bianconi si disperdano verso Sud ampliando notevolmente il fronte del flusso.

Nonostante ad oggi non siano noti punti di forte concentrazione a Sud dell'Arno, i dati disponibili indicano che la costa, i rilievi delle Colline livornesi, le Colline metallifere e l'area del Chianti rappresentano dei punti di passaggio importanti per questa specie nel proseguire il viaggio verso i territori riproduttivi dell'Italia Centro-Meridionale.

Durante la migrazione autunnale, i dati disponibili indicano come il flusso proceda ad ampio fronte verso Nord lungo le medesime direttrici all'interno della Toscana, per concentrarsi nuovamente in maniera evidente a partire dal Monte Pisano a Sud e proseguendo verso Nord fino al confine regionale per tutto il corridoio compreso tra le Alpi Apuane e la costa, dove in occasione del campo di monitoraggio della migrazione autunnale di Capriglia sono stati contattati fino ad un massimo di 1743 individui nel settembre 2011 (Premuda 2011).

Di seguito si riporta la schematizzazione delle rotte migratorie del Biancone, da cui si evince che, a differenza degli altri rapaci, il promontorio di Piombino non è assolutamente interessato.

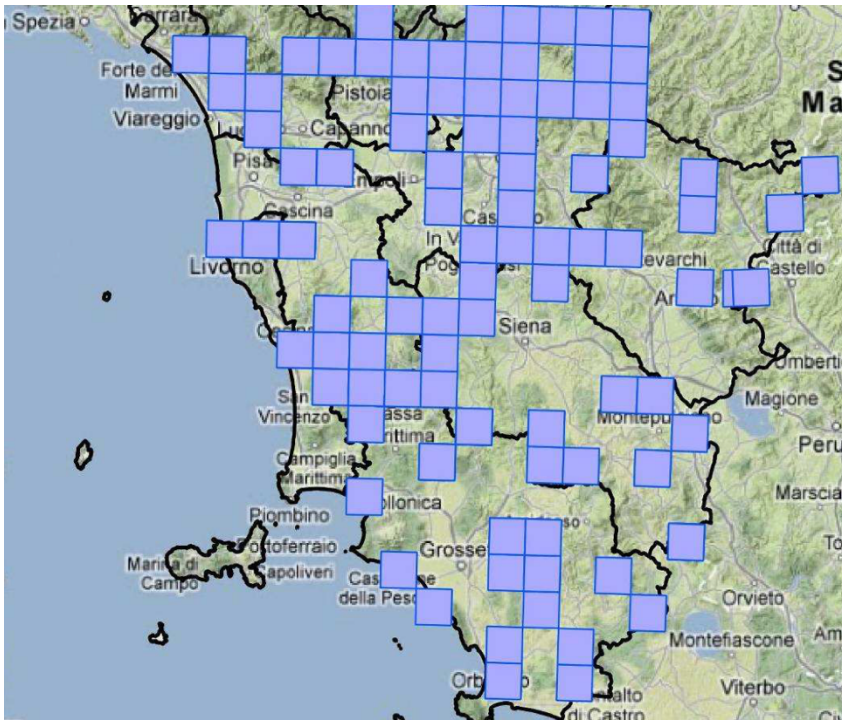


4.4 Classificazione delle aree interessate dalla nidificazione dei rapaci

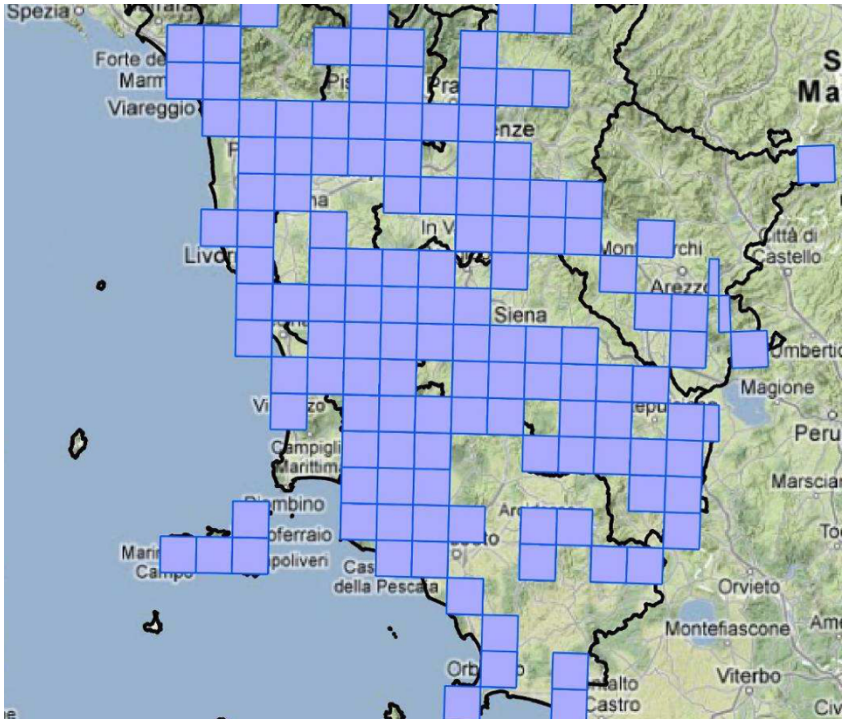
Le specie di rapaci nidificanti risultate sensibili, seppure con livelli diversi, agli impianti eolici, e che ricadono nei territori contermini all'area di progetto sono: Falco pecchiaiolo, Biancone, Falco di palude.

Di seguito si riportano le cartografie tematiche elaborate da Sposimo et al. per tali specie.

Falco di palude



Falco pecchiaiolo



Biancone

Poiché le diverse specie mostrano differenti gradi di sensibilità agli impianti eolici, hanno livelli di diffusioni differenti e le loro popolazioni hanno differenti valenze per la conservazione della specie a scala geografica più ampia, alle aree individuate sono stati associati diversi gradi di criticità. Le aree di nidificazione di Aquila reale e Lanario sono state classificate a **criticità molto elevata**, rispettivamente, a causa dell'alto punteggio di sensibilità, della concentrazione della

specie al loro interno e per la dipendenza da un numero limitato di siti. Le aree di maggior concentrazione di Biancone, Nibbio bruno e Nibbio reale sono state classificate a **criticità elevata** in quanto le tre specie sono risultate avere un punteggio alto o medio tra quelle nidificanti ad elevata sensibilità ma sono presenti con basse densità all'interno di un'area vasta del territorio regionale e non sono particolarmente vincolate a specifici siti di nidificazione. Sono state classificate come aree a **criticità media**, quelle individuate per Falco pecchiaiolo e Falco di palude, in quanto sono risultate avere un punteggio più basso tra le specie nidificanti ad elevata sensibilità.

4.5 Chirotteri

Per la caratterizzazione della Chirotterofauna potenzialmente presente è stata effettuata la disamina della letteratura disponibile, unitamente alla consultazione di banche dati regionali e degli archivi contenenti dati inediti in possesso degli scriventi.

Dato i pochi studi specifici pubblicati sui Chirotteri svolti nel territorio, si è ritenuto opportuno fare un quadro sulle conoscenze relative alla Chirotterofauna per l'intera regione Toscana, consultando le fonti bibliografiche che riportano dati sul territorio regionale.

Di seguito la lista completa delle fonti alle quali si è attinto:

- I Chirotteri italiani. Elenco delle specie con annotazioni sulla loro distribuzione geografica e frequenza nella Penisola (Gulino e Dal Piaz, 1939);
- Dati sulla distribuzione geografica e ambientale dei Chirotteri nell'Italia continentale e peninsulare (Fornasari et al., 1999);
- Habitat selection by the Mediterranean horseshoe bat, Rhinolophus euryale (Chiroptera: Rhinolophidae) in a rural area of southern Italy and implications for conservation (Russo et. al., 2002);
- Fauna d'Italia Vol. IV, Mammalia, generalità, Insectivora, Chiroptera. (Lanza, 1959);
- Fauna d'Italia. Mammalia V. Chiroptera. (Lanza, 2012)
- Iconografia dei Mammiferi d'Italia. Chirotteri. (Lanza e Agnelli, 1999);
- Linee guida per il monitoraggio dei chirotteri. Indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. (Agnelli et al., 2004);
- Checklist e distribuzione della fauna italiana - Mammalia Chiroptera (Agnelli 2005);

- Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend. (Genovesi, 2014)
- Dati di distribuzione del 4° Rapporto Nazionale ex art. 17 della Direttiva Habitat.

Sulla base della tipologia di opera in progetto, delle caratteristiche morfologiche ed ambientali dell'area oggetto di intervento e considerando la quantità e l'accuratezza dei dati bibliografici a disposizione, per stilare la *check-list* delle specie potenzialmente e/o realmente presenti nelle aree di intervento è stata analizzata la bibliografia precedentemente citata, andando a considerare i dati di presenza ricadenti in un buffer di 10 Km.

Di seguito la *check list* delle specie di Chirotteri individuate nell'area di studio con relativo stato di conservazione. Per la definizione dello stato di conservazione delle specie presenti nel territorio è stato fatto riferimento a:

- ✓ Direttiva 92/43 CEE "Habitat";
- ✓ Lista Rossa IUCN dei vertebrati italiani 2022 (Rondinini et alii, 2022);

Gli elementi individuati relativamente alle Liste Rosse IUCN, con l'inserimento per ciascuna specie della categoria di rischio di estinzione a livello globale e quella riferita alla popolazione italiana.

Si restituisce inoltre lo stato di conservazione complessivo in Italia delle specie di interesse comunitario ed il relativo *trend* di popolazione secondo quanto desunto dal IV Rapporto nazionale della Direttiva Habitat (http://www.reportingdirettivahabitat.it/) edito da ISPRA e dall'ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, recentemente ridenominato Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

Lo stato di conservazione complessivo viene definito come: "favorevole" per specie in grado di prosperare senza alcun cambiamento della gestione e delle strategie attualmente in atto; "inadeguato" per specie che richiedono un cambiamento delle politiche di gestione, ma non a rischio di estinzione; "cattivo" per specie in serio pericolo di estinzione (almeno a livello locale); "sconosciuto" quando le informazioni disponibili sono particolarmente carenti o inadeguate per permettere di esprimere un giudizio.

Tabella 2. Checklist delle specie presenti da letteratura nelle aree circostanti il Parco eolico proposto

Cod. RN2000	Nome Comune	Nome Scientifico	Direttiva Habitat 92/43/CEE		Ex art.17 Reg. MED	IUCN		Fonte dato (Bibl. Roost; Bioac.	Riferimenti bibliogr.
			ALL.II	All.IV		CAT. Globale	Lista Rossa Italia		
5365	Pipistrello di Savi	*Hypsugo savii*		X	→	LC	LC	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat
1307	Vespertilio di Monticelli	*Myotis blythii*	X	X	↓	LC	VU	Bibl	IV Report Direttiva Habitat
1316	Vespertilio di Capaccini	*Myotis capaccinii*	X	X	→	VU	EN	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat - ZSC IT6010028
1322	Vespertilio criptico	*Myotis crypticus*		X	→	LC	VU	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat
1324	Vespertilio maggiore	*Myotis myotis*	X	X	↓	LC	VU<	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat
1329	Orecchione grigio	*Plecotus austriacus*		X	↓	LC	NT	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat
2016	Pipistrello albolimbato	*Pipistrellus kuhlii*		X	→	LC	LC	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat
1309	Pipistrello nano	*Pipistrellus pipistrellus*		X	→	LC	LC	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat
5009	Pipistrello pigmeo	*Pipistrellus pygmaeus*		X	↓	LC	NT	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat
1310	Miniottero	*Miniopterus schreibersii*	X	X	↓	NT	VU	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat – ZSC IT6010028
1305	Rinolofo euryale	*Rhinolophus euryale*	X	X	↓	LC	VU	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat
1303	Rinolofo minore	*Rhinolophus hipposideros*	X	X	↓	NT	EN	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat - ZSC IT6010028
1304	Rinolofo maggiore	*Rhinolophus ferrumequinum*	X	X	↓	LC	VU	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat - ZSC IT6010028

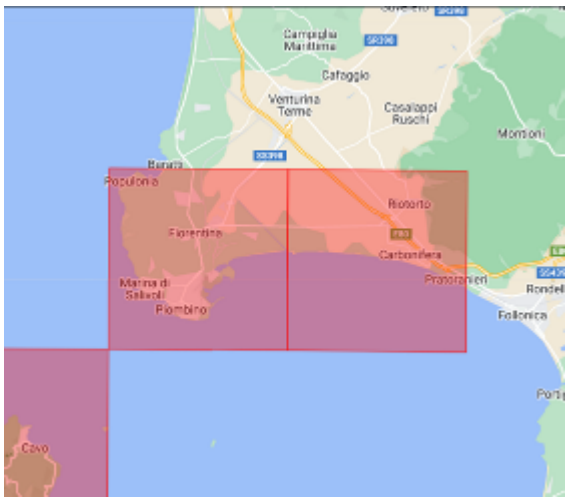
Cod. RN2000	Nome Comune	Nome Scientifico	Direttiva Habitat 92/43/CEE		Ex art.17 Reg. MED	IUCN		Fonte dato (Bibl. Roost; Bioac.	Riferimenti bibliogr.
			ALL.II	All.IV		CAT. Globale	Lista Rossa Italia		
1333	Molosso di Cestoni	*Tadarida teniotis*		X	→	LC	LC	Bibl.	IV Report Direttiva Habitat

Legenda delle principali simbologie utilizzate:

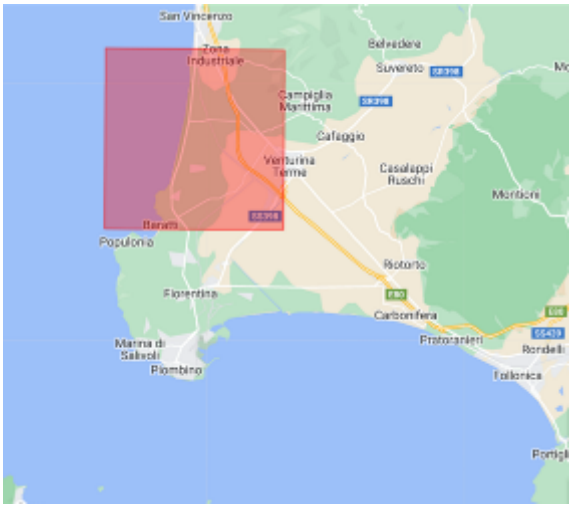
Direttiva Habitat 92/43/CEE	
Allegato II	Specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione
Allegato IV	Specie animali e vegetali d'interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa
Allegato V	Specie animali e vegetali d'interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione
*	Specie prioritaria
IUCN	
EX	Extinct (Estinta)
EW	Extinct in the Wild (Estinta in natura)
CR	Critically Endangered (In pericolo critico)
EN	Endangered (In pericolo)
VU	Vulnerable (Vulnerabile)
NT	Near Threatened (Quasi minacciata)
LC	Least Concern (Minor preoccupazione)
DD	Data Deficit (Carenza di dati)
NE	Not Evaluated (Non valutata)
NA	Non applicabile, specie per le quali non si valuta il rischio di estinzione in Italia
Ex Art. 17 Direttiva Habitat	
Status di conservazione	
	Sconosciuto
	Favorevole
	Inadeguato
	Cattivo
Trend	
↓	In peggioramento
↑	In miglioramento
→	Stabile
-	Sconosciuto

Dall'analisi condotta emerge che le specie presenti nell'area vasta sono 7 (di cui una riportata nei formulari standard della zona): Miniottero di Schreiber (*Miniopterus schreibersii*), Pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*), Vespertilio di Monticelli (*Myotis blythii*), Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*),

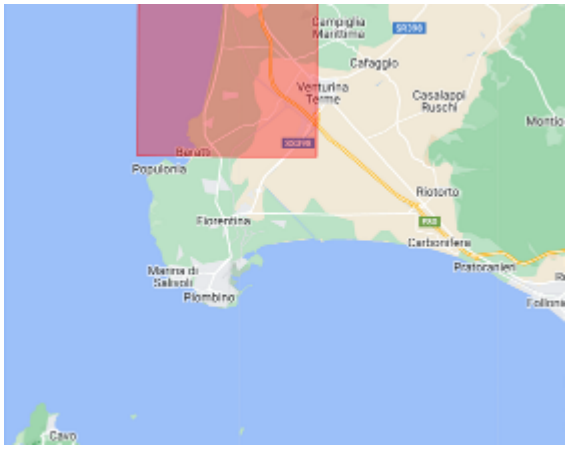
Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*), Rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*) e Rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*).



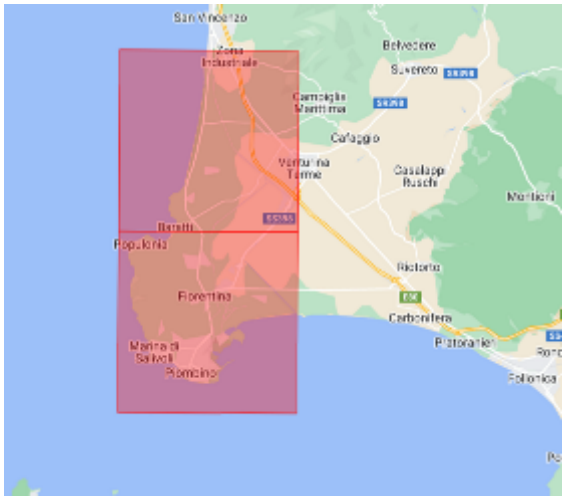
Presenza Hypsugo savii nell'area vasta di Piombino-Campiglia – dati IV reporting Direttiva Habitat



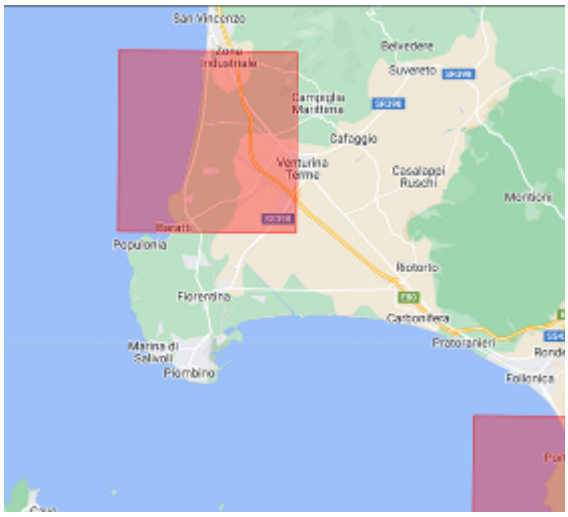
Presenza Myotis blythii nell'area vasta di Piombino-Campiglia – dati IV reporting Direttiva Habitat



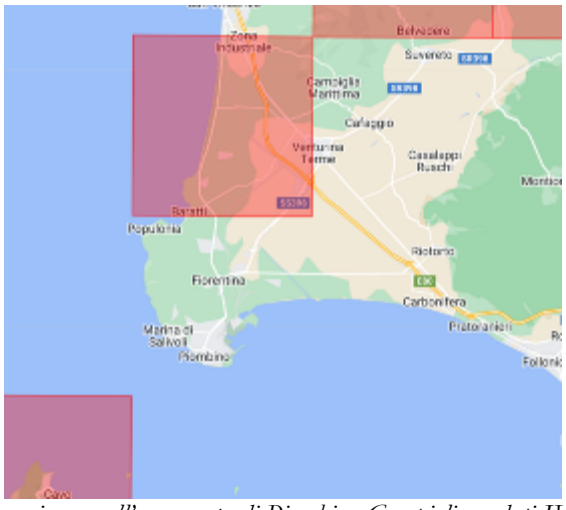
Presenza Myotis myotis nell'area vasta di Piombino-Campiglia – dati IV reporting Direttiva Habitat



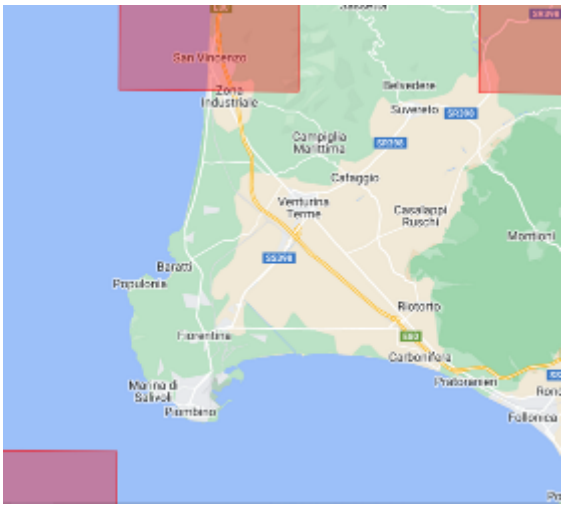
Presenza Pipistrellus kuhlii nell'area vasta di Piombino-Campiglia – dati IV reporting Direttiva Habitat



Presenza Miniopterus schreibersii nell'area vasta di Piombino-Campiglia – dati IV reporting Direttiva Habitat



Presenza Rhinolophus ferrumequinum nell'area vasta di Piombino-Campiglia – dati IV reporting Direttiva Habitat



Presenza Rhinolophus hipposideros nell'area vasta di Piombino-Campiglia – dati IV reporting Direttiva Habitat

Di seguito una tabella di sintesi con l'indicazione del livello di rischio associato alle specie di chirotteri europee.

High risk	Medium risk	Low risk	Unknown
Nyctalus spp.	*Eptesicus* spp.	*Myotis* spp. **	*Rousettus aegyptiacus*
Pipistrellus spp.	*Barbastella* spp.	*Plecotus* spp.	*Taphozous nudiventris*
Vespertilio murinus	*Myotis dasycneme**	*Rhinolophus* spp.	*Otonycteris hemprichii*
Hypsugo savii			*Miniopterus pallidus*
Miniopterus schreibersii			
Tadarida teniotis			

* = in water rich areas ** = exclusive *Myotis dasycneme* in water rich areas

Estratto da Linee guida Eurobats 2015 – Tabella rischio di collisione specie europee e mediterranee.

Con i sopralluoghi e la ormai prossima conclusione del monitoraggio si avranno dati certi di presenza delle specie nell'area di intervento e nel raggio di 5 km, sia in termini di attività di foraggiamento che in termini di utilizzo dell'area per il passo e il rifugio.

5 STIMA E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Come detto, durante la fase di funzionamento la fauna può subire diverse tipologie di effetti dovuti alla creazione di uno spazio non utilizzabile, spazio vuoto, denominato effetto spaventa-passeri (classificato come impatto indiretto) e al rischio di morte per collisione con le pale in movimento (impatto diretto).

Gli impatti indiretti sulla fauna sono da ascrivere a frammentazione dell'area, alterazione e distruzione dell'ambiente naturale presente, e conseguente perdita di siti alimentari e/o riproduttivi, disturbo (displacement) determinato dal movimento delle pale (Meek et al., 1993; Winkelman, 1995; Leddyet al., 1999; Johnson et al., 2000; Magrini, 2003).

Secondo uno studio(James W. Pearce-Higgins, Leigh Stephen, Andy Douse, Rowena H. W. Langston, 2012) - il più ampio effettuato nel Regno Unito con lo scopo di valutare l'impatto degli impianti eolici di terraferma sull'avifauna - realizzato da quattro naturalisti e ornitologi della Scottish Natural Heritage (SNH), della Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) e del British Trust for Ornithology (BTO) e pubblicato sulla rivista Journal of Applied Ecology - i parchi eolici sembrano non produrre conseguenze dannose a lungo termine per molte specie di uccelli ma possono causare una significativa diminuzione della densità di alcune popolazioni in fase di costruzione.

Come già ricordato, uno dei pochi studi che hanno potuto verificare la situazione ante e post costruzione di un parco eolico ha evidenziato che alcune specie di rapaci, notoriamente più esigenti, si sono allontanate dall'area, mentre altre mantengono all'esterno dell'impianto la normale densità, pur evitando l'area in cui insistono le pale (Jansset al., 2001).

Per quanto riguarda il disturbo arrecato ai piccoli uccelli non esistono molti dati, ma nello studio di Leddyet al. (1999) viene riportato che si osservano densità minori in un'area compresa fra 0 e 40 m di distanza dagli aereogeneratori, rispetto a quella più esterna, compresa fra 40 e 80 m. La densità aumenta poi gradualmente fino ad una distanza di 180 m dalle torri. Oltre queste distanze non si sono registrate differenze rispetto alle aree campione esterne all'impianto. Altri studi hanno verificato una riduzione della densità di alcune specie di Uccelli, fino ad una distanza di 100-500 metri, nell'area circostante gli aerogeneratori, (Meek et al., 1993; Leddyet al., 1999; Johnson et al., 2000), anche se altri autori (Winkelman, 1995) hanno rilevato effetti di disturbo fino a 800 m ed una riduzione degli uccelli presenti in migrazione o in svernamento.

Una ricerca (Baghino L., Gustin M. & Nardelli R., 2013) svolta in un impianto eolico dell'Appennino Umbro Marchiggiano ha rilevato la presenza di un nido di Allodola (Alauda arvensis), tra i due aerogeneratori, a 45 m dagli stessi. Sembrerebbe quindi che la sensibilità agli

impianti eolici dell'allodola e di altri passeriformi risulti bassa, così come indicato nel citato lavoro di Sposimo et al..

Tra gli impatti diretti il Rischio potenziale di collisione per l'avifauna rappresenta l'impatto di maggior peso interessando la Classe degli uccelli. Tra gli uccelli, come detto, i rapaci ed i migratori in genere, sia diurni che notturni, sono le categorie a maggior rischio di collisione (Orloff e Flannery, 1992; Anderson et al. 1999; Johnson et al. 2000a; Strickland et al. 2000; Thelander e Rugge, 2001).

A tal proposito si deve comunque segnalare la successiva Tabella. Resta concreto che la morte dell'avifauna causata dall'impatto con gli impianti eolici è sicuramente un fattore da considerare ma che in rapporto alle altre strutture antropiche risulta attualmente di minor impatto.

CAUSA DI COLLISIONE	N. UCCELLI MORTI (stime)	PERCENTUALI (probabili)
VEICOLI	60-80 milioni	15-30%
PALAZZI E FINESTRE	98-890 milioni	50-60%
LINEE ELETTRICHE	Decine di migliaia-174 milioni	15-20%
TORRI DI COMUNICAZIONE	4-50 milioni	2-5%
IMPIANTI EOLICI	**10.000-40.000**	**0,01-0,02%**

Cause di collisione dell'avifauna contro strutture in elevazione Fonte: ANEV

I valori più elevati di mortalità legata ad impianti eolici riguardano principalmente passeriformi ed uccelli acquatici e si riferiscono ad impianti eolici situati lungo la costa, in aree umide caratterizzate da un'elevata densità di uccelli (Benneret al., 1993; Winkelman, 1995).

La presenza dei rapaci, tra le vittime di collisione, è invece caratteristica degli impianti eolici in California e in Spagna con 0,1 rapaci/aerogeneratore/anno ad Altamont Pass e 0,45 a Tarifa. Ciò è da mettere in relazione sia al tipo di aerogeneratore utilizzato che alle elevate densità di rapaci che caratterizzano queste zone.

Forconi e Fusari ricordano poi che l'impianto di Altamont Pass rappresenta un esempio di rilevante impatto degli aerogeneratori sui rapaci, dovuto principalmente alla presenza di aerogeneratori con torri a traliccio, all'elevata velocità di rotazione delle pale ed all'assenza di interventi di mitigazione.

Diversi sono, invece, gli impianti eolici in cui non è stato rilevato nessun rapace morto: Vansycle, Green Mountain, Ponnequin, Somerset County, Buffalo Ridge P2 e P3, Tarragona. Questi impianti sono caratterizzati dalla presenza di una bassa densità di rapaci, da aerogeneratori con torri tubolari, da una lenta velocità di rotazione delle pale e dall'applicazione di interventi di mitigazione.

Occorre poi sottolineare, comunque, che, come riportato nella precedente tabella, la mortalità provocata dagli impianti eolici è di molto inferiore a quella provocata dalle linee elettriche, dalle strade e dall'attività venatoria. Da uno studio effettuato negli USA, le collisioni degli uccelli dovute agli impianti eolici costituiscono solo lo 0,01-0,02% del numero totale delle collisioni (linee elettriche, veicoli, edifici, ripetitori, impianti eolici) (Erickson et al., 2001), mentre in Olanda rappresentano lo 0,4-0,6% della mortalità degli uccelli dovuta all'uomo (linee elettriche, veicoli, caccia, impianti eolici) (Winkelman, 1995).

L'impatto indiretto determina una riduzione delle densità di alcune specie di uccelli nell'area immediatamente circostante gli aerogeneratori, fino ad una distanza di 100-500 m (Meek et al., 1993; Leddyet al., 1999; Jansset al., 2001; Johnson et al., 2000a,b), anche se Winkelman (1995) ha rilevato effetti di disturbo fino a 800 m ed una riduzione del 95% degli uccelli acquatici presenti in migrazione o svernamento.

A Buffalo Ridge (Minnesota) l'uso dell'area dell'impianto ha determinato una riduzione solo per alcune specie di uccelli e ciò è stato spiegato dalla presenza di strade di servizio e di aree ripulite intorno agli aerogeneratori (da 14 a 36 m di diametro), nonché dall'uso di erbicidi lungo le strade (Johnson et al., 2000a). Anche il rumore provocato dalle turbine (di vecchio tipo e quindi ad alta rumorosità) può, inoltre, aver influito negativamente sul rilevamento delle specie al canto.

Nell'impianto di Foote Creek Rim (Wyoming - USA) si è riscontrata una diminuzione dell'uso dell'area durante la costruzione dell'impianto per gli Alaudidi ed i Fringillidi, ma solo dei Fringillidi durante il primo anno di attività dell'impianto, mentre per tutte le altre famiglie di uccelli non vi sono state variazioni significative (Johnson et al., 2000b). Le variazioni del numero di Fringillidi osservati (tutte specie che non utilizzano direttamente la prateria) sono probabilmente legate alle fluttuazioni delle disponibilità alimentari nei boschi di conifere circostanti l'impianto, non dipendenti dalla costruzione dell'impianto stesso (Johnson et al., 2000b). Anche per le principali specie di rapaci (Haliaeetusleucocephalus, Aquilachrysaetos e Buteoregalis) non è stato rilevato nessun effetto sulla densità di nidificazione e sul successo riproduttivo durante la costruzione e il primo anno di attività degli aerogeneratori. Inoltre, una coppia di aquila reale si è riprodotta ad una distanza di circa 1 chilometro (Johnson et al., 2000b).

L'impatto per collisione sulla componente migratoria presenta maggiori problemi di analisi e valutazione.

Due sono gli aspetti che maggiormente devono essere tenuti in considerazione nella valutazione del potenziale impatto con le pale: l'altezza e la densità di volo dello stormo in migrazione.

Per quanto riguarda il primo aspetto, Berthold (2003) riporta, a proposito dell'altezza del volo migratorio, che "i migratori notturni volano di solito ad altezze maggiori di quelli diurni; nella migrazione notturna il volo radente il suolo è quasi del tutto assente; gli avvallamenti e i bassipiani vengono sorvolati ad altezze dal suolo relativamente maggiori delle regioni montuose e soprattutto delle alte montagne, che i migratori in genere attraversano restando più vicini al suolo, e spesso utilizzando i valichi". Lo stesso autore aggiunge che "tra i migratori diurni, le specie che usano il «volo remato» procedono ad altitudini inferiori delle specie che praticano il volo veleggiato".

Secondo le ricerche col radar effettuate da Jellmann (1989), il valore medio della quota di volo migratorio registrato nella Germania settentrionale durante la migrazione di ritorno di piccoli uccelli e di limicoli in volo notturno era 910 metri. Nella migrazione autunnale era invece di 430 metri. Bruderer (1971) rilevò, nella Svizzera centrale, durante la migrazione di ritorno, valori medi di 400 metri di quota nei migratori diurni e di 700 m nei migratori notturni. Maggiori probabilità di impatto si possono ovviamente verificare nella fase di decollo e atterraggio. Per quanto riguarda il secondo aspetto, è da sottolineare che la maggior parte delle specie migratrici percorre almeno grandi tratti del viaggio migratorio con un volo a fronte ampio, mentre la migrazione a fronte ristretto è diffusa soprattutto nelle specie che migrano di giorno, e in quelle in cui la tradizione svolge un ruolo importante per la preservazione della rotta migratoria (guida degli individui giovani da parte degli adulti, collegamento del gruppo familiare durante tutto il percorso migratorio). La migrazione a fronte ristretto è diffusa anche presso le specie che si spostano veleggiando e planando lungo le «strade termiche» (Schüzet al., 1971; Berthold, 2003).

5.1 Stima del numero possibile di collisioni

Negli ultimi anni è stata proposta una metodologia di stima del numero di collisioni per anno (Band etal., 2007 e Scottish Natural Heritage, 2000, 2010 e 2016) che intende rendere più oggettiva la stima dell'influenza di alcuni parametri, sia tecnici che biologici: ad esempio numero dei generatori, numero di pale, diametro del rotore, corda massima, lunghezza e apertura alare dell'uccello.

Per stimare le possibili collisioni è stata utilizzata questa metodologia matematica (modello predittivo di Band). Tale modello, creato da pochi anni, rappresenta l'unico strumento esistente di matrice scientifica per cercare di attribuire un valore numerico al potenziale rischio di impatto degli impianti eolici sull'avifauna.

Per la definizione del metodo per il calcolo delle potenziali collisioni si fa riferimento alle Linee Guida pubblicate da Scottish Natural Heritage (SNH), Windfarms and birds: calculating

a theoreticalcollision risk assuming no avoiding action e il relativo foglio di calcolo in formato excel.

Il numero effettivo di individui che potrebbero entrare in collisione con i rotori (C) si ottiene moltiplicando il numero di individui che potrebbero attraversare l'area spazzata dai rotori (U) per la probabilità di venire colpiti o di scontrarsi con le pale (P).

La formula può essere così riassunta: C = U x P

U = u x (A/S)

Il metodo si compone di alcuni passaggi logici.

Identificazione della superficie di rischio complessiva: S.

Tale parametro viene approssimata alla superficie perpendicolare al suolo costituita dalla massima lunghezza dell'impianto e dall'altezza della turbina più alta: S = L x H.

Il parco eolico in progetto presenta una larghezza di circa 12.000 m. L'altezza massima dell'aerogeneratore (H) è di 236 m. La superficie di rischio complessiva risulta di 2.832.000 mq.

Stima del numero di uccelli che possono attraversare la superficie di rischio in un anno: u.

Questo valore è il risultato di una stima degli individui potenzialmente presenti nel corso di un anno, basata sui dati del monitoraggio (numero di individui censiti e numero dei giorni). Nel caso dell'impianto eolico in progetto si tratta del monitoraggio primaverile, con 3 giornate di osservazioni.

Il modello prevede di calcolare la media giornaliera di individui potenzialmente presenti (n individui censiti/n giorni censimento). Tuttavia, per motivi prudenziali, si è tenuto conto del numero di contatti. Per una corretta valutazione è importante precisare che il numero di contatti non corrisponde al numero di individui, per cui più contatti possono riferirsi ad uno stesso individuo. La scelta di utilizzare come riferimento il numero di contatti e non quello degli individui nasce dalla consapevolezza che al di là del numero di individui che frequentano una zona, il rischio di collisione con le pale eoliche aumenta in funzione della frequentazione dell'area stessa da parte delle diverse specie. In questo senso il numero di contatti permette di valutare meglio l'importanza che una determinata zona riveste per le specie che si stanno studiando.

Per motivi prudenziali, inoltre, si è considerato che la probabilità di presenza degli individui sia ugualmente distribuita nei 12 mesi, senza tenere conto che per le specie migratrici, nidificanti e svernanti la maggiore probabilità di passaggio sia solo in alcuni periodi dell'anno. Pertanto, il numero di individui che potenzialmente possono attraversare la superficie di rischio corrisponde

al numero medio giornaliero di contatti x 365 giorni. Si è considerata la specie maggiormente sensibile, il biancone.

Calcolo dell'area spazzata dai rotori: A

Si tratta di un calcolo semplice in quanto le schede tecniche delle turbine forniscono la lunghezza delle eliche e la superficie spazzata. Il calcolo dell'area totale si ottiene moltiplicando il numero dei rotori (8) per l'area spazzata da ciascun rotore ($A = N \times \pi R^2$) N rappresenta il numero dei rotori ed R il raggio, considerando che il raggio è di 86 m e l'area spazzata dal rotore è di 23.235 mq. L'area totale spazzata dai rotori (A) è pari a 185.880 mq.

Calcolo del rapporto tra superficie spazzata dai rotori e superficie complessiva di rischio: A/S (superficie netta di rischio).

Sostanzialmente il numero puro fornisce un coefficiente netto di rischio di attraversamento delle aree effettivamente spazzate dai rotori. Tale valore, per il parco eolico in progetto, è pari a 185.880/2.832.000 =0,07.

Numero effettivo di individui che possono scontrarsi con i rotori: U

Il valore che si ottiene è la risultante del numero di individui calcolato nel passaggio C moltiplicato per il coefficiente netto di rischio: U = u x (A/S)

Rischio di collisione

La probabilità che un individuo attraversando l'area o frequentando il volume del rotore sia colpito o si scontri con gli organi in movimento dipende da:

- dimensione dell'uccello; più l'uccello è lungo e maggiore è l'apertura alare, maggiore è il rischio di collisione
- velocità di volo dell'uccello, al diminuire della velocità di volo aumenta la probabilità di collisione
- tipo di volo: i veleggiatori hanno una probabilità di collisione più bassa dei battitori
- velocità di rotazione delle turbine, all'aumentare della velocità di rotazione aumenta la probabilità di collisione
- spessore, raggio e numero delle pale, all'aumentare dello spessore delle pale e del numero di pale aumenta il rischio di collisione, il raggio delle pale invece si comporta in maniera inversamente proporzionale rispetto alla probabilità di collisione.

Il calcolo è piuttosto complesso e per facilitarne la realizzazione SNH (Scottish Natural Heritage) ha realizzato un foglio excel che calcola la probabilità di collisione in base alla distanza dal mozzo, e fornisce una media dei valori sotto vento e sopra vento arrivando alla media finale.

Parametri tecnici degli impianti

- K, indica la forma della pala, si assegna il valore 0 per una pala assolutamente piatta, e 1 ad un pala tridimensionale. La turbina che verrà montata ha una forma molto rastremata tuttavia adottando un approccio precauzionale si assegna il valore 1;
- Il numero di pale che ruotano (in questo caso 3);
- La massima corda della pala è di 4,3 m;
- L'angolo di inclinazione di ciascuna pala rispetto alla superficie perpendicolare all'asse del mozzo. Il valore di inclinazione è di 6 °;
- Il diametro del rotore (172 m);
- La velocità di rotazione massima (espressa in durata in secondi di una rotazione delle pale) della turbina in progetto è pari a 12,1 giri al minuto, con un periodo di rotazione pari a 4,96 sec..

Parametri biologici delle specie

- La lunghezza.
- Apertura alare e velocità di volo: si sono utilizzati dati di bibliografia, in particolare la pubblicazione di Thomas Alerstam et alii "Flight Speeds among Bird Species: Allometric and PhylogeneticEffects" (2007).

Dopo aver stimato il numero di individui a rischio ed il rischio di collisione per ciascuna specie, il metodo prevede che si tenga in considerazione anche un altro fattore, ossia la capacità di ogni specie di evitare le pale degli aerogeneratori. Lo Scottish Natural Heritage (2010) raccomanda di utilizzare un valore pari al 98% per tutte le specie. In conclusione, il numero di collisioni/anno è calcolato con la formula indicata di seguito: n. di voli a rischio x rischio medio di collisione x capacità di schivare le pale.

Di seguito si riporta il foglio di calcolo calibrato per le caratteristiche del biancone.

CALCULATION OF COLLISION RISK FOR BIRD PASSING THROUGH ROTOR AREA											
Only enter input parameters in blue										W Band	25/10/23
K: [1D or [3D] (0 or 1)	1		Calculation of alpha and p(collision) as a function of radius								
NoBlades	3					Upwind:			Downwind:		
MaxChord	4,5	m	r/R	c/C	α	collide		contribution	collide		contribution
Pitch (degrees)	6		radius	chord	alpha	length	p(collision)	from radius r	length	p(collision)	from radius r
BirdLength	0,65	m	0,025	0,575	9,91	37,77	0,85	0,00106	37,23	0,83	0,00104
Wingspan	1,9	m	0,075	0,575	3,30	12,77	0,29	0,00215	12,23	0,27	0,00205
F: Flapping (0) or gliding (+1)	1		0,125	0,702	1,98	8,95	0,20	0,00251	8,29	0,19	0,00232
			0,175	0,860	1,42	7,57	0,17	0,00297	6,76	0,15	0,00265
Bird speed	27	m/sec	0,225	0,994	1,10	6,70	0,15	0,00338	5,77	0,13	0,00291
RotorDiam	172	m	0,275	0,947	0,90	5,35	0,12	0,00330	4,46	0,10	0,00275
RotationPeriod	4,96	sec	0,325	0,899	0,76	4,41	0,10	0,00321	3,57	0,08	0,00260
			0,375	0,851	0,66	3,72	0,08	0,00312	2,92	0,07	0,00245
			0,425	0,804	0,58	3,18	0,07	0,00303	2,42	0,05	0,00231
			0,475	0,756	0,52	2,75	0,06	0,00293	2,04	0,05	0,00217
Bird aspect ratioo: β	0,34		0,525	0,708	0,47	2,40	0,05	0,00282	1,73	0,04	0,00204
			0,575	0,660	0,43	2,11	0,05	0,00271	1,48	0,03	0,00191
			0,625	0,613	0,40	1,86	0,04	0,00260	1,28	0,03	0,00179
			0,675	0,565	0,37	1,64	0,04	0,00248	1,11	0,02	0,00167
			0,725	0,517	0,34	1,68	0,04	0,00274	1,20	0,03	0,00195
			0,775	0,470	0,32	1,54	0,03	0,00268	1,10	0,02	0,00191
			0,825	0,422	0,30	1,42	0,03	0,00262	1,02	0,02	0,00188
			0,875	0,374	0,28	1,30	0,03	0,00255	0,95	0,02	0,00186
			0,925	0,327	0,27	1,20	0,03	0,00248	0,89	0,02	0,00184
			0,975	0,279	0,25	1,10	0,02	0,00240	0,84	0,02	0,00183
				Overall p(collision) =			Upwind	5,4%		Downwind	4,2%
								Average	4,8%		

Ipotizzando, in via estremamente cautelativa, di considerare un numero di individui/anno pari a 1.095 (pari a 3 osservazioni giornaliere) e una percentuale di evitamento pari al 95%, si ha un valore massimo del rischio pari a circa 0,2 individui all'anno, valore decisamente contenuto, considerando di aver calibrato il calcolo su un numero elevatissimo di individui (1.095), altamente improbabile atteso che la presenza di questa specie è limitati ad alcuni periodi dell'anno. Nella seguente tabella vengono riportati i risultati considerando 3 classi di abbondanza, 1.095, 730 e 365: il rischio si riduce di un decimo, diventando, di fatto, assolutamente trascurabile. Valori così bassi sono certamente associati alla bassissima velocità di rotazione delle turbine adottate nel presente progetto.

Specie	N. individui/ anno	A/S	N. voli a rischio/ anno	Rischio di collisione (Band) %			Evitamento %	N. collisioni anno		
				Contro vento	A favore di vento	Medio		Contro vento	A favore di vento	Medio
Biancone	1095	0,07	76,65	0,054	0,042	0,048	0,95	0,207	0,161	0,184
	730	0,07	51,10	0,075	0,045	0,060	0,98	0,077	0,046	0,061
	365	0,07	25,55	0,055	0,032	0,043	0,98	0,028	0,016	0,022

5.2 Valutazione dei potenziali impatti indiretti

L'impatto indiretto è dovuto all'aumento del disturbo antropico con conseguente allontanamento e/o scomparsa degli individui, modificazione di habitat (aree di riproduzione e di alimentazione), frammentazione degli habitat e popolazioni, ecc. .

Per valutare il potenziale impatto indiretto, un approccio interessante è quello proposto da Perce-Higgins et al. (2008), applicato in Scozia per valutare l'impatto indiretto degli impianti eolici sul piviere dorato (Pluvialis apricaria). La metodologia seguita dagli autori prevede di calcolare l'idoneità ambientale dell'area interessata dalla presenza dell'impianto e, in base alla distanza entro la quale si concentra l'impatto derivante dalla presenza stessa degli aereogeneratori, calcolata in base a specifici studi realizzati in impianti già esistenti, di stimare la percentuale di habitat idoneo potenzialmente sottratto.

Per quanto riguarda l'avifauna, la stima della distanza dagli aerogeneratori entro cui si concentra l'impatto, quantificabile in termini di riduzione del numero di individui, è pari a circa 500 m. Nell'indagine bibliografica sull'impatto dei parchi eolici sull'avifauna (Centro ornitologico Toscano, 2002) sono riportati alcuni studi nei quali si afferma che gli impatti indiretti determinano una riduzione della densità di alcune specie di uccelli, nell'area circostante gli aerogeneratori, fino ad una distanza di 500 metri ed una riduzione degli uccelli presenti in migrazione o in svernamento (Winkelman, 1990) anche se l'impatto maggiore è limitato ad una fascia compresa fra 100 e 250 m. Relativamente all'Italia, Magrini (2003) ha riportato che nelle aree dove sono presenti impianti eolici, è stata osservata una diminuzione di uccelli fino al 95% per un'ampiezza di territorio fino a circa 500 metri dalle torri. Pertanto, si considera che un aerogeneratore determina un'area di disturbo sull'avifauna definita dal cerchio con raggio pari a 500 m dallo stesso. Per ciascuna specie, la superficie di habitat compresa all'interno dell'area centrata sulle pale e di raggio pari alla distanza entro cui si concentra l'impatto, costituisce la misura dell'impatto di un impianto.

Non sono state considerate le specie di passeriformi, considerate a bassa sensibilità agli impianti eolici dal Centro Ornitologico Toscano (2013), giudizio confermato dallo studio di Astiaso Garcia et al. "Analysis of wind farm effects on the surrounding environment: Assessing population trends of breeding passerines" (2015), nel quale è evidenziato che durante la fase iniziale di costruzione dell'impianto eolico si verifica una diminuzione di popolazioni dovute al "disturbo", successivamente le specie di passeriformi "disturbate" dalla costruzione del parco eolico tornano ai vecchi siti di nidificazione una volta terminata la fase di costruzione. Complessivamente si può affermare che la costruzione di un impianto eolico non influisce sulla conservazione delle popolazioni di passeriformi nidificanti.

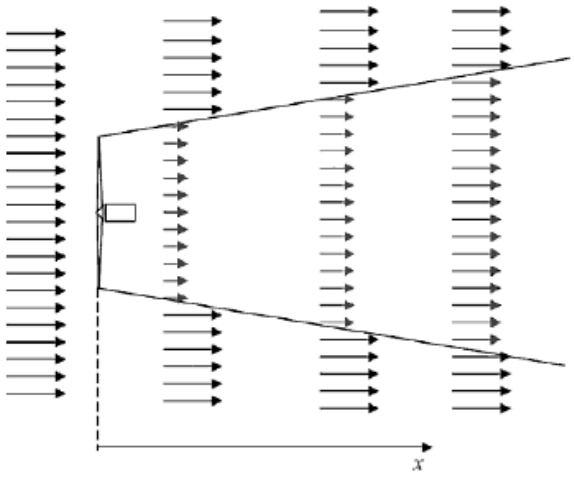
Per quanto riguarda i chirotteri, uno studio (Sacchi, D'Alessio, Iannuzzo, Balestrieri, Rulli, Savini, 2011), sull'influenza di impianti per la produzione di energia eolica sull'avifauna svernante e nidificante e sulla chirottero fauna residente in un area collinare in Molise, ha evidenziato come nessuna specie è risultata in interazione con gli impianti eolici, non essendo

stata evidenziata alcuna riduzione di densità dei chirotteri residenti. Pertanto, si è ritenuto considerare la sola sottrazione di ambiente causata dalla realizzazione delle piazzole, della viabilità e di altre infrastrutture del parco eolico. Si è stimato che per ogni aerogeneratore installato si determina una sottrazione di ambiente pari a circa 5.000 mq.

Si tratta in entrambi i casi di superfici circoscritte e limitate, tutte riconducibili, come riportato al paragrafo 4.1, alla medesima tipologia di habitat.

5.3 Interdistanza tra gli aerogeneratori

Si riporta l'analisi delle perturbazioni al flusso idrodinamico indotte dagli aerogeneratori e la valutazione dell'influenza delle stesse sull'avifauna. La cessione di energia dal vento alla turbina implica un rallentamento del flusso d'aria, con conseguente generazione, a valle dell'aerogeneratore, di una regione di bassa velocità caratterizzata da una diffusa vorticità (zona di scia). Come illustrato in figura, la scia aumenta la sua dimensione e riduce la sua intensità all'aumentare della distanza dal rotore.



Andamento della scia provocata dalla presenza di un aerogeneratore.
[Caffarelli-De Simone Principi di progettazione di impianti eolici Maggioli Editore]

In conseguenza di ciò, un impianto può costituire una barriera significativa per l'avifauna, soprattutto in presenza di macchine ravvicinate fra loro.

Nella valutazione dell'area inagibile dai volatili occorre infatti sommare allo spazio fisicamente occupato degli aerogeneratori (area spazzata dalla pala, costituita dalla circonferenza avente diametro pari a quello del rotore) quello caratterizzato dalla presenza dei vortici di cui si è detto. Come è schematicamente rappresentato in figura, l'area di turbolenza assume una forma a tronco di cono e, conseguentemente, dovrebbe interessare aree sempre più estese all'aumentare della distanza dall'aerogeneratore.

In particolare, numerose osservazioni sperimentali inducono a poter affermare che il diametro DTx dell'area di turbolenza ad una distanza X dall'aerogeneratore può assumersi pari a:

DTx=D+0.07* X

Dove D rappresenta il diametro della pala.

Come si è accennato, tuttavia, l'intensità della turbolenza diminuisce all'aumentare della distanza dalla pala e diviene pressocchè trascurabile per valori di:

X>10D

In corrispondenza del quale l'area interessata dalla turbolenza ha un diametro pari a:

DTx=D*(1+0. 7)

Considerando pertanto due torri adiacenti poste ad una reciproca distanza DT, lo spazio libero realmente fruibile dall'avifauna (SLF) risulta pari a:

SLF= DT-2R(1+0.7)

Essendo R=D/2, raggio della pala.

Al momento, in base alle osservazioni condotte in più anni e su diverse tipologie di aerogeneratori e di impianti si ritiene ragionevole che spazi fruibili oltre i 250 metri fra le macchine possano essere considerati buoni.

Nel caso in esame, essendo il raggio dell'aerogeneratore pari a 72,5 m, l'ampiezza dell'area di turbolenza risulta:

DTx=D*(1+0. 7)=172*1.7= m 292,4

Per quanto riguarda la formula appena espressa, occorre precisare che l'ampiezza del campo perturbato dipende, oltre che dalla lunghezza delle pale dell'aerogeneratore, anche dalla velocità di rotazione. Al momento non sono disponibili calcoli precisi su quanto diminuisca l'ampiezza del flusso perturbato al diminuire della velocità di rotazione (RPM) per cui, utilizzando il criterio della massima cautela, si è fatto il calcolo considerando una rotazione massima di 12,1 RPM (come riportato nella scheda tecnica della turbina indicata nel progetto). Nella situazione ambientale in esame, si ritiene considerare come ottimo lo spazio libero fruibile (SLF) superiore a 500 m, buono lo SLF da 500 a 300 metri, sufficiente lo SLF inferiore a 300 e fino a 200 metri, insufficiente quello inferiore a 200 e fino a 100 metri, mentre viene classificato come critico lo SLF inferiore ai 100 metri.

Aerogeneratori	Distanza	Ampiezza area inagibile dall'avifauna	Spazio libero utile per l'avifauna	Giudizio
n	m	m	m	
PB3-PB2	1.793,00	292,4	1.500,60	ottimo
PB2-PB1	922	292,4	629,6	ottimo
PB1-PB4	2460	292,4	2167,6	ottimo
PB4-PB5	4.285,00	292,4	3992,6	ottimo
PB5-CMP1	2478	292,4	2185,6	ottimo
CMP1-CMP2	1150	292,4	857,6	ottimo
CMP2-CMP3	1.640,00	292,4	1347,6	ottimo

Spazio libero fruibile	Giudizio	Significato
> 500 m	Ottimo	Lo spazio può essere percorso dall'avifauna in regime di notevole sicurezza essendo utile per l'attraversamento dell'impianto e per lo svolgimento di attività al suo interno.
≤ 500 m ≥ 300 m	Buono	Lo spazio può essere percorso dall'avifauna in regime di buona sicurezza essendo utile per l'attraversamento dell'impianto e per lo svolgimento di minime attività (soprattutto trofiche) al suo interno. Il transito dell'avifauna risulta agevole e con minimo rischio di collisione. Le distanze fra le torri agevolano il rientro dopo l'allontanamento in fase di cantiere e di primo esercizio. In tempi medi l'avifauna riesce anche a cacciare fra le torri. L'effetto barriera è minimo.
< 300 m ≥ 200 m	Sufficiente	È sufficientemente agevole l'attraversamento dell'impianto. Il rischio di collisione e l'effetto barriera risultano ancora bassi. L'adattamento avviene in tempi medio – lunghi si assiste ad un relativo adattamento e la piccola avifauna riesce a condurre attività di alimentazione anche fra le torri.
<200 m ≥ 100 m	Insufficiente	L'attraversamento avviene con una certa difficoltà soprattutto per le specie di maggiori dimensioni che rimangono al di fuori dell'impianto. Si verificano tempi lunghi per l'adattamento dell'avifauna alla presenza dell'impianto. L'effetto barriera è più consistente qualora queste interdistanze insufficienti interessino diverse torri adiacenti.

6 MISURE DI MITIGAZIONE

La previsione degli interventi di mitigazione è stata realizzata sulla base degli impatti previsti e descritti nella fase di valutazione.

In base a quanto indicato nella Guida all'interpretazione dell'articolo 6, paragrafi 3 e 4 della direttiva Habitat (Commissione Europea, DG Ambiente, 2002), tali misure intendono intervenire per quanto possibile alla fonte dei fattori di perturbazione, eliminando o riducendone gli effetti, come da prospetto seguente:

Principi di mitigazione	Preferenza
Evitare impatti alla fonte	**Massima**
Ridurre impatti alla fonte	↑
Minimizzare impatti sul Sito	
Minimizzare impatti presso chi li subisce	**Minima**

Di seguito, si illustrano le misure di mitigazione previste.

6.1 Fase di cantiere

Si consigliano le seguenti misure:

- limitare l'asportazione del terreno all'area dell'aerogeneratore, piazzola e strada. Il terreno asportato sarà depositato in un'area dedicata del sito del progetto per evitare che sia mescolato al materiale provenite dagli scavi.
- effettuare il ripristino dopo la costruzione dell'impianto eolico utilizzando il terreno locale asportato per evitare lo sviluppo e la diffusione di specie erbacee invasive, rimuovendo tutto il materiale utilizzato, in modo da accelerare il naturale processo di ricostituzione dell'originaria copertura vegetante;
- ridurre al minimo dell'impatto sulla fauna, prevedendo un periodo di sospensione delle attività di cantiere tra il 1 Aprile ed il 15 Giugno, in corrispondenza del periodo riproduttivo di diverse specie faunistiche;
- svolgere i lavori prevalentemente durante il periodo estivo, in quanto questa fase comporta di per sé diversi vantaggi e precisamente:
  - limitare al minimo gli effetti di costipamento e di alterazione della struttura dei suoli, in quanto l'accesso delle macchine pesanti sarà effettuato con terreni prevalentemente asciutti;
  - riduzione al minimo dell'impatto sulla fauna, in quanto questi mesi sono al di fuori dei periodi riproduttivi e di letargo.

6.2 Fase di esercizio

Gli impatti diretti potranno essere mitigati adottando una colorazione tale da rendere più visibili agli uccelli le pale rotanti degli aerogeneratori: saranno impiegate fasce colorate di segnalazione, luci (intermittenti e non bianche) ed eventualmente, su una delle tre pale, vernici opache nello spettro dell'ultravioletto, in maniera da far perdere l'illusione di staticità percepita dagli uccelli (la Flicker Fusion Frequency per un rapace è di 70-80 eventi al secondo). Valutare l'opportunità dell'utilizzo di particolari vernici visibili nello spettro UV (campo visivo degli uccelli) che, da studi condotti da Curry (1998) rendono maggiormente visibili le strutture agli uccelli.

Al fine di limitare il rischio di collisione soprattutto per i chirotteri, nel rispetto delle norme vigenti e delle prescrizioni degli Enti, sarà limitato il posizionamento di luci esterne fisse, anche a livello del terreno. Le torri e le pale saranno costruite in materiali non trasparenti e non riflettenti.

Al fine di ridurre i potenziali rapporti tra aerogeneratore ed avifauna, in particolare rapaci, la fase di ripristino delle aree di cantiere, escluse le aree che dovranno rimanere aperte per la gestione dell'impianti, sarà esclusa dalla realizzazione di nuove aree prative, o altre tipologie di aree aperte, in quanto potenzialmente in grado di costituire habitat di caccia per rapaci diurni e notturni con aumento del rischio di collisione con l'aerogeneratore.

Nella fase di dismissione dell'impianto sarà effettuato il ripristino nelle condizioni originarie delle superfici alterate con la realizzazione dell'impianto eolico

6.2.1 Misura attiva di riduzione del rischio di collisione con avifauna e chirotteri

Se dai monitoraggi si evidenzierà che l'area dell'impianto risulterà visitata con frequenza da esemplari di avifauna e di chirotterofauna di interesse conservazionistico, sarà possibile mettere in essere misure atte ad attenuare gli impatti su dette specie, come anche l'eventuale installazione di sistemi automatici di rilevamento e blocco dei wtg. Tali sistemi riducono il rischio di collisione attivando sia azioni di dissuasione che l'eventuale blocco del WTG in base alle soglie di attività dell'avifauna e dei chirotteri, e risultano consigliati anche nella pubblicazione della COMMISSIONE EUROPEA (2020) "Documento di orientamento UE allo sviluppo dell'energia eolica in conformità alla legislazione dell'UE in materia ambientale", al paragrafo 5.4.3.6 Limitazione del funzionamento degli impianti: Tempi di funzionamento delle turbine.

In particolare, stante la loro localizzazione, si consiglia di verificare i siti di installazione dei wtg 3, 4 e 5, con monitoraggi ante operam, che accertino la reale frequentazione di specie di chirotteri e avifauna sensibile, e se si evidenzieranno problematiche, al fine di annullare il

potenziale rischio di collisione degli aerogeneratori con le specie di avifauna, si consiglia di installare su questi wtg un sistema automatico di rilevamento, allerta e blocco tipo tipo DTBird®/DTBat o il sistema NVBIRD.

Di seguito si illustrano i due sistemi indicati.

DTBird® è un sistema autonomo per il monitoraggio degli uccelli e per l'attenuazione della mortalità presso i siti onshore e offshore di turbine eoliche. Il sistema rileva automaticamente gli uccelli e può adottare due soluzioni indipendenti per mitigare il rischio di collisione cui questi sono esposti: attiva segnali acustici di avvertimento e/o arresta la turbina eolica (Comunicazione della Commissione - Documento di orientamento sugli impianti eolici e sulla normativa dell'UE in materia ambientale, 2020).

Il sistema DTBat® ha 2 moduli disponibili: Detection e Stop Control:

il modulo "Detection" rileva automaticamente i passaggi dei pipistrelli in tempo reale nello spazio aereo attorno alle turbine eoliche che rileva;

il modulo "Stop Control" riduce il rischio di collisione attivando il blocco del WTG in base alle soglie di attività dei pipistrelli e / o variabili ambientali misurate in tempo reale.

DTBird® system è un sistema di monitoraggio continuo dell'avifauna e di riduzione del rischio di collisione degli stessi con turbine eoliche che agisce in tempo reale. Il sistema rileva in maniera assolutamente autonoma e in tempo reale gli animali in volo e intraprende azioni automatiche, come ad esempio la dissuasione degli uccelli in rischio di collisione con speaker, o l'arresto automatico delle turbine eoliche qualora necessario. Le caratteristiche di DTBird® sono richieste dalle autorità ambientali di un numero sempre crescente di paesi. 114 gruppi di DTBird® sono distribuite in 30 parchi eolici esistenti/previsti, terrestri/marini di 12 paesi (Austria, Francia, Germania, Grecia, Italia, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Spagna, Svezia, Svizzera e Stati Uniti). In Italia è presente in parchi eolici in Toscana ed Abruzzo ed è stato installato recentissimamente in un impianto eolico nel Comune di Aquilonia (AV). È una tecnologia utilizzata ampiamente in progetti Life per la protezione della biodiversità in quanto sostenibile per la protezione dell'avifauna: un esempio è l'utilizzo del modello DTBirdV4D8 installato nel parco eolico di Terna, a Tracia (Grecia) nell'ambito del progetto LIFE12 BIO/GR/000554. Questo progetto mira a dimostrare l'applicazione pratica della valutazione post- costruzione e della mitigazione post-costruzione. All'inizio del 2016 DTBird stava già partecipando al progetto LIFE con il modello DTBirdV4D4, che ha iniziato a funzionare presso la Wind Farm e il Park of Energy Awareness (PENA) di CRES a Keratea (Grecia).

Il DTBird® ha una struttura modulare e ogni modulo ha una funzione specifica, che è controllata da un'unità di analisi. Il sistema rileva automaticamente gli uccelli e, opzionalmente, può eseguire 2 azioni separate per ridurre il rischio di collisione degli uccelli con le turbine eoliche: attivare un segnale acustico e/o arrestare la turbina eolica.

Unità di rilevazione e Registro delle collisioni Detection

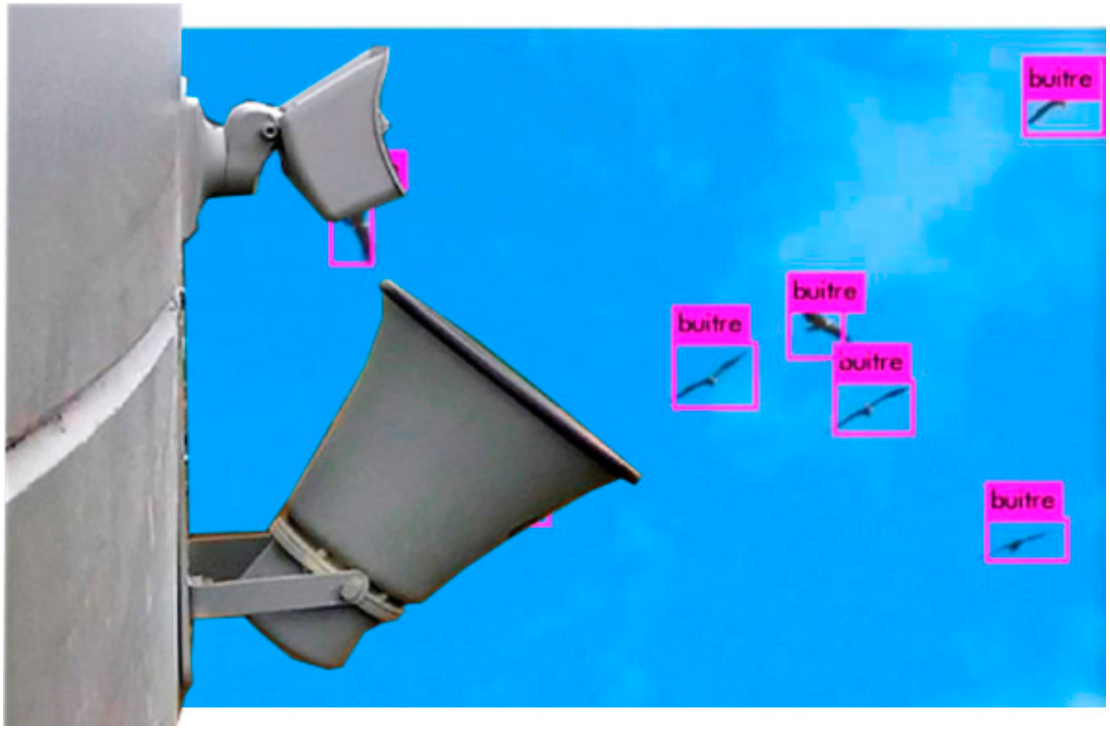
Le telecamere ad alta definizione controllano tutt'attorno alla turbina rilevando gli uccelli in tempo reale e memorizzando video e dati. Nei video con audio, accessibili via Internet, sono registrati i voli ad alto rischio di collisione e anche le collisioni. Le caratteristiche specifiche di ogni installazione e il funzionamento si adattano alle specie bersaglio e alla grandezza della turbina eolica.

Unità di prevenzione delle collisioni

Questa unità emette in automatico dei segnali acustici per gli uccelli che possono trovarsi a rischio di collisione e dei suoni a effetto deterrente per evitare che gli uccelli si fermino in prossimità delle pale in movimento. Il tipo di suoni, i livelli delle emissioni, le caratteristiche dell'installazione e la configurazione per il funzionamento si adattano: alle specie bersaglio, alla grandezza della turbina eolica e alle normative sul rumore. Non genera perdite di produzione energetica ed è efficace per tutte le specie di uccelli.

Unità di controllo dell'arresto

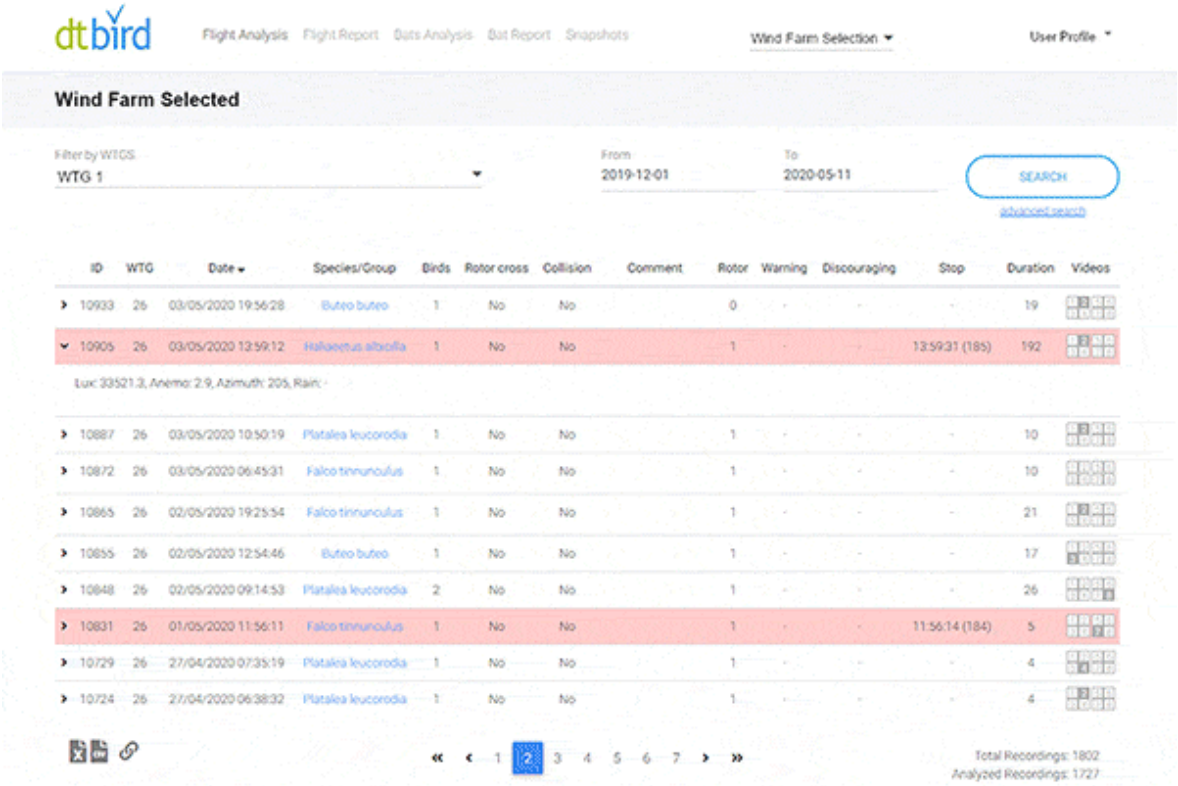
Esegue in automatico l'arresto e la riattivazione della turbina eolica in funzione del rischio di collisione degli uccelli misurato in tempo reale. Adattabile a specie/gruppi di uccelli bersaglio.



Piattaforma di analisi

La piattaforma online di analisi dei dati offre un accesso trasparente ai voli registrati, tra cui: video con audio, variabili ambientali e dati operativi della turbina eolica. Grafici, statistiche e persino report automatici sono disponibili per determinati periodi. Sono previsti 3 livelli di diritti di accesso: Editor, Visualizzazione + Report, e solo Visualizzazione. I dati sono accessibili da qualsiasi Computer con internet.

I Dati possono esser consultati dai proprietari delle torri eoliche e inviare i Report di monitoraggio della fauna a gli uffici Regionali, oppure in accordo con gli stessi uffici, distribuire le credenziali d'accesso per il monitoraggio.



Controllo

Il corretto funzionamento del sistema è controllato giornalmente dal quartier generale di DTBird attraverso la rete Internet e il sistema dispone di allarmi di guasto automatico (da remoto è possibile accedere agli elementi di DTBird per controlli operativi, aggiornamenti, modifiche di configurazione e manutenzione correttiva). La manutenzione ordinaria consiste nel cambiamento, annuale, delle conchiglie (parte esterna delle telecamere). Inoltre, vengono svolti diversi controlli (funzionamento, comunicazione, ecc.). La manutenzione correttiva consta, ad esempio, nella sostituzione di singoli elementi (unità di analisi, amplificatore, macchina fotografica, ecc.). Le manutenzioni possono essere svolte dal personale del gestore del parco eolico, opportunamente addestrato durante l'installazione di DTBird, oppure direttamente da DTBird o da un subcontraente.

Settaggio e manutenzione del DTBird

Il settaggio e la manutenzione delle apparecchiature DTBird sono effettuati direttamente da tecnici professionali specialisti, inviati dalla ditta DTBird. I tecnici interverranno nel giro di poche ore dal guasto, in quanto l'azienda ha provveduto a creare una rete di figure professionali, sui territori dove vengono installati questi sistemi di monitoraggio al fine di aumentare l'efficienza e la rapidità degli interventi.

Bat Protection Automatic & Real-Time

DTBat® System automatically surveys the airspace around Wind Turbines (WTG) detecting bat passes in real-time; and optionally, reduces the collision risk by triggering WTG Stops linked to bat activity thresholds and/or environmental variables measured in real-time.

DTBat® has 2 modules available: Detection and Stop Control.

Bat Detection

Automatic and real-time detection of bats with ultrasound recognition.

Features

- **Detection sensors**: Bat detectors installed at WTG height (1 - 3 units).
- **Environmental sensors**: Temperature, Rain and Humidity (optional) and Wind Speed (from the WTG).
- **Location**: WTG Tower (steel or concrete) and/or Nacelle.
- **Surveillance area**: Rotor Swept Area.
- **Service period**: Continuous monitoring during bat activity periods.
- **Precision** of real-time detection > 0.97 (97% of detections are actual bats).

Recorded Data

- Sonograms of every bat pass.
- Bat pass time.
- Environmental data and WTG operational parameters.

Species or group identification can be noted from sonograms review.

Stop Control

Automatic WTG Shutdown linked to real-time bat detection.

Features

- **Interface with WTG**: DTBat® hardware and software compatible with all WTG manufacturers.
- **Automatic Stop trigger**: linked to real-time bat activity thresholds and/or environmental variables.
- **Stop trigger:** < 2 s after bat pass detection.
- **Rotor Stop init time**: Depending on WTG manufacturer, 2 - 18 s after DTBat® stop trigger.
- **Complete rotor Stop**: Depending on WTG manufacturer, 15 - 35 s after WTG stop init.
- **Stop duration** according to bat activity detected. Typical stop program covers > 90% of bat activity. Adjustable to Client/Environmental Authority requirements.
- **Automatic restart** of the WTG.
- Automatic **notification** of every Stop: Trigger (first notification), end time and duration (second notification).

Recorded Data

- Stop time data: Init time, end time and duration.
- Sonograms of all bat passes detected.

Data Analysis Platform

DTBat® online Data Analysis Platform provides:

- Access to bat calls, environmental data, WTG operational parameters, and shutdown actions.
- Data summarization in charts and graphics.
- Automatic Service Reports.

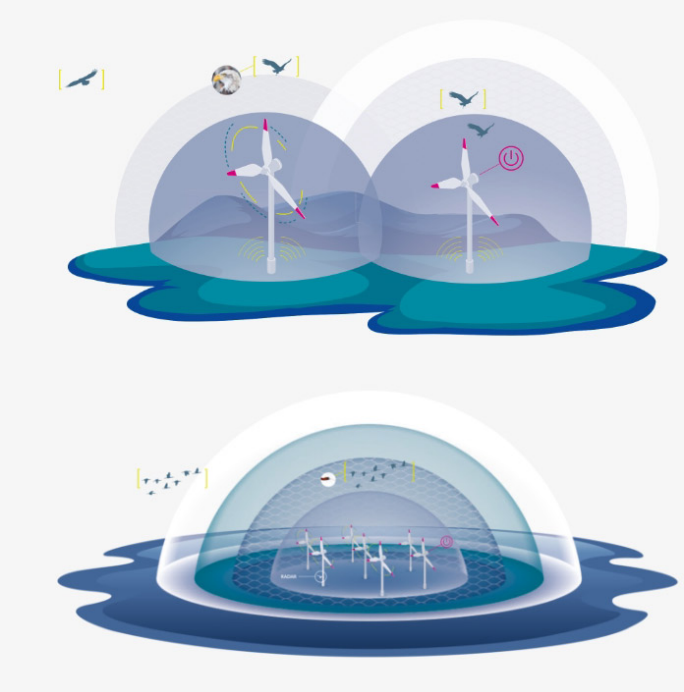
Nvbird è un innovativo sistema di rilevamento e monitoraggio che previene la collisione degli uccelli dalle pale eoliche.

Nvbird, grazie all'utilizzo di tecniche di machine learning e deep learning è in grado di gestire il rilevamento e il riconoscimento dei volatili, al fine di dissuadere e prevenire le collisioni contro le pale eoliche.

Un sistema premiato e distinto a livello internazionale per le tecnologie all'avanguardia con le quali è stato sviluppato. Nvbird si basa difatti su un potente algoritmo di apprendimento automatico che, in collaborazione con le più recenti fotocamere e potenti computer, può:

- Riconoscere gli uccelli protetti
- Analizzare la loro traiettoria di volo
- Dissuaderli con suoni speciali al fine di fargli cambiare la direzione di volo
- E se ciò non accade, fermare il generatore eolico finché gli uccelli non volano via
- Per cui Nvbird:
- Riduce al minimo la possibilità che uccelli rari/protetti possano scontrarsi con le pale eoliche
- Mantiene l'inquinamento acustico e ambientale al minimo
- ha un tasso di rilevamento di uccelli superiore al 97,3 % nell'analisi di classificazione degli oggetti
- presenta meno del 3% di falsi positivi rilevati tramite l'uso di algoritmi Al. Il ridotto tasso di rilevamento dei falsi positivi di Nvbird massimizza la produttività del parco eolico, evitando inutili interruzioni.

Maggiori informazioni al sito www.internet-idee.net/it/nvbird.php



7 PIANO DI MONITORAGGIO

7.1 Aspetti metodologici

Le metodologie di seguito descritte adottano l'approccio *BACI* (*Before After Control Impact*) che permette di misurare il potenziale impatto di un disturbo, o un evento. In breve, esso si basa sulla valutazione dello stato delle risorse prima (*Before*) e dopo (*After*) l'intervento di realizzazione di un'opera (nello specifico un parco eolico), confrontando l'area soggetta alla pressione (*Impact*) con siti in cui l'opera non ha effetto (*Control*), in modo da distinguere le conseguenze dipendenti dalle modifiche apportate da quelle non dipendenti.

7.1.1 Materiali

Per realizzare le attività di rilevamento sul campo si prevede l'impiego dei seguenti materiali (o equivalenti), in relazione alle caratteristiche territoriali in cui è proposto il parco eolico ed alle specificità di quest'ultimo in termini di estensione e composizione nel numero di aerogeneratori:

- binocoli 10x42, 8x32;
- Cannocchiale con oculare 20-60x + montato su treppiede;
- Bat-detector Pettersson Elektronik DX 240X e M500-384;
- Registratore digitale Zoom H2;
- Registratori Audiomoth v.1.2.0;
- Sistema di emissione acustica BOSE;
- Macchine fotografica reflex digitali dotate di focali variabili;
- GPS cartografico.

7.1.2 Protocollo di monitoraggio

➢ <u>Verifica di presenza/assenza di siti riproduttivi di rapaci diurni</u>

Le indagini sul campo sono condotte in un'area circoscritta da un *buffer* di 1.000 metri a partire dagli aerogeneratori più esterni; all'interno dell'area di studio vengono effettuati i rilievi secondo uno specifico calendario di uscite in relazione alla fenologia riproduttiva delle specie attese ed eventualmente già segnalate nella zona di studio come nidificanti.

Preliminarmente alle indagini sul territorio sono state, pertanto, svolte delle indagini cartografiche, aero-fotogrammetriche e bibliografiche, al fine di valutare quali possano essere potenziali siti di nidificazione idonei. Il controllo delle pareti rocciose e del loro utilizzo a scopo riproduttivo viene effettuato da distanze non superiori al chilometro, inizialmente con binocolo per verificare la presenza rapaci; in seguito, se la prima visita ha dato indicazioni di

frequentazione assidua, si utilizzea il cannocchiale per la ricerca di segni di nidificazione (adulti in cova, nidi o giovani involati).

Per quanto riguarda le specie di rapaci legati ad *habitat* forestali, le indagini vengono condotte solo in seguito ad un loro avvistamento nell'area di studio, indirizzando le ispezioni con binocolo e cannocchiale alle aree ritenute più idonee alla nidificazione entro la medesima fascia di intorno. Durante tutte le uscite siti riproduttivi, le traiettorie di volo e gli animali posati sono mappati su idonea cartografia.

- Verifica presenza/assenza di avifauna tramite transetti lineari

All'interno dell'area vasta vengono individuati uno o più percorsi (transetti) di lunghezza idonea. La lunghezza dei transetti tiene conto dell'estensione del parco eolico in relazione al numero di aerogeneratori previsti. Tale metodo risulta essere particolarmente efficace per l'identificazione delle specie di *Passeriformes*, tuttavia vengono annottate tutte le specie riscontrate durante i rilevamenti; questi prevedono il mappaggio quanto più preciso di tutti i contatti visivi e canori con gli uccelli che si incontrano percorrendo il transetto preliminarmente individuato e che opportunamente, ove possibile, attraversa tutti i punti di collocazione delle torri eoliche (ed eventualmente anche altri tratti interessati da tracciati stradali di nuova costruzione). Le attività hanno inizio a partire dall'alba o da tre ore prima del tramonto, ed il transetto viene percorso in auto a bassa velocità. In particolare sono previste un minimo di 5 uscite sul campo, effettuate dal 1° maggio al 30 di giugno, in occasione delle quali sono state mappate su carta (in scala variabile a seconda del contesto locale di studio), su entrambi i lati dei transetti, i contatti con uccelli Passeriformi entro un *buffer* di 150 m di larghezza, ed i contatti con eventuali uccelli di altri ordini (inclusi i Falconiformi), entro 1000 m dal percorso, tracciando (nel modo più preciso possibile) le traiettorie di volo durante il percorso (comprese le zone di volteggio) ed annotando orario ed altezza minima dal suolo. Al termine dell'indagine saranno ritenuti validi i territori di Passeriformi con almeno 2 contatti rilevati in 2 differenti uscite, con un intervallo di 15 gg.

- Verifica presenza/assenza avifauna notturna (Strigiformi, Caradriformi, Caprimulgiformi)

Vengono effettuati dei rilevamenti notturni specifici al fine di rilevare la presenza/assenza di uccelli notturni, in particolare le specie appartenenti agli ordini degli Strigiformi (rapaci notturni), Caradriformi (Occhione) e Caprimulgiformi (Succiacapre). I rilevamenti sono stati condotti sia all'interno dell'area di progetto che in area vasta. La metodologia prevista consiste nel recarsi sul campo per condurre due sessioni mensili nei mesi di aprile e maggio (almeno 4 uscite sul campo) avviando le attività di rilevamento dalle ore crepuscolari fino al sopraggiungere dell'oscurità; durante l'attività di campo sarà adottata la metodologia del *play-back* che consiste nell'emissione di richiami mediante registratore delle specie oggetto di monitoraggio e nell'ascolto delle

eventuali risposte degli animali per un periodo non superiore a 5 minuti per ogni specie stimolata. I punti di emissione/ascolto vengono posizionati, ove possibile, presso ogni punto in cui è prevista ciascuna torre eolica, all'interno dell'area del parco stesso ed ai suoi margini, rispettando l'accorgimento di distanziare ogni punto di emissione/ascolto di almeno 500 metri.

- Verifica presenza/assenza passeriformi nidificanti

Il metodo di censimento adottato è il campionamento mediante punti d'ascolto (*point count*) che consiste nel sostare in punti prestabiliti 10 minuti, annotando tutti gli uccelli visti e uditi entro un raggio di 100 m ed entro un buffer compreso tra i 100 e i 200 m intorno al punto. I punti di ascolto sono stati individuati all'interno dell'area di progetto in numero pari al numero di aerogeneratori ed altrettanti in area vasta al fine di un potenziale controllo. I conteggi sono stati attuati solo in condizioni di vento assente o debole e cielo sereno o poco nuvoloso e regolarmente distribuiti tra il 15 aprile e il 30 di giugno, cambiando l'ordine di visita di ciascun punto tra una sessione di conteggio e la successiva. Gli intervalli orari di conteggio comprendono il mattino, dall'alba alle successive 4 ore; e la sera, da 3 ore prima del tramonto al tramonto stesso.

- Verifica presenza/assenza specie di avifauna migratrice e fauna stanziale in volo

Sono in fase di acquisizione informazioni circa la frequentazione nell'area interessata dal parco eolico da parte di uccelli migratori diurni; il rilevamento consiste nell'effettuare osservazioni da un punto fisso di tutte le specie di uccelli sorvolanti l'area dell'impianto eolico, nonché la loro identificazione, il conteggio, la mappatura su carta delle traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento dell'attraversamento nell'area in cui si sviluppa il parco eolico. Per il controllo dal punto di osservazione i rilevatori sono stati dotati di binocolo 10x40 per lo spazio aereo circostante e di un cannocchiale 20-60x, montato su treppiede, per le identificazioni a distanza più problematiche. I rilevamenti vengono condotti dal 15 di marzo al 10 di novembre per un totale di variabile tra le 10 e le 12 sessioni di osservazione tra le ore 10 e le 16; 4 sessioni sono previste nel periodo tra aprile e maggio e 4 sessioni tra ottobre e novembre, al fine di intercettare il periodo di maggiore flusso di migratori diurni. In ogni sessione vengono comunque censite tutte le specie che attraversano o utilizzano abitualmente lo spazio aereo sovrastante l'area del parco eolico. L'ubicazione del punto di osservazione/i soddisfa i seguenti criteri, qui descritti secondo un ordine di priorità decrescente:

1. deve permettere il controllo di una porzione quanto più elevata dell'insieme dei volumi aerei determinati da un raggio immaginario di 500 m intorno ad ogni turbina;

2. deve essere il più possibile centrale rispetto allo sviluppo (lineare o superficiale) dell'impianto;
3. a parità di condizioni soddisfatte dai punti precedenti, sarà selezionato il punto di osservazione che offre una visuale con maggiore percentuale di sfondo celeste.

➢ Verifica presenza/assenza di chirotteri

Il monitoraggio, che viene condotto mediante rilevamenti e indagini sul campo soprattutto attraverso rilievi bioacustici che sono realizzati con:

- transetti in macchina (car transect) (Roche et al. 2011) utilizzando il rilevatore di ultrasuoni (bat detector) Petterssonn Elektronik D 240 X e il registratore digitale Zoom H2 (Figura 5-2);
- punti di ascolto (Limpens and McCraken 2004). Sono effettuate registrazioni con *bat detector* nella modalità di campionamento diretto di ultrasuoni tramite registrazione automatica (mediante registratori Audiomoth v.1.2.0). Il campionamento automatico consente di registrare per lunghi periodi e standardizzare le modalità di registrazione (durata, *triggering*, sensibilità ecc.), fornendo un valido strumento per la registrazione di specie presenti anche a basse densità, e procurando quindi grandi quantità di dati standardizzabili (ad esempio per il confronto dei livelli di attività delle diverse specie tra aree differenti), aumentando fortemente l'attendibilità delle checklist delle specie rilevate. Per ogni sito, il punto di ascolto ha una durata di due notti consecutive. Gli *Audiomoth* vengono collocati in prossimità di ogni torre eolica, ma sono anche dislocati nel raggio di 5 km dal sito proposto per l'impianto ciò al fine di avere informazioni sull'utilizzo dell'area vasta.

Unire le due tecniche, *car transect* e punti di ascolto, consente di ottenere dati ancora più robusti circa l'utilizzo dell'area. Con il *car transect* si possono coprire lacune che si potrebbero avere con l'utilizzo solo di punti prestabiliti e si possono raccogliere dati fra un aerogeneratore e l'altro e fra un punto di ascolto e l'altro nell'area vasta andando a fornire un'informazione più "*reliable*". L'analisi dei dati verrà condotta utilizzando il *software batsound* 4.1 e *Kaleidoscope* 5.3.9 analizzando da uno a tre segnali di ecolocalizzazione per sequenza e, quando rilevate, le chiamate sociali saranno anche state usate per l'identificazione (Russo 1999, Russo e Jones 2000; Russo and Jones 2002; Russo et al. 2009). Per le registrazioni si usa una frequenza di campionamento di 44,1 kHz, con 16 bit / campione e un 512 pt. FFT con una finestra di *Hamming* per l'analisi.

Figura 7-1: Strumentazione per i rilievi ultrasonori manuali: a sinistra bat detector D240 X Petterssonn Elektronik, a destra Registratore Digitale Zoom H2.

8 CONCLUSIONI

Dai dati e dalle informazioni acquisiti emerge chiaramente come le aree contermini all'area di progetto siano contraddistinte da un rilevante interesse avifaunistico: il promotorio di Piombino è uno dei punti di riferimento di una parte non trascurabile delle rotte migratorie che attraversano la Toscana, mentre la presenza della vicina oasi faunistica e di habitat di pregio nei promontori circostanti determina una rilevante presenza di specie stanziali o che comunque sostano nei periodi post e pre migratori.

A fronte di tale accertata vulnerabilità territoriale, le analisi effettuate hanno messo in relazione le caratteristiche del progetto con gli elementi peculiari del territorio, portando alle seguenti conclusioni:

- Le turbine selezionate sono caratterizzate da una elevata altezza al mozzo (150 m) e da una velocità di rotazione molto bassa (alla massima potenza si hanno solo 12 giri al minuto), sono poi disposte ad un interasse molto elevato tra loro, la minima distanza è pari a 850 m tra le turbine PB1 e PB2, fino agli oltre 4.000 m tra le turbine PB4 e PB5. Tali caratteristiche contribuiscono certamente a minimizzare il rischio di collisioni delle specie che sostano e cacciano nelle aree in esame. Sul punto è infatti bene precisare che per le specie stanziali erano molto più pericolosi i vecchi aerogeneratori a traliccio (che ovviamente risulta semitrasparente), posti in filari con elevato numero di turbine e a piccola interdistanza, con rotori posti a bassa quota e caratterizzati da una elevatissima velocità di rotazione. Le tecnologie oggi disponibili, peraltro, consentono di concentrare in un'unica turbina la potenza che richiedeva l'installazione di numerose macchine, riducendo drasticamente il numero di installazione.
- Le turbine sono tutte ubicate nelle aree morfologicamente più depresse, con i promontori limitrofi (su cui si sviluppa il passaggio delle rotte migratorie) posti a quote ben superiori all'altezza massima delle turbine. Tale circostanza consente di escludere qualsiasi interferenza tra i percorsi di migrazione e i rotori delle turbine, rendendo di fatto nullo il rischio di collisione associato ai migratori.
- Il rischio di collisione, valutato in condizioni estremamente cautelative, ha messo in evidenza il rischio di mortalità di 0,2 individui/anno, valore assolutamente trascurabile, soprattutto se messo in relazione con il grado di antropizzazione dell'area, che lascia presupporre la presenza di fattori di rischio ben più rilevanti delle turbine eoliche.
- L'impianto eolico esistente (costituito da 6 turbine da 3 MW ciascuna), per quanto noto, non ha ad oggi causato la morte di nessun esemplare, a conferma della bontà delle valutazioni effettuate sul rischio nel presente lavoro.

- Al fine di offrire le migliori garanzie rispetto al contenimento e al controllo degli impatti, è stato prevista, già in questa fase, la possibilità di installare un sistema di rilevamento dell'avifauna in grado di bloccare le turbine in caso di pericolo. Ovviamente il sistema sarà installato se dal monitoraggio dovessero emergere condizioni tali da giustificarne l'utilizzo. Tali sistemi riducono il rischio di collisione attivando sia azioni di dissuasione che l'eventuale blocco del WTG in base alle soglie di attività dell'avifauna e dei chirotteri, e risultano consigliati anche nella pubblicazione della COMMISSIONE EUROPEA (2020) "Documento di orientamento UE allo sviluppo dell'energia eolica in conformità alla legislazione dell'UE in materia ambientale", al paragrafo 5.4.3.6 Limitazione del funzionamento degli impianti: Tempi di funzionamento delle turbine.
- Come si rileva dalla documentazione progettuale, la Società proponente si è impegnata a realizzare azioni di compensazione per il riequilibrio ambientale e paesaggistico, con specifico riferimento alla possibilità di potenziare le azioni finalizzate alla restoration ambientale e al miglioramento degli habitat specifici.

Per quanto detto, anche in considerazione delle misure di mitigazione e compensazione proposte, si ritiene che l'impianto in progetto possa essere giudicato sufficientemente compatibile con i principi della conservazione dell'ambiente e con le buone pratiche nell'utilizzazione delle risorse ambientali.

9 BIBLIOGRAFIA

Aa.Vv., 2004. 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.

Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Scaravelli D. E, Genovesi P. (a cura di), 2004. Linee guida per il monitoraggio dei chirotteri. Indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. Ministero dell'Ambiente e Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, Ozzano dell'Emilia (Bologna).

Ahlén I., Bach L., Baagøe H.J., Pettersson J. 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Report 5571 http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln.

Arnett E.B. 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 E.B., Brown W.K., Erickson W.P., Fiedler J.K., Hamilton B.L., Henry T.H., Jain A., Johnson G.D., Kerns J., Koford R.R. (2008) Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. J Wildl Manage 71(1):61–78.

Baerwald E.F., Edworthy J., Holder M., Barclay R.M.R. 2009. A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. J Wildl Manage 73:1077–1081.

Barclay R.M.R., Baerwald E.F., Gruver J.C. 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.

BirdLife International, 2017. European Birds of Conservation Concern. Populations, trends and national responsibilities. BirdLife International, Cambridge, UK.

Bordignon L., Brunelli M., Caldarella M., Urso S., Fraissinet M., Marrese M., Norante N., Rizzi V. e Visceglia M., 2017 - Storia, evoluzione e status della Cicogna nera *Ciconia nigra* in Italia. G.L.I.Ci.Ne. (Gruppo di Lavoro Italiano sulla Cicogna nera).

Brunelli M. et al., 2022. Rapporto sulla nidificazione della Cicogna nera *Ciconia nigra* in Italia. Anno 2022. Alula 29 (1-2): 118-119.

Brunelli M., Corbi F., Sarrocco S., Sorace A. (a cura di), 2009. L'avifauna acquatica svernante nelle zone umide del Lazio. Edizioni ARP (Agenzia Regionale Parchi), Roma - Edizioni Belvedere, Latina, 176 pp.

Brunelli M., Fraticelli F., Molajoli R., 2019. Check-list degli uccelli del Lazio aggiornata al 2019. Alula 26 (1-2): 39-60.

Brunelli M., Montemaggiori A., Prola G. & Sestieri L. 2014. Prima nidificazione con successo di Cicogna nera Ciconia nigra nel Lazio. Alula XXI (1-2): 76-78.

Brunelli M., Sarrocco S., Corbi F., Sorace A., Boano A., De Felici S., Guerrieri G., Meschini A. e Roma S. (a cura di), 2011. Nuovo Atlante degli Uccelli Nidificanti nel Lazio. Edizioni ARP (Agenzia Regionale Parchi), Roma, pp. 464.

Cabrera-Cruz S. A., Smolinsky J. A., Buler J. J., 2018. Light pollution is greatest within migration passage areas for nocturnally-migrating birds around the world. *Nature*, *Scientific Reports*: 8.

Calvario E., Gustin M., Sarrocco S., Gallo Orsi U., Bulgarini F., Fraticelli F. (eds. LIPU & WWF), 1999. *Lista Rossa degli uccelli nidificanti in Italia (1988-1997) (pp. 67-121). Manuale pratico di Ornitologia 2*. Calderini, Bologna.

Cano-Alonso L.S., Telleria J.L., 2013. Breeding productivity in relation to nesting substrate and nest site accessibility to humans in the Black stork *Ciconia nigra*. Ardeola 60(2), 2013, 357-363.

Capizzi, D., Mortelliti, A., Amori, G., Colangelo, P., Rondinini, C. (a cura di), 2012 - I mammiferi del Lazio. Distribuzione, ecologia e conservazione. Edizioni ARP, Roma.

Casale F. e Brambilla M., 2009. Averla piccola. Ecologia e conservazione. Fondazione Lombardia per l'Ambiente e Regione Lombardia, Milano

Cauli F. et al., 2007. Dati preliminari sullo status dell'Albanella minore, *Circus pygargus* nel Lazio.

Collar N. J., Crosby M.J., Stattersfield. A. J.,1994. *Birds to Watch 2: The World List of Threatened Birds*. Birdlife International. Cambridge.

DGR n. 754/07 Linee guida atte a disciplinare la realizzazione e la valutazione di parchi eolici nel territorio abruzzese - Approvazione. Adeguamento al D.M. 10 settembre 2010 Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili - https://www.regione.abruzzo.it/content/linee-guida-fonti-rinnovabili

F. Cauli et al., 2007. Dati preliminari sullo status dell'Albanella minore, *Circus pygargus* nel Lazio.

Farina A. e Meschini E. 1985. *Le comunità di uccelli come indicatori ecologici*, Atti III Convegno italiano Ornitologia: 185-190.

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 for Wind Power Projects (Draft), March 2010.

Furness R.W., Greenwood J.J.D., 1993. *Birds as monitors of environmental change*. London: Chapman & Hall.

Giunchi D., Meschini A., 2022. Occhione: 196-197. In: Lardelli R., Bogliani G., Brichetti P., Caprio E., Celada C., Conca G., Fraticelli F., Gustin M., Janni O., Pedrini P., Puglisi L., Rubolini D., Ruggieri L., Spina F., Tinarelli R., Calvi G., Brambilla M. (a cura di), Atlante degli uccelli nidificanti in Italia. Edizioni Belvedere (Latina), historia naturae (11), 704 pp.

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 M.A. (2013) Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities. Bioscience 63(12):975–979.

Hodos W., Potocki A., Storm T. and Gafney M., 2000 "Reduction of Motion Smear to reduce avian collision with Wind Turbines" - Proceedings of national Avian – Wind Power Planning Meeting IV. May 16-17 2000, Carmel, Califonia.

Horn J.W., Arnett, E.B., Kunz T.H. 2008. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. J. Wildl Manage 72: 123–132. https://doi.org/10.1007/s10531-020-01961-3

IUCN 2000. *Red List of Threatened Animals*. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Johnson G. D., Erickson W. P., Strickland M. D., Shepherd M. F., Shepherd D. A., Sarappo S. A., 2003. Mortality Of Bats At A Large-Scale Wind Power Development at Buffalo Ridge, Minnesota. Am. Midl. Nat. 150: 332–342.

Johnson J.D., Young D.P. Jr., Erickson W.P., Derby C.E., Strickland M.D., Good R.E., 2000 - Wildlife monitoring studies. SeaWest Windpower Project, Carbon County, Wyoming 1995-1999. Final Report prepared by WEST, Inc. for SeaWest Energy Corporation and Bureau of Land Management. 195 pp.

Johnson J.D., Young D.P. Jr., Erickson W.P., Strickland M.D., Good R.E., Becker P., 2001 - Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim Windpower Project, Carbon County, Wyoming: November 3, 1998-October 31, 2000. Tech. Report prepared by WEST, Inc. for SeaWest Energy Corporation and Bureau of Land Management. 32 pp.

Johnson, G.D., D.P. Young, Jr., W.P. Erickson, M.D. Strickland, R.E. Good, and P. Becker. 2000. Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim

Windpower Project, Carbon County, Wyoming: November 3, 1998-October 31, 1999. Report to SeaWest Energy Corp. and Bureau of Land Management.

Lardelli R., Bogliani G., Brichetti P., Caprio E., Celada C., Conca G., Fraticelli F., Gustin M., Janni O., Pedrini P., Puglisi L., Rubolini D., Ruggieri L., Spina F., Tinarelli R., Calvi G., Brambilla M. (a cura di), Atlante degli uccelli nidificanti in Italia. Edizioni Belvedere (Latina), *historia naturae* (11), 704 pp.

Lardelli R., Bogliani G., Brichetti P., Caprio E., Celada C., Conca G., Fraticelli F., Gustin M., Janni O., Pedrini P., Puglisi L., Rubolini D., Ruggieri L., Spina F., Tinarelli R., Calvi G., Brambilla M. (a cura di), 2022. Atlante degli uccelli nidificanti in Italia. Edizioni Belvedere (Latina), *historia naturae* (11), 704 pp.

Leddy K.L., Higgins K.F., Naugle D.E., 1999 - Effects of wind turbines on upland nesting birds in Conservation Reserve Program grasslands. Wilson Bull. 111(1): pp. 100-104.

Lekuona, J.M. & Ursúa, C. 2006. Avian mortality in wind plants of Navarra (northern Spain). In: de Lucas, M, Janss, G. & Ferrer, M. (eds). Birds and Wind Power. Lynx Edicions, Barcelona.

Meschini A. & CORACIAS (a cura di), 2015. Atti del I Convegno nazionale sulla Ghiandaia marina Coracias garrulus "Un lampo turchese di interesse comunitario". Canale Monterano (RM), 20 Settembre 2014. Alula, XXII (1-2): 1-144.

Meschini A., 2011. Occhione *Burhinus oedicnemus*. In: Brunelli M., Sarrocco S., Corbi F., Sorace A., Boano A., De Felici S., Guerrieri G., Meschini A. e Roma S. (a cura di). Nuovo Atlante degli Uccelli Nidificanti nel Lazio. Edizioni ARP (Agenzia Regionale Parchi), Roma: 68.

Meschini A., 2017. Distribuzione, consistenza numerica e habitat dell'Occhione *Burhinus oedicnemus* nidificante in provincia di Viterbo. Alula XXIV (1-2): 77-85

Meschini E., Frugis S. (eds.), 1993. *Atlante degli uccelli nidificanti in Italia*. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, XX: 1-344.

Rahmel U., BACH L., Brinkmann R., Dense C., Limpens H., M.A. Scher G., Reichenbach M., Roschen A. 1999. Windkraftplanung und Flederma¨use. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik—Bremer Beitra¨ge fu¨r Naturkunde und Naturschutz, 4: 155–161.

Regione Toscana, 2012. Linee guida per la valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici.

Rodrigues L., Bach L., Duborg-Savage M.J., Karapandža B., Kovač D., Kervin T., Dekker J., Kepel A., Bach P., Collins J., Harbusch C., Park K., Micevski B., Minderman J. 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014 - EUROBATS

Publication Series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany.

Rollins K.E., Meyerholz D.K., Johnson G.D., Capparella A.P., Loew S.S. 2012. A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? Veterinary Pathology 49(2): 362 - 371.

Rondinini, C., Battistoni, A., Teofili, C. per il volume (compilatori), 2022 Lista Rossa IUCN dei vertebrati italiani 2022. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Roma

Roscioni F., Rebelo H., Russo D., Carranza M.L., Di Febbraro M., Loy A., 2014. A modelling approach to infer the effects of wind farms on landscape connectivity for bats. Landscape Ecol DOI 10.1007/s10980-014-0030-2.

Roscioni F., Russo D., Di Febbraro M., Frate L., Carranza M.L., Loy A. 2013 Regional-scale modelling of the cumulative impact of wind farms on bats. Biodivers Conserv 22: 1821-1835.

Rydell J., Bach L., Doubourg Savage M., Green M., Rodrigues L., Hedenstrom A. 2010. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? Eur J Wildl Res 56: 823–827.

Rydell J., Hedenstrom H., Hedenstrom A., Larsen J.K., Pettersson J., Green M. 2012. The effects of wind power on birds and bats – a synthesis Vindval Report.

Smeraldo et al., 2020. Modelling risks posed by wind turbines and power lines to soaring birds: the black stork (*Ciconia nigra*) in Italy as a case study. Springer, Biodiversity and Conservation

Sposimo P., Puglisi L., Lebboroni M., Pezzo F., Vanni L., 2013. Sensibilità dell'avifauna agli impianti eolici in Toscana. Regione Toscana-Centro Ornitologico Toscano, rapporto tecnico non pubblicato.

Van Doren B.M., Horton K.G., Dokter A.M., Klinck H., Elbin S.B., Farnsworth A., 2017. High-intensity urban light installation dramatically alters nocturnal bird migration. *Proc. Nat. Acad. Sci.,* 114: 11175–11180.

Watson M. J., Wilson D. R., Mennill D. J., 2016. Anthropogenic light is associated with increased vocal activity by nocturnally migrating birds. *The Condor, Ornithological Applications,*118: 338–344.

Winger B., Weeks B., Farnsworth A., Jones A., Hennen M., Willard D., 2019. Nocturnal flight-calling behaviour predicts vulnerability to artificial light in migratory birds. *Proceedings Royal Society Bullettin*, 286: 20190364.

Winkelman J.E., 1994. Bird/wind turbine investigations in Europe. Proceedings of national Avian – Wind Power Planning Meeting. Jul 20-21 1994, Lakewood, Colorado.

Ambiente Italia, 2013. Studio per la valutazione di incidenza - SIA Campo eolico Venturina; Comuni di Piombino e Campiglia Marittima (provincia di Livorno).

Arcamone E., Baccetti N., 2004. Check-list COT degli uccelli toscani (versione "Carnevale 2004").

BirdLife International, 2017. European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities. Cambridge, UK: BirdLife International.

Brunelli M. et al., 2022. Rapporto sulla nidificazione della Cicogna nera Ciconia nigra in Italia. Anno 2022. Alula 29 (1-2): 118-119.

Bordignon L., Brunelli M., Caldarella M., Urso S., Fraissinet M., Marrese M., Norante N., Rizzi V. e Visceglia M., 2017 - Storia, evoluzione e status della Cicogna nera Ciconia nigra in Italia. G.L.I.Ci.Ne. (Gruppo di Lavoro Italiano sulla Cicogna nera).

Brunelli M., Sarrocco S., Corbi F., Sorace A., Boano A., De Felici S., Guerrieri G., Meschini A. e Roma S. (a cura di), 2011. Nuovo Atlante degli Uccelli Nidificanti nel Lazio. Edizioni ARP (Agenzia Regionale Parchi), Roma, pp.464.

Cabrera-Cruz S. A., Smolinsky J. A., Buler J. J., 2018. Light pollution is greatest within migration passage areas for nocturnally-migrating birds around the world. Nature, Scientific Reports: 8.

Cano-Alonso L.S., Telleria J.L., 2013. Breeding productivity in relation to nesting substrate and nest site accessibility to humans in the Black stork Ciconia nigra. Ardeola 60(2), 2013, 357-363.

Casale F. e Brambilla M., 2009. Averla piccola. Ecologia e conservazione. Fondazione Lombardia per l'Ambiente e Regione Lombardia, Milano.

COT, 2013. Atlante nazionale degli uccelli nidificanti – Avanzamento in Toscana. Stagione 2014.

Hodos W., Potocki A., Storm T. and Gafney M., 2000 "Reduction of Motion Smear to reduce avian collision with Wind Turbines" - Proceedings of national Avian – Wind Power Planning Meeting IV. May 16-17, 2000, Carmel, Califonia.

Lardelli R., Bogliani G., Brichetti P., Caprio E., Celada C., Conca G., Fraticelli F., Gustin M., Janni O., Pedrini P., Puglisi L., Rubolini D., Ruggieri L., Spina F., Tinarelli R., Calvi G., Brambilla M. (a cura di), 2022. Atlante degli uccelli nidificanti in Italia. Edizioni Belvedere (Latina), historia naturae (11), 704 pp.

Meschini A. & CORACIAS (a cura di), 2015. Atti del I Convegno nazionale sulla Ghiandaia marina Coracias garrulus "Un lampo turchese di interesse comunitario". Canale Monterano (RM), 20 Settembre 2014. Alula, XXII (1-2): 1-144.

Paesani G., Vanni L., Gillone G., 2017. Rapaci in volo sull'arcipelago toscano. I quaderni del Parco, Parco Naz. Arc. Toscano.

Panuccio M., Mellone U., and Agostini A., 2021. Migration Strategies of Birds of Prey in Western Palearctic. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Regione Puglia, 2004. Linee guida per la realizzazione di impianti eolici nella regione Puglia. Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 33 del 18-3-2004. Regione Puglia, Assessorato all'Ambiente, Settore ecologia, Autorità ambientale, Ufficio parchi e riserve naturali.

Regione Toscana, 2012. Linee guida per la valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici.

Rondinini, C., Battistoni, A., Teofili, C. per il volume (compilatori), 2022 Lista Rossa IUCN dei vertebrati italiani 2022. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Roma.

Smeraldo et al., 2020. Modelling risks posed by wind turbines and power lines to soaring birds: the black stork (Ciconia nigra) in Italy as a case study. Springer, Biodiversity and Conservation.

https://doi.org/10.1007/s10531-020-01961-3

Spina F. & Volponi S., 2008 - Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. 1. non-Passeriformi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tipografia CSR-Roma. 800 pp.

Spina F. & Volponi S., 2008 - Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. 2. Passeriformi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tipografia SCR-Roma. 632 pp.

Sposimo P., Puglisi L., Lebboroni M., Pezzo F., Vanni L., 2013. Sensibilità dell'avifauna agli impianti eolici in Toscana. Regione Toscana-Centro Ornitologico Toscano, rapporto tecnico non pubblicato.

Tattoni C., Ciolli M., 2019. Analysis of Bird Flyways in 3D. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2019, 8, 535.

Tellini Florenzano G., Arcamone E., Baccetti N., Meschini E. e Sposimo P. (eds.), 1997. Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti in Toscana (1982-1992). Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno - Monografie, 1.

Van Doren B.M., Horton K.G., Dokter A.M., Klinck H., Elbin S.B., Farnsworth A., 2017. High-intensity urban light installation dramatically alters nocturnal bird migration. Proc. Nat. Acad. Sci., 114: 11175–11180.

Watson M. J., Wilson D. R., Mennill D. J., 2016. Anthropogenic light is associated with increased vocal activity by nocturnally migrating birds. The Condor, Ornithological Applications,118: 338–344.

Winger B., Weeks B., Farnsworth A., Jones A., Hennen M., Willard D., 2019. Nocturnal flight-calling behaviour predicts vulnerability to artificial light in migratory birds. Proceedings Royal Society Bullettin, 286: 20190364.

Winkelman J.E., 1994. Bird/wind turbine investigations in Europe. Proceedings of national Avian – Wind Power Planning Meeting. Jul 20-21, 1994, Lakewood, Colorado.

Sitografia generale

Ornitho.it (Carte mensili/annuali; Consultazione a più criteri):
https://www.ornitho.it/ (Ultima consultazione: 21/6/2023)

Progetto Falco Pescatore:
https://www.falcopescatore.it/il-progetto-in-breve-2/
https://www.facebook.com/progettofalcopescatore/

Repertorio Naturalistico Toscano (RE.NA.TO):
https://www.regione.toscana.it/-/repertorio-naturalistico-toscano-re-na-to-

Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana:
http://sira.arpat.toscana.it/sira/MedWet/MDW_IT51317101.htm

The Norwegian Institute for Nature Research:
How efficient are mitigation measures for bird-friendly wind power?
https://www.nina.no/english/News/News-article/ArticleId/5037/S-229-effektive-er-tiltakene-for-fuglevennlig-vindkraft

10 SITOGRAFIA di merito

Carta della Natura ISPRA:
https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=885b933233e341808d7f629526aa32f6

Oasi WWF Orti-Bottagone:
https://www.wwf.it/dove-interveniamo/il-nostro-lavoro-in-italia/oasi/bottagone/

Progetto Falco Pescatore:
https://www.falcopescatore.it/il-progetto-in-breve-2/
https://www.facebook.com/progettofalcopescatore/

Repertorio Naturalistico Toscano (RE.NA.TO):
https://www.regione.toscana.it/-/repertorio-naturalistico-toscano-re-na-to-

Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana:
http://sira.arpat.toscana.it/sira/MedWet/MDW_IT51317101.htm

Ornitho.it (Carte mensili/annuali; Consultazione a più criteri):
https://www.ornitho.it/ (Ultima consultazione: 21/6/2023)

The Norwegian Institute for Nature Research
How efficient are mitigation measures for bird-friendly wind power?
https://www.nina.no/english/News/News-article/ArticleId/5037/S-229-effektive-er-tiltakene-for-fuglevennlig-vindkraft