



MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



E.N.A.C
ENTE NAZIONALE per L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE AMERIGO VESPUCCI

Opera

PROJECT REVIEW – PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE AL 2035

Titolo Documento

STUDI SPECIALISTICI – COMPONENTI BIOTICHE

Indagine faunistica per il monitoraggio ambientale ante-operam della chiroterofauna a supporto del Masterplan aeroportuale 2035 dell'Aeroporto di Firenze (anno 2023)

Livello di Progetto

STUDIO AMBIENTALE INTEGRATO

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
SAI	00	MARZO 2024	N/A	FLR-MPL-SAI-QCA5-031-CH-RT_Indag Monit AO Chir 2023
				TITOLO RIDOTTO
				Indag Monit AO Chir 2023

00	03/2024	EMISSIONE PER PROCEDURA VIA-VAS	NEMO	F. BOSI	L. TENERANI
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p>ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p>  <p>DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p>  <p>PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p>Dott. Paolo Agnelli Dott. Fabrizio Bartolini</p>
<p>POST HOLDER PROGETTAZIONE Ing. Lorenzo Tenerani</p> <p>POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'Ippolito</p> <p>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini</p>	<p>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa n°631</p>	

INDICE

1. PREMESSA E OBIETTIVI.....	3
2. METODI DI INDAGINE.....	4
2.1. AREA DI INDAGINE	4
2.2. INDAGINI BIOACUSTICHE	5
2.3. ISPEZIONE DI POTENZIALI RIFUGI ESTIVI.....	7
2.4. CATTURE CON MIST-NET	8
3. RISULTATI	9
3.1. CARATTERISTICHE DELL'AREA DI INDAGINE	9
3.2. INDAGINI BIOACUSTICHE	17
3.2.1. Rilievi con bat-detector	17
3.2.2. Rilievi con registratori passivi	20
3.2.3. Parametri descrittivi delle comunità (livelli di attività, ricchezza di specie, diversità)	21
3.3. ISPEZIONE DI POTENZIALI RIFUGI DIURNI	23
3.4. CATTURE CON MIST-NET	25
4. DISCUSSIONE	26
CHECK-LIST DELLE SPECIE NOTE PER L'AREA DI INDAGINE E RICCHEZZA DI SPECIE NELLE DIVERSE AREE	26
RILEVANZA CHIROTEROLOGICA DELL'AREA DI INDAGINE	27
5. CONCLUSIONI.....	31
6. BIBLIOGRAFIA CITATA	33

1. PREMESSA E OBIETTIVI

La presente relazione riporta i risultati delle indagini chiroterologiche svolte nel 2023 nella Piana Fiorentina, in porzioni di territorio dei comuni di Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio, Signa, Lastra a Signa e Scandici (Figura 1), nell'ambito della valutazione dell'impatto ambientale del Masterplan Aeroportuale 2035 dell'Aeroporto di Firenze.

Lo studio rappresenta un aggiornamento delle conoscenze acquisite nel periodo 2015-2018, mediante indagini bioacustiche e ricerca di rifugi. Rispetto alle precedenti campagne, è stata operata una selezione delle stazioni di indagine precedentemente individuate, scegliendo quelle che negli anni passati avevano mostrato una maggiore rilevanza dal punto di vista chiroterologico. Al fine di arricchire il quadro delle conoscenze ed ottenere una maggiore accuratezza in fase di valutazione dei possibili impatti derivanti dalle previsioni del Masterplan, sono stati altresì svolti alcuni approfondimenti in nuove stazioni, sia nell'intorno dell'aeroporto (< 2Km) sia in prossimità dell'area di compensazione "Il Piano di Manetti" (Signa), dove è prevista la realizzazione di un rifugio per pipistrelli quale opera di compensazione.

2. METODI DI INDAGINE

2.1. Area di indagine

Lo studio è stato condotto considerando il territorio pianiziale (“area di indagine”; Figura 1) ritenuto maggiormente interessato dal Masterplan e dalle compensazioni previste nell’area denominata “Il Piano di Manetti” (Signa). In coerenza, l’area di indagine include il territorio pianiziale dei comuni di Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio; inoltre sono state incluse porzioni dei territori di pianura posti in prossimità dell’area individuata per la compensazione, ricadenti nei comuni di Signa (porzione definita su base altimetrica e in base al corso del torrente Bisenzio) e i territori prospicienti le rive dell’Arno dei comuni di Lastra a Signa (a nord del corso del torrente Vingone) e Scandicci (a nord del tracciato della strada Firenze Pisa Livorno) (Figura 1). All’interno di questa area sono state prescelte le stazioni di indagine secondo il criterio di maggiore idoneità per l’attività dei chiroterteri, anche sulla base dei risultati ottenuti dai monitoraggi effettuati nel periodo 2015-2018.

Rispetto al precedente periodo, sono state aggiunte alcune stazioni poste in prossimità dell’area di compensazione di Signa. Si è ritenuto, infatti, che una caratterizzazione delle comunità di chiroterteri presenti in queste aree potesse essere di supporto alle future scelte progettuali da sviluppare nell’ambito delle compensazioni stesse, soprattutto in vista della progettazione di un edificio destinato a fungere da rifugio per chiroterteri.

In generale, per la scelta delle stazioni di indagine bioacustica, è stata analizzata la presenza di elementi che possono essere ritenuti di maggior interesse e quindi quelli presso i quali vi sono maggiori possibilità di “contatto” con i chiroterteri. Essi sono: zone umide, ambienti boschivi, anche residuali, strutture lineari dell’agroecosistema (siepi campestri, filari alberati, ecc.), tutti elementi che vengono utilizzati dai chiroterteri come “direttrici” abituali di spostamento all’interno del territorio. La presenza di illuminazione artificiale notturna rappresenta un attrattore per le specie opportuniste, ma un dissuasore per le specie ecologicamente più esigenti; a causa di ciò, in ciascuna sessione di monitoraggio, si è provveduto ad annotare l’intensità di questo fattore, esprimendola mediante giudizio speditivo (“oscurità”, “illuminazione parziale”, “presenza di illuminazione”).

In sintesi, le stazioni di indagine sono state scelte in base ai seguenti criteri: 1) evidenze derivanti dai monitoraggi pregressi; 2) presenza di habitat idonei all’attività trofica dei chiroterteri, ricadenti soprattutto in aree con zone umide di vario tipo (stagni, canali, torrenti); 3) presenza di aree ritenute “corridoi ecologici” all’interno del “mosaico” paesaggistico della piana (formazioni boschive, filari arborei, corsi d’acqua, con scarsa o assente illuminazione notturna).

Nei paragrafi successivi vengono presentate le modalità di esecuzione delle tecniche di indagine utilizzate.

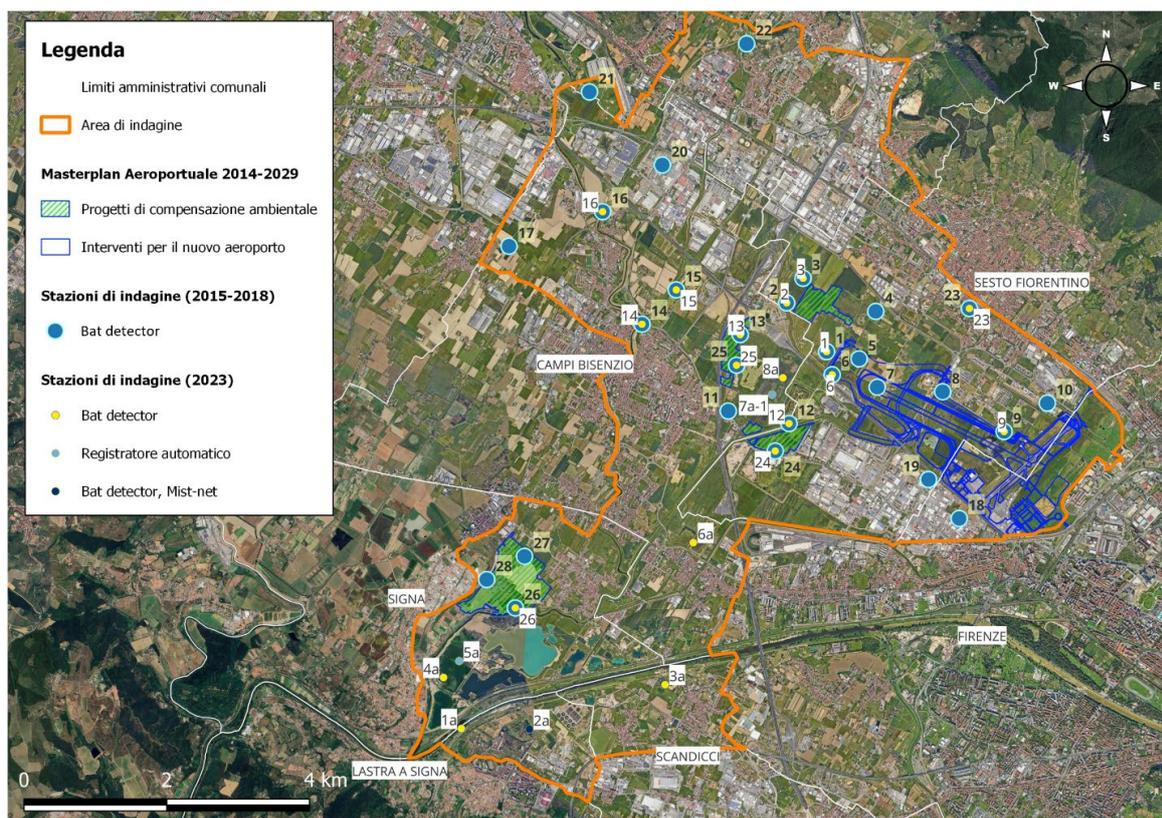


Figura 1 - Mappa delle stazioni di monitoraggio (identificate con etichetta bianca) e dettaglio delle differenti tecniche di indagine adottate nel 2023 (*bat-detector*, registratori automatici, catture con *mist-net*). Sono riportate anche le stazioni di indagine del periodo 2015-2018 (identificate con etichetta gialla).

2.2. Indagini bioacustiche

L'intensità di utilizzo delle aree per la fase trofica da parte dei chiroteri è stata investigata mediante indagini notturne con *bat-detector* svolte nelle ore serali in sessioni di campionamento di durata predefinita (30 minuti). Nell'ambito delle indagini bioacustiche sono stati inoltre posizionati microfoni per la registrazione automatica dei segnali durante l'intero periodo notturno, permettendo di acquisire ulteriori informazioni circa le specie che utilizzano l'area di indagine.

Le indagini bioacustiche sono state svolte nel mese di giugno ed effettuate sia mediante stazioni di ascolto notturne della durata standard di 30 minuti, registrando con il *bat-detector* (Pettersson D1000X) i singoli passaggi dei chiroteri, sia mediante l'utilizzo di registratori ultrasonici passivi (Dodotronic Ultrasound USB Microphones), questi ultimi lasciati attivi tutta la notte. Queste due differenti tecniche sono state finalizzate, rispettivamente, a studiare i livelli di attività dei chiroteri nelle differenti stazioni e a verificare l'eventuale utilizzo di questo territorio da parte di specie non residenti, che possono però frequentare l'area in modo sporadico e occasionale.

I principali parametri bioacustici dei segnali registrati sono stati analizzati al PC utilizzando il software Batsound 4.2 (Pettersson Elektronik AB, Uppsala), per l'attribuzione dei sonogrammi alle diverse

specie, o gruppi di specie (Russo e Jones, 2002; Barataud, 2014; Russ, 2021). In tal senso, si devono tenere presenti i limiti oggettivi di questa metodica, che in molti casi non consente di riferire con certezza i segnali ultrasonori registrati a singole specie (Agnelli *et al.*, 2004; Russo *et al.*, 2018). Infatti, solo in alcuni casi i segnali di ecolocalizzazione sono specie-specifici, allorché esiste un'ampia sovrapposizione dei parametri bioacustici per certi gruppi di specie (ma in determinate condizioni ambientali e di volo anche per specie “identificabili”), tale da impedire una sicura attribuzione dei sonogrammi a livello di specie e, talvolta di genere. Tale limitazione esiste soprattutto nell'identificazione della maggior parte delle specie appartenenti al genere *Myotis*, per il gruppo di specie costituito da *Eptesicus serotinus* e specie del genere *Nyctalus* (Charbonnier *et al.*, 2021). Comunque, l'identificazione a livello specifico in questi e altri casi (*Eptesicus / Nyctalus*, *Pipistrellus kuhlii / P. nathusii*, *Pipistrellus sp. / Hypsugo savii*, *P. pipistrellus / Miniopterus shreibersii*) risulta talvolta possibile mediante il riconoscimento di particolari sequenze di ecolocalizzazione e in presenza di segnali sociali (Pfalzer e Jürgen, 2003).

Occorre inoltre precisare che il numero di contatti non può essere utilizzato per stimare il numero di individui presenti in una certa area, ma fornisce unicamente un'indicazione sulla frequenza relativa delle singole specie. Inoltre, utilizzando la tecnica dei punti di ascolto, esiste evidentemente il problema legato ai possibili doppi conteggi, cioè della possibilità di contattare uno stesso individuo più volte. Ciò rende non facile una corretta valutazione del numero di individui presenti nell'area (Agnelli *et al.* 2004). Pertanto il numero di contatti può essere utilizzato solo per esprimere l'abbondanza relativa delle singole specie in funzione della loro attività in una certa area.

Operativamente, si è tenuto conto del numero dei singoli passaggi individuali. Quando però un individuo sembrava permanere più o meno stabilmente in attività di foraggiamento durante il periodo di ascolto, si è proceduto con l'attribuire all'attività di quell'esemplare nell'area un valore pari a 10 volte quella di un singolo passaggio. Con questo fattore “correttivo” è stato possibile arrivare a quantificare, per approssimazione, anche il livello di attività di ciascuna specie nell'area di indagine.

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo delle attività in campo svolte mediante tecniche bioacustiche. Il rilievo di ottobre non è stato ripetuto presso stazioni con zone umide in asciutta o considerate meno rappresentative, sia in base ai risultati ottenuti a primavera, sia nell'ambito di altre indagini.

Tabella 1 – Registro delle indagini bioacustiche svolte nell'area di indagine a giugno 2023.

Indagine	Data	Stazioni di indagine	Rilevatore
Bat-detector	08/06/2023	9 – 23 – 6 – 1 – 2 – 3 – 24 – 12 -13 – 25 – 15 – 14 – 16	Dott. P. Agnelli, dott. F. Bartolini
Bat-detector	09/06/2023	6a – 26 – 4a – 1a – 2a – 3a	Dott. F. Bartolini
Bat-detector	22/06/2023	8a	Dott. F. Bartolini
Registratore automatico	08/06/2023	5a – 7a-1	Dott. P. Agnelli, Dott. F. Bartolini
Bat-detector	13/07/2023	2a	Dott. P. Agnelli, Dott. F. Bartolini, Dott. C. Guaita

2.3. Ispezione di potenziali rifugi estivi

L'esistenza di rifugi diurni nell'area di campionamento è stata accertata in orario diurno, ispezionando gli interstizi presenti in opere infrastrutturali, quali ponti e viadotti, e in edifici in stato di abbandono. In tutti questi casi, la ricerca ha avuto come oggetto la presenza di individui o il reperimento di tracce di frequentazione (Figura 2).

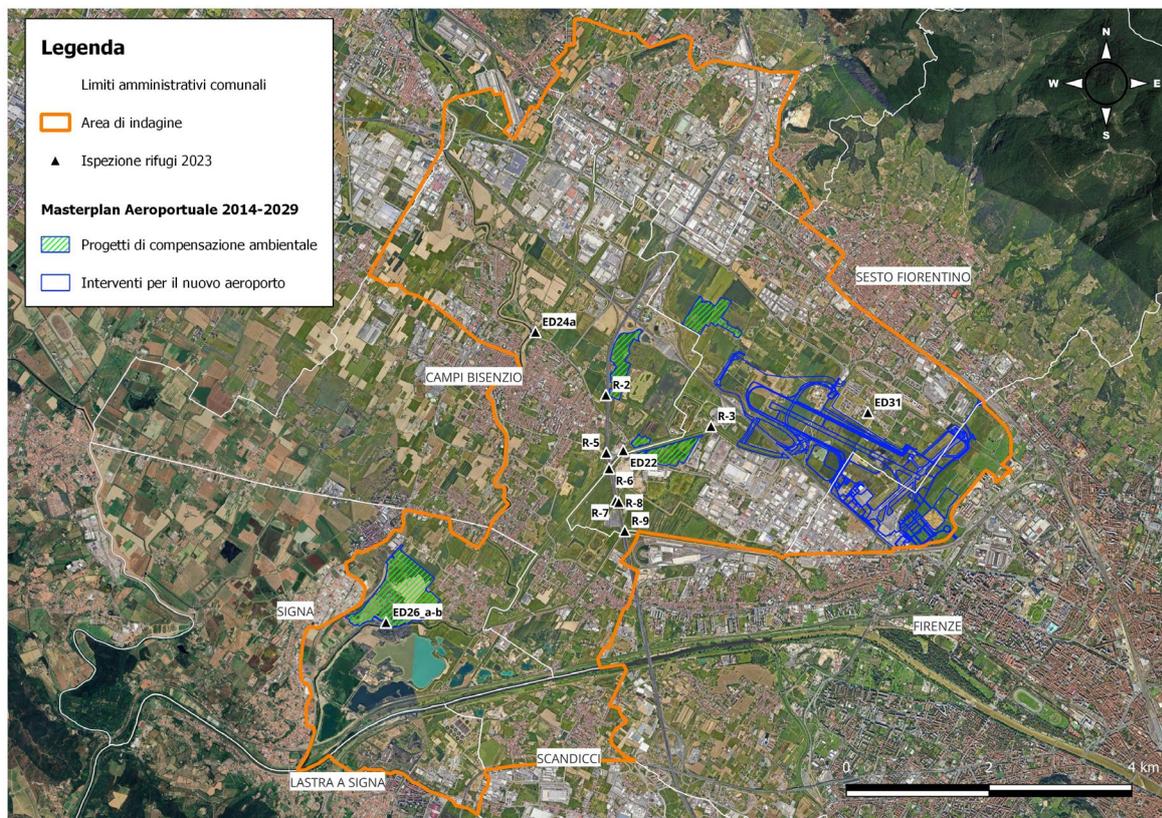


Figura 2 - Mappa dell'area di indagine con la localizzazione dei manufatti ritenuti potenzialmente idonei ad ospitare chiroteri, ispezionati nel 2023.

Indagini chiroterologiche pregresse svolte nella Piana fra Peretola e Campi Bisenzio (Agnelli P., dati inediti) hanno evidenziato la presenza di una comunità di chiroteri dominata da specie antropofile ad abitudini fessuricole (*Pipistrellus kuhlii*, *Hypsugo savii*, *Tadarida teniotis*). Si tratta di specie comunemente associate ad edifici e ad altri manufatti, anche in contesti urbani (Agnelli et al., 2004; Russo, 2013).

L'ispezione dei potenziali rifugi è stata svolta fra la fine di giugno e l'inizio di luglio, visitando i principali manufatti nei dintorni dell'area di intervento, con particolare riferimento a ponti e viadotti (Figura 1, Allegato 1). Questa attività ha rappresentato un'integrazione di quanto già svolto nel periodo 2015-2018, con l'ispezione di altri manufatti non ispezionati precedentemente e con l'aggiornamento dei rilievi in alcuni edifici ed opere infrastrutturali ritenuti particolarmente idonei o dove era già stata riscontrata la presenza di animali nel periodo 2015-2018.

Nell'Allegato I al presente documento sono riportati i dettagli relativi ai manufatti ispezionati. Di seguito si riporta il registro delle attività svolte.

Tabella 2 - Registro delle indagini bioacustiche svolte nell'area di indagine a giugno e ottobre 2023

Indagine	Data	Stazioni di indagine	Rilevatore
Ispezione potenziali rifugi	08/06/2023	ED24a, R-3, ED22, ED26_a-b; ED31	Dott. P. Agnelli, Dott. F. Bartolini, Dott. C. Scoccianti
Ispezione potenziali rifugi	23/07/2023	R-2, R-5, R-6, R-7, R-8, R-9	Dott. F. Bartolini, Dott. C. Scoccianti

2.4. Catture con mist-net

Presso la stazione di indagine ricadente nel Parco Fluviale di Lastra a Signa, in data 13/07/2023, è stata eseguita una sessione di catture con *mist-net*. Tale approfondimento ha avuto lo scopo di integrare l'indagine bioacustica svolta presso questa stazione (2a), in occasione della quale erano stati registrati segnali ultrasonori a frequenza modulata (FM) non certamente attribuibili a livello di specie, ma potenzialmente di estremo interesse perché tipici di due generi di chiroterteri relativamente esigenti da un punto di vista ecologico (*Myotis* e *Plecotus*).

La sessione di cattura si è svolta dal tramonto (ore 20:00 ca.) e per un periodo seguente di circa 3 ore (termine alle 23:15). Sono state installate due reti, posizionate in modo da massimizzare la probabilità di cattura degli individui, cioè presso passaggi obbligati (gallerie all'interno della vegetazione boschiva) e in punti vantaggiosi presso potenziali aree di abbeveraggio/foraggiamento (varco della vegetazione spondale attorno a una delle zone umide del Parco Fluviale).

Le catture sono state effettuate secondo quanto previsto dalle disposizioni indicate da ISPRA, ente che per conto del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica valuta le richieste di autorizzazione alla cattura in deroga. L'autorizzazione alla cattura è stata concessa per tutto l'anno 2023 al Dr. Paolo Agnelli in seguito a richiesta, con procedura semplificata, da parte della Regione Toscana, per tutto il territorio regionale (articolo 8 del DPR 357/97 per attività finalizzate al monitoraggio ai sensi dell'art. 7, comma 2).

3. RISULTATI

3.1. Caratteristiche dell'area di indagine

All'interno dell'area di indagine, l'uso e la copertura più rappresentati sono le superfici agricole e le superfici artificiali (rispettivamente 38.7% e 49.9%). Gli ambienti “naturaliformi” includono soprattutto aree con vegetazione spontanea in evoluzione (5,2%) e zone umide (2,6%), per lo più ricadenti entro l'Oasi WWF Stagni di Focognano. Completano il quadro altri tipi di zone umide costituiti da canali e bacini artificiali (3,1%), questi ultimi rappresentati soprattutto dai laghi dei renai di Signa (2,3%).

Per quanto riguarda le aree agricole, il tipo colturale di gran lunga più rappresentato è il seminativo che con un ricoprimento del 41,5% è anche il tipo di uso del suolo più esteso. Nell'area di indagine questo tipo di uso del suolo contribuisce significativamente a definire la fisionomia del paesaggio agricolo (tipicamente intensivo), caratterizzato da grandi monoculture e scarsa presenza di elementi strutturanti (siepi campestri, boschetti, aree con vegetazione in evoluzione, ecc.).

Tabella 3 - Superficie occupata dai diversi tipi di uso e di copertura del suolo secondo le categorie Corine Land Cover, declinati al terzo livello descrittivo (fonte: database Regione Toscana “Uso e Copertura del Suolo”, aggiornato al 2019).

Codice	Descrizione	Superficie (ha)	%
1. Superfici artificiali			38,7%
111	Zone residenziali a tessuto continuo	152	2,5%
112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	610	10,1%
121	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	772	12,8%
122	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	425	7,0%
124	Aeroporti	34	0,6%
131	Aree estrattive	44	0,7%
132	Discariche	32	0,5%
133	Cantieri	31	0,5%
141	Aree verdi urbane	186	3,1%
142	Aree ricreative e sportive	53	0,9%
2. Superfici agricole utilizzate			49,9%
210	Seminativi	2510	41,5%
221	Vigneti	20	0,3%
222	Frutteti e frutti minori	38	0,6%
223	Oliveti	10	0,2%
231	Prati stabili	191	3,2%
241	Colture temporanee associate a colture permanenti	73	1,2%
242	Sistemi colturali e particellari complessi	166	2,7%
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	13	0,2%
3. Territori boscati e ambienti seminaturali			5,3%
311	Boschi di latifoglie	4	0,1%
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	314	5,2%
333	Aree con vegetazione rada	2	0,03%

Codice	Descrizione	Superficie (ha)	%
4. Zone umide			2,6%
411	Paludi interne	156	2,6%
5. Corpi idrici			3,6%
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	76	1,3%
512	Bacini d'acqua	140	2,3%

Nella tabella seguente vengono riportate le informazioni dettagliate utili a caratterizzare le stazioni presso le quali sono state svolte le indagini bioacustiche.

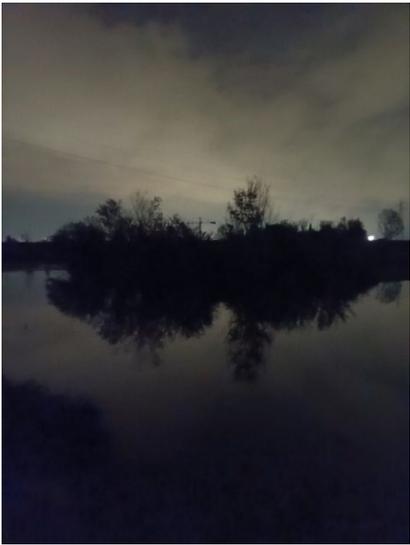
Tabella 4 - Dettaglio delle stazioni dove sono state svolte le indagini bioacustiche.

Codice stazione	Coordinate (X; Y)	Descrizione	Immagine
16	671327; 4856524	<p>Descrizione fisionomica: confluenza del torrente Marina nel Bisenzio, presso località San Quirico (Campi Bisenzio). Entrambi i corsi d'acqua sono confinati entro alti argini erbosi, soggetti a periodici sfalci. Assenza di vegetazione riparia strutturata.</p> <p>Illuminazione notturna: assente.</p> <p>Presenza di acqua: perenne (torrente Bisenzio).</p>	
3	674155; 4855663	<p>Descrizione fisionomica: Stazione in area agricola con seminativi e piccolo arboreto lungo la Via Mollaia.</p> <p>Illuminazione notturna: assente.</p> <p>Presenza di acqua: no.</p>	
15	672385; 4855454	<p>Descrizione fisionomica: Stazione all'interno del Parco di Villa Montalvo. Alternanza di alberature, sia in formazione lineare che sia a boschetto, e prati. Presenti individui arborei (lecci) di grandi dimensioni.</p> <p>Illuminazione notturna: alternanza di spazi bui (prati, piccole formazioni arboree) e aree illuminate, coincidenti con la viabilità pedonale e ciclabile interna al Parco.</p> <p>Presenza di acqua: no, ma il Parco si estende contigualmente al torrente Marinella.</p>	

Codice stazione	Coordinate (X; Y)	Descrizione	Immagine
2	673935; 4855312	<p>Descrizione fisionomica: Stazione presso un piccolo ripristino (zona umida) lungo la ciclabile in vista del Gate Hotel (Casello autostradale FI-Nord), e in prossimità della zona direzionale (ampio edificio) contigua al tracciato dell'autostrada A-11. Stazione caratterizzata da una piccola zona umida, con canneto e specchio d'acqua di piccole dimensioni, immersa nella matrice agroecosistemica intensiva (grandi superfici a seminativo), in parte circondata da rilevati di terreno (piccole colline) sui quali sono state operate piantagioni di essenze arbustive.</p> <p>Illuminazione notturna: assente, presenza di illuminazione nelle aree urbanizzate circostanti.</p> <p>Presenza di acqua: stagionale. Zona umida allagata a giugno.</p>	
23	676493; 4855301	<p>Descrizione fisionomica: Stazione situata nell'abitato di Sesto Fiorentino e caratterizzata da piccole aree prative e giardini.</p> <p>Illuminazione notturna: diffusamente illuminata da luci artificiali. Dall'estate 2017 l'unica zona buia di questa stazione, posta nel retro dell'edificio, è stata corredata di numerosi lampioni.</p> <p>Presenza di acqua: no</p>	
14	671918; 4854960	<p>Descrizione fisionomica: stazione lungo il torrente Bisenzio, presso confluenza con il torrente Marina. Sponde caratterizzate da vegetazione erbacea, periodicamente sfalcata dal Consorzio di Bonifica. Prossimità di rifugi per fessuricoli sotto le arcate del ponte della strada SP-5.</p> <p>Illuminazione notturna: assente; presente illuminazione stradale sul ponte sovrastante.</p> <p>Presenza di acqua: sì; perenne lungo il Bisenzio, intermittente sulla Marina (asciutte estive).</p>	

Codice stazione	Coordinate (X; Y)	Descrizione	Immagine
13	673296; 4854850	<p>Descrizione fisionomica: stazione posta in contesto agricolo intensivo (colture cerealicole), lungo un fosso con acqua, caratterizzato dalla presenza di vegetazione palustre ed essenze arboreo-arbustive scarsamente strutturate. Prossimità del tracciato dell'Autostrada A1 (meno di 250 m).</p> <p>Illuminazione notturna: assente.</p> <p>Presenza di acqua: sì; la densa vegetazione limita la possibilità di volo a pelo d'acqua (ad es. per abbeveraggio).</p>	
1	674513; 4854643	<p>Descrizione fisionomica: stazione lungo la Gora di via del Pantano in prossimità dei ripristini del Parco della Piana e del Laghetto “dei Cavalieri”. La stazione ricade all'interno della matrice agroecosistemica intensiva (grandi superfici a seminativo), sono presenti formazioni arbustive lineari lungo gli argini perimetrali del Parco della Piana.</p> <p>Illuminazione notturna: assente.</p> <p>Presenza di acqua: sì, perenne.</p>	
25	673256; 4854419	<p>Descrizione fisionomica: Stazione inclusa fra il tracciato dell'A1 e il nuovo lago Prataccio (Oasi WWF Stagni di Focognano). Si tratta di un'area agricola intensiva con grande seminativo e siepe campestre discontinua.</p> <p>Illuminazione notturna: assente</p> <p>Presenza di acqua: intermittente, all'interno della scolina a bordo coltivo.</p>	
6	674598; 4854320	<p>Descrizione fisionomica: Piccolo stagno con acqua di solito presente in giugno e già prosciugato a fine luglio. Si trova al limitare dei campi presso l'autogrill Agip della Autostrada.</p> <p>Illuminazione notturna: assente</p> <p>Presenza di acqua: intermittente; presenza di acqua a primavera.</p>	

Codice stazione	Coordinate (X; Y)	Descrizione	Immagine
8-a	673911; 4854258	<p>Descrizione fisionomica: affaccio dall'osservatorio principale dell'Oasi WWF Stagni di Focognano, sui laghi Calvana e Morello. Presenza di vegetazione arbustiva ben evoluta e fitta sulle arginature perimetrali; scarsa copertura arborea attorno alla struttura per l'osservazione (grazie all'apposita gestione del sito), fattore quest'ultimo che permette una buona possibilità di indagine.</p> <p>Illuminazione notturna: assente; si percepiscono in lontananza gli alti lampioni del casello autostradale della A-11.</p> <p>Presenza di acqua: sì, entrambi i laghi allagati fino a luglio; ad ottobre 2023 pochissima acqua permaneva solo all'interno del lago Morello (vedi foto).</p>	
7-a1	673791; 4854042	<p>Descrizione fisionomica: stazione di registrazione automatica all'interno dell'Oasi WWF Stagni di Focognano. Il microfono è stato posizionato con affaccio sul Lago Calice. Il lago Calice presenta ampie superfici a canneto intervallate da zone con acque libere. La vegetazione spondale è densa e principalmente composta da essenze arbustive, radi individui arborei e nuclei di canna comune (<i>Arundo donax</i>). Per le caratteristiche dell'ambiente circostante si veda quanto descritto per la stazione 25.</p> <p>Illuminazione notturna: assente.</p> <p>Presenza di acqua: stagionale (presente al momento del rilievo).</p>	
12	674012; 4853620	<p>Descrizione fisionomica: stazione sull'argine del Fosso Reale. Assenza di vegetazione spondale strutturata: argini inerbiti sfalciati periodicamente dal Consorzio di Bonifica e pascolati da bestiame ovino. Contiguità con un'area illuminata artificialmente durante le ore notturne all'interno della discarica Case Passerini.</p> <p>Illuminazione notturna: oscurità lungo il Fosso Reale; alcuni lampioni presso discarica.</p>	

Codice stazione	Coordinate (X; Y)	Descrizione	Immagine
		Presenza di acqua: sì; perenne nel Fosso Reale.	
9	677025; 4853587	Descrizione fisionomica: aree incolte; ex-lago da caccia di origine artificiale con presenza di alberature spondali; canali irrigui con vegetazione palustre. Stazione a ridosso della pista dell'Aeroporto A. Vespucci. Illuminazione notturna: assente. Presenza di acqua: ex-lago da caccia, allagato stagionalmente.	
24	673829; 4853229	Descrizione fisionomica: Campi coltivati, fra il Fosso Reale e la via Lucchese Illuminazione notturna: limitata al margine Sud, lungo la rete viaria Presenza di acqua: sì, è presente un canale presso la via Lucchese.	
6-a	672716; 4851913	Descrizione fisionomica: zona umida all'interno delle casse di laminazione di San Donnino, con presenza di vegetazione arborea e arbustiva spondale e su piccola isola all'interno del laghetto. Ampia superficie con acque aperte. Restanti aree all'interno della cassa mantenute a prato sfalcio, con buono sviluppo della vegetazione erbacea spontanea anche a fine estate. Illuminazione notturna: assente. Presenza di acqua: sì, permanente.	

Codice stazione	Coordinate (X; Y)	Descrizione	Immagine
26	670248; 4850932	<p>Descrizione fisionomica: stazione lungo il torrente Bisenzio, all'altezza dei Renai e dell'area di compensazione “Il Piano di Manetti”. Sponde caratterizzate da vegetazione erbacea, periodicamente sfalciata dal Consorzio di Bonifica. Prossimità di rifugi per fessuricoli e troglodili presso casolari abbandonati.</p> <p>Illuminazione notturna: presente (illuminazione stradale lungo Via Argine Strada).</p> <p>Presenza di acqua: sì; perenne lungo il Bisenzio.</p>	
5-a	669481; 4850166	<p>Descrizione fisionomica: stazione all'interno dei Renai di Signa, lungo sponda di un grande lago profondo, derivante da ex-cave di rena. Presenza di vegetazione ripariale ben strutturata lungo le sponde lacustri e su isole (<i>Populus</i> sp., <i>Salix</i> sp. ecc.).</p> <p>Illuminazione notturna: assente.</p> <p>Presenza di acqua: sì, perenne.</p>	
4-a	669268; 4849931	<p>Descrizione fisionomica: stazione all'interno del parco urbano “Stato Libero dei Renai”, localizzato lungo sponda di un grande lago profondo, derivante da ex-cave di rena. Presenza di vegetazione ripariale ben strutturata lungo le sponde lacustri (<i>Populus</i> sp., <i>Salix</i> sp. ecc.), alberature alternate a prati per attività ludico-motorie nelle aree più interne. Presenza di locali notturni caratterizzate da emissioni acustiche intense (musica ad alto volume).</p> <p>Illuminazione notturna: presente nei pressi dei locali notturni e nelle aree verdi destinate alla fruizione; assente in aree più marginali, anche densamente vegetate.</p> <p>Presenza di acqua: sì, perenne.</p>	

Codice stazione	Coordinate (X; Y)	Descrizione	Immagine
3-a	672373; 4849908	<p>Descrizione fisionomica: stazione all'interno di cave senili, in prossimità del fiume Arno, in località Badia a Settimo (Scandicci). La stazione è caratterizzata dalla presenza di depressioni del piano campagna (ex-cave), che si allagano stagionalmente con formazione di piccole zone umide, importanti per gli anfibi. La vegetazione a contorno appare ben strutturata, con formazioni di bosco igrofilo, localmente anche denso. Nelle porzioni più marginali sono presenti aree con vegetazione in evoluzione.</p> <p>Illuminazione notturna: presente illuminazione stradale lungo Via della Nave di Badia. Assenza di illuminazione nelle cave senili.</p> <p>Presenza di acqua: stagionale, sul fondo delle ex-cave.</p>	 
2-a	670489; 4849235	<p>Descrizione fisionomica: stazione all'interno di una cava senile nel "Parco Fluviale di là d'Arno", in comune di Lastra a Signa. Vicinanza del fiume Arno. La stazione è caratterizzata dalla presenza di canali e stagni temporanei, sul fondo della cassa idraulica (ex-cava). Ricca e densa la vegetazione a contorno, con alberature sparse (<i>Populus</i> spp. e <i>Salix</i> spp.), talora più dense a formare piccoli boschetti igrofili; presenza di un piccolo canneto (<i>Phragmites australis</i>); ambienti aperti, con prato sfalcato periodicamente; infine coltivi con siepi campestri. In periodo primaverile presenza di almeno 2 specchi acquei aperti idonei all'abbeveraggio.</p> <p>Illuminazione notturna: presente illuminazione lungo pista ciclabile. Fasci di luce orientati verso il basso e ben direzionati.</p> <p>Presenza di acqua: stagionale, presso i 3 laghetti e lungo i canali.</p>	 

Codice stazione	Coordinate (X; Y)	Descrizione	Immagine
1-a	669535; 4849219	<p>Descrizione fisionomica: stazione lungo il fiume Arno, all'altezza dei Renai di Signa ma sulla sponda sinistra, in comune di Lastra a Signa. La stazione è localizzata circa 800 m a monte della confluenza del torrente Bisenzio. Presenza di vegetazione arborea discontinua lungo entrambe le sponde, composta in prevalenza da grandi individui di <i>Populus alba</i>. Sono altresì presenti aree agricole. L'Arno è in questo tratto attraversato da un ponte ferroviario.</p> <p>Illuminazione notturna: assente.</p> <p>Presenza di acqua: perenne.</p>	 

3.2. Indagini bioacustiche

Complessivamente sono state svolte 34 h di indagini bioacustiche (10 h di attività con *bat-detector* “manuali” e circa 24 h con registratori automatici) e analizzate oltre 200 sequenze acustiche.

Nei paragrafi seguenti si riporta il dettaglio dei risultati ottenuti con le due tecniche acustiche utilizzate.

3.2.1. Rilievi con *bat-detector*

In entrambi i periodi di indagine la comunità di chiroterteri è apparsa dominata da 2 specie antropofile *Pipistrellus kuhlii* e *Hypsugo savii* (Tabelle 5 e 6). Infatti, cumulativamente, l'indice di abbondanza stimato combinando il numero di passaggi e le evidenze di attività di foraggiamento raggiunge il 94,5% dell'attività complessiva (Tabella 5). In particolare *P. kuhlii* è stata la specie maggiormente contattata con un indice di abbondanza relativa del 57,1%. Al pipistrello di Savi è stato attribuito il 25,2% dell'indice di abbondanza. La successiva specie contattata con più frequenza è stata il pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*), ma con una frequenza largamente inferiore rispetto a quelle registrate per *P. kuhlii* e *H. savii* (2,9%). Alle restanti specie (*Myotis* sp., *Plecotus austriacus*, *Tadarida teniotis*) sono state attribuite, complessivamente, fra 1 e 3 sequenze di ecolocalizzazione (Tabella 6).

Tabella 5 - Riepilogo dei contatti di chiroterteri nell'intera area di indagine. Ad ogni specie di cui sono state registrate sequenze di foraggiamento (feeding buzz) è stato attribuito un numero di contatti di 10 (colonna indicata come “ind.

foragg.”), che sommato al totale di ulteriori passaggi singoli (colonna indicata come “passaggi”) determina il totale di contatti della specie sull’intera area indagata (colonna indicata come “totale contatti”).

Specie	Passaggi (no feed.b.)	Ind. Foragg.	Totale contatti	Abb. %
<i>Myotis sp.</i>	2	0	2	0,8
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	7	0	7	2.9
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	36	100	136	56.2
<i>Hypsugo savii</i>	20	40	60	24.8
indet. (<i>H. savii</i> / <i>P. kuhlii</i>)	9	20	29	12.0
<i>Plecotus austriacus</i>	6	0	6	2.5
<i>Tadarida teniotis</i>	2	0	2	0.8

Analizzando la presenza delle specie nelle differenti stazioni si può notare come le attività di foraggiamento siano state registrate in 10 stazioni (50% del totale), in altre 9 stazioni sono stati registrati unicamente segnali semplici, cioè senza evidenza di attività trofica (Tabella 6). In una sola stazione (staz. 13), infine, non è stato registrato alcun passaggio di chiroterteri.

Considerando il solo transito di individui, le stazioni con i più elevati numeri di passaggi sono state quelle presso il fosso Acqualunga (staz. 1; 14 passaggi) e la stazione di Via di Mollaia (staz. 3; 14 passaggi).

Tabella 6 - Riepilogo dei contatti di chiroterteri effettuati su ciascun sito e in occasione delle due repliche temporali. Ad ogni specie di cui sono stati registrati sequenze di foraggiamento viene attribuito il giudizio “in foraggiamento”, indipendentemente dal numero di passaggi.

Stazione	Specie	Punteggio attività
16	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1 passaggio
16	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
16	<i>Hypsugo savii</i>	2 passaggi
16	Indet. (<i>H.savii</i> / <i>P. kuhlii</i>)	in foraggiamento
3	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2 passaggi
3	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	11 passaggi
3	<i>Hypsugo savii</i>	1 passaggio
15	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
15	<i>Hypsugo savii</i>	3 passaggi
2	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	2 passaggi
23	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2
23	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
23	<i>Hypsugo savii</i>	2
14	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
14	<i>Hypsugo savii</i>	in foraggiamento
13	-	nessun passaggio
1	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1 passaggio
1	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	12 passaggi
1	<i>Hypsugo savii</i>	1 passaggio
25	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	2 passaggi

Stazione	Specie	Punteggio attività
25	<i>Hypsugo savii</i>	2 passaggi
6	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	3 passaggi
6	<i>Tadarida teniotis</i>	1 passaggio
8a	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
8a	<i>Hypsugo savii</i>	in foraggiamento
12	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1 passaggio
12	<i>Hypsugo savii</i>	1 passaggio
12	Indet. (<i>H.savii</i> / <i>P. kuhlii</i>)	1 passaggio
9	<i>Hypsugo savii</i>	1 passaggio
24	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	3 passaggi
6a	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
6a	<i>Hypsugo savii</i>	2 passaggi
6a	Indet. (<i>H.savii</i> / <i>P. kuhlii</i>)	in foraggiamento
26	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
4a	<i>Myotis</i> sp.	2
4a	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
4a	<i>Hypsugo savii</i>	1
4a	Indet. (<i>H.savii</i> / <i>P. kuhlii</i>)	1
3a	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
3a	<i>Hypsugo savii</i>	1
3a	Indet. (<i>H.savii</i> / <i>P. kuhlii</i>)	2
2a	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	in foraggiamento
2a	<i>Hypsugo savii</i>	3
2a	Indet. (<i>H.savii</i> / <i>P. kuhlii</i>)	3
2a	<i>Plecotus austriacus</i>	1*
1a	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	2
1a	<i>Hypsugo savii</i>	in foraggiamento
1a	Indet. (<i>H.savii</i> / <i>P. kuhlii</i>)	1

*in occasione dell'ulteriore rilievo svolto in data 13/07/2023, presso questa stazione sono stati registrati ulteriori 5 passaggi attribuibili a *P. austriacus*.

Benché non direttamente correlabile con l'abbondanza di individui presso la stazione considerata, il conteggio assoluto dei *feeding buzz* è utile nel fornire indicazioni generali su quali siano le aree con maggiore concentrazione di prede, fra quelle indagate. La stazione presso la quale è stato registrato il maggior numero di *feeding buzz* è il Lago Calvana, all'interno dell'Oasi WWF Stagni di Focognano (staz. 8-a), dove a giugno sono state conteggiate ben 50 sequenze, riferibili alle due specie *P. kuhlii* ed *H. savii* (Tabella 7). Un'altra stazione dove è stato registrato un numero di *feeding buzz* relativamente elevato (15) è la staz. 16 (fiume Bisenzio alla confluenza del torrente Marinella). In altre stazioni, il numero di sequenze di alimentazione è significativamente più contenuto (Tabella 7). Queste includono le cave senili di Badia a Settimo (staz. 3a; 7 sequenze), i ripristini all'interno della cassa di espansione di San Donnino (staz. 6a; 5 sequenze), i Renai di Signa e il Bisenzio alla confluenza del torrente Marina (4a e 14; 4 sequenze in ciascuna stazione) (Tabella 7). Presso altre stazioni sono state registrate 2-3 sequenze (staz. 15, 23, 26, 2a, 1a) o nessuna (3, 2, 13, 1, 25, 6, 12, 9, 24).

Tabella 7 - Conteggio delle sequenze di alimentazione (feeding buzz) in ciascuna stazione. (*riportato il valore minimo: conteggio completo non effettuato).

Stazione	Feeding buzz (n)
16	15
3	0
15	2
2	0
23	2*
14	4
13	0
1	0
25	0
6	0
8a	50
12	0
9	0
24	0
6a	5
26	2
4a	4
3a	7
2a	3
1a	2

3.2.2. Rilievi con registratori passivi

Le indagini con registratori automatici hanno permesso di acquisire una sequenza di segnali attribuibile a *Plecotus* sp. presso la stazione all'interno dei renai di Signa (staz. 5a). Presso questa stessa stazione è stata registrata inoltre attività trofica di pipistrello di Savi (*H. savii*, 4 sequenze) e un passaggio di molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*).

Presso la stazione di registrazione all'interno dell'Oasi Stagni di Focognano (7a-1) non è stata registrata attività di chiroterri (Tabella 8).

Tabella 8 - Riepilogo dei contatti di chiroterri presso le stazioni con registratori automatici. Ad ogni specie di cui sono stati registrati sequenze di foraggiamento viene attribuito il giudizio "in foraggiamento", indipendentemente dal numero di passaggi.

Stazione	Specie	Punteggio attività
7a-1 (Lago Calice)	Nessun contatto	0
5a (Renai)	<i>Cfr. Plecotus sp.</i>	1 passaggio
	<i>Hypsugo savii</i>	in foraggiamento (6 passaggi)
	<i>Tadarida teniotis</i>	1 passaggio

3.2.3. Parametri descrittivi delle comunità (livelli di attività, ricchezza di specie, diversità)

Complessivamente, i parametri di diversità delineano comunità scarsamente diversificate in tutta l'area di indagine. Infatti, sia la ricchezza di specie ($S_{max} = 4$; ma nella maggior parte delle stazioni non più di 2-3 specie osservate in una stesa sessione) sia l'indice di diversità (H' ; solo in 2 stazioni di poco superiori a 1) sono risultati sempre relativamente bassi.

Per l'intera area di indagine, i valori medi degli indici sono risultati i seguenti: $S_{medio} = 2,25 \pm 0,37$ (intervallo fiduciale al 95%); $H'_{medio} = 0,7 \pm 0,17$ (Tabella 9).

Tabella 9 - Riepilogo dei descrittori delle comunità di chiroterofauna osservate a giugno 2023, nelle diverse stazioni. N = indice complessivo di attività; S = ricchezza di specie; H' = indice di diversità di Shannon-Wiener.

Stazione	id-staz.	N	S	H'
Torrente Marina	16	23	3	0.88
Mollaia (coltivate e ruderi)	3	14	3	1
Parco Villa Montalvo	15	13	2	0.78
Stagno Gate Hotel	2	2	1	n.c.
Sesto Fiorentino (area residenziale Viale Ariosto)	23	14	3	1.15
Torrente Bisenzio	14	20	2	1
Parco Piana (canali)	1	15	3	0.91
Prataccio (coltivi)	25	4	2	1
Stagno AGIP	6	4	3	0.81
Focognano (osservatorio principale)	8-a	20	2	1
Fosso Reale	12	3	2	1
Lago di Peretola	9	1	1	n.c.
Santa Croce (Motorizzazione)	24	3	1	n.c.
Casse San Donnino	6-a	23	2	0.65
Il Piano-Bisenzio (torrente)	26	10	1	n.c.
Renai (area gestione WWF)	5-a	12	4	0.82
Renai	4-a	14	3	0.96
Badia a Settimo (cave senili con bosco e aree umide)	3-a	13	2	0.44
Parco Fluviale Lastra a Signa	2-a	17	3	1.06
Arno (Lastra a Signa)	1-a	13	2	0.66

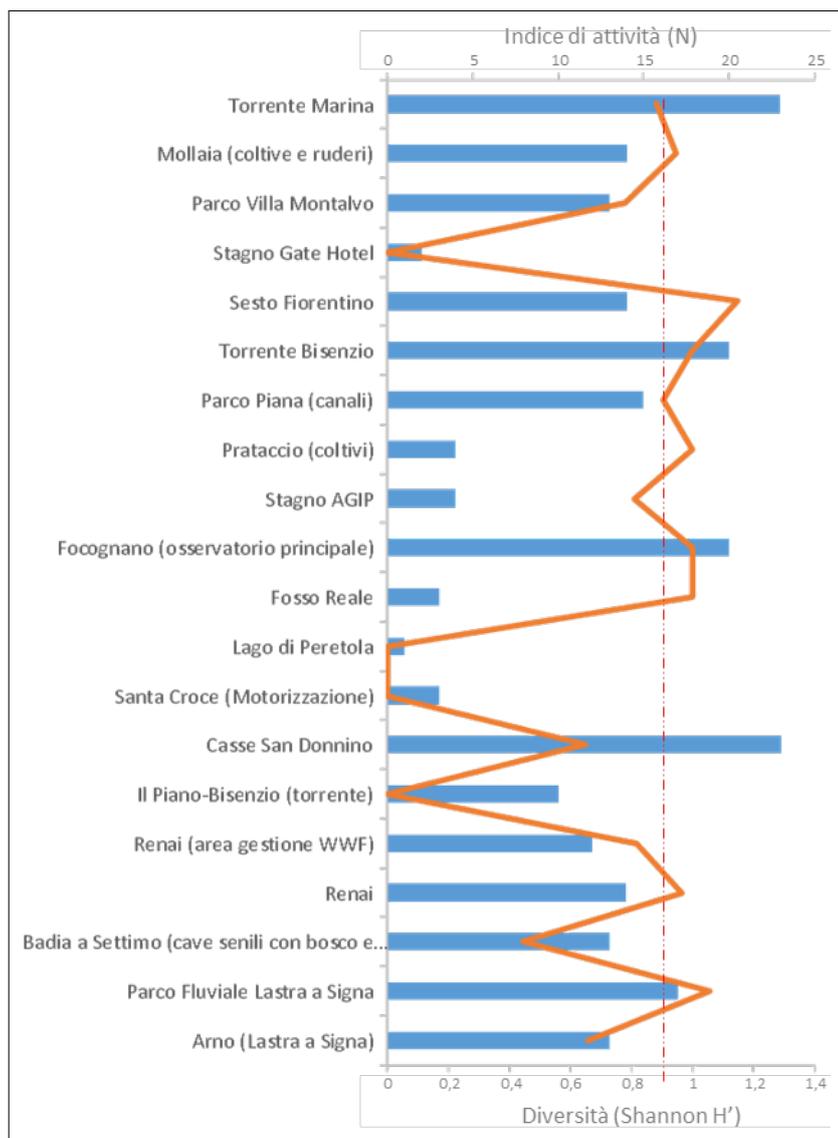


Figura 3 – Indice di diversità di Shannon-Wiener (H' ; linea arancione) e punteggio dell'attività complessiva (barre celesti) misurati nelle diverse stazioni di indagine a giugno 2023. La linea tratteggiata rossa, ricadente su $H'=0,9$, serve ad aiutare il confronto fra H' e i valori di attività.

Fra le stazioni che hanno ottenuto valori di H' relativamente elevati, alcune sono anche caratterizzate da un elevato numero di passaggi, come risultante del contributo di ciascuna specie all'attività complessiva osservata e minore livello di dominanza di una singola specie all'interno della comunità (Figura 3).

In particolare, fra le stazioni con una migliore combinazione di H' ed N , si segnalano, nell'area più prossima alla nuova pista di progetto, l'area di Mollaia (staz. 3), l'area residenziale di Viale Ariosto a Sesto Fiorentino (stazione 23), il torrente Bisenzio (staz. 14), il Parco della Piana e l'Oasi WWF di Focognano (staz. 8a) (Figura 3).

Per quanto riguarda le stazioni prossime all'area di compensazione "Il Piano di Manetti", spiccano la stazione dei Renai (staz. 4a) e il Parco Fluviale di Lastra a Signa (staz. 2a) (Figura 3).

3.3. Ispezione di potenziali rifugi diurni

Nell'area di indagine sono stati ispezionati, complessivamente, 11 rifugi potenziali coincidenti con intercapedini di arcate di ponti e viadotti stradali, una casa diruta, spazi interni di due casolari abbandonati e intercapedini presso un edificio in uso del Polo Scientifico e Tecnologico di Sesto Fiorentino (Tabella 9).

Tabella 9 - Dettaglio delle ispezioni svolte nel 2023 presso strutture artificiali, nell'ambito delle indagini per la ricerca di rifugi di chiroterti.

Codice	Long_X	Lat_Y	Descrizione	Tipo di rifugio	Idoneità	Data ispezione	Presenza
ED24a	671980.024	4855028.549	Viadotto su torrente Marinella (Viale P. Paolieri)	Intercapedini strutturali arcata viadotto	sì (fessuricoli)	08/06/2023	<i>P. kuhlii</i> (2 individui)
R-2 (1)	672988.519	4854169.384	Ponte A1 su fosso Garille (Via Cetino)	Intercapedini strutturali arcata viadotto	No	07/07/2023	-
R-2 (2)	672988.519	4854169.384	Ponte A1 su Via Cetino	Nessuna intercapedine presente	No	07/07/2023	-
R-3	674470.584	4853769.952	Edificio diruto in proprietà privata (Via di Dogaia)	Interstizi murari esterni	sì (fessuricoli)	08/06/2023	nessuna specie osservata
ED22	673252.309	4853395.798	Casolare abbandonato (via di Maccione)	Stanze interne, interstizi murari esterni	sì (troglofilo, fessuricoli)	08/06/2023	nessuna specie osservata
R-5	673014.477	4853359.291	Viadotto A1 su Via di Padule	Intercapedini strutturali arcata viadotto	sì (fessuricoli)	07/07/2023	<i>P. kuhlii</i> (1 individuo)
R-6	673059.544	4853136.556	Ponte A1 su Fosso Reale (Via di Padule)	Intercapedini strutturali arcata viadotto	No	07/07/2023	-
R-7	673162.584	4852685.981	Ponte A1 su Fosso Reale	Intercapedini strutturali arcata viadotto; cavità interne viadotto	sì (troglofilo, fessuricoli)	07/07/2023	nessuna specie osservata (intercapedini); non ispezionabile (cavità)
R-8 (1)	673207.809	4852668.522	Ponte A1 fra Fosso Reale e svincolo autostradale	Intercapedini strutturali arcata viadotto; cavità interne viadotto	sì (troglofilo, fessuricoli)	07/07/2023	nessuna specie osservata (intercapedini); non ispezionabile (cavità)
R-8 (2)	673207.809	4852668.522	Ponte A1 su svincolo autostradale	Intercapedini strutturali arcata viadotto	Sì (fessuricoli)	07/07/2023	nessuna specie osservata
R-9	673302.245	4852267.427	Ponte A1 su Fosso Macinante	Intercapedini strutturali arcata viadotto	no	07/07/2023	-
ED26	669996	4850887	Casolare in abbandono a Signa, loc. Il Piano, Strada vicinale Piano di Manetti	Stanze interne, interstizi murari esterni	sì (troglofilo, fessuricoli)	08/06/2023	nessuna specie osservata
ED31	676667	4854012	Edificio in uso del Polo Scientifico di Sesto F.no, viale delle Idee 22-26	Interstizi esterni	sì (fessuricoli)	08/06/2023	Nessun individuo osservato. Presenza di 3 escrementi a terra

La presenza di chiroterti è stata accertata presso due stazioni (ED24a e R-5), all'interno di interstizi strutturali del ponte della Strada Provinciale 5 (Viale P. Paolieri), nei pressi di Villa Montalvo, e del

ponte della autostrada A1 su Via di Padule (Tabella 9; Figura 4). In entrambi i casi, si è trattato di individui di pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*) che stazionavano all'interno delle lunghe fessure, larghe circa 2-3 cm, interposte fra le travi di cemento armato dell'arcata del ponte. Nel 2015 e nel 2018 (Agnelli P., dati inediti) era stata verificata la presenza di una piccola colonia riproduttiva di *P. kuhlii* (con un massimo di 15 individui) in interstizi del ponte sul torrente Marina, posto strutturalmente in successione con ED24a, non confermata nel 2023. Similmente, presso l'edificio ED31, dove nel 2018 era stata osservata una piccola colonia di *P. kuhlii* (ca. 20 individui; Agnelli P., dati inediti), la presenza della specie non è stata confermata; i chiroterteri qui presenti, stazionavano nell'intercapedine delle rifiniture in profilato metallico alla base delle finestre del primo piano di un edificio di recente costruzione del Polo Scientifico. In occasione dei rilievi 2023 sono state osservati solo segni di presenza alla base dell'intercapedine (3 escrementi), ma nessun individuo insediato al momento del sopralluogo.

Le arcate dei ponti presso le stazioni R-2, R-6 ed R-9 non presentavano caratteristiche idonee all'utilizzo da parte dei chiroterteri (intercapedini poco profonde o occluse). Invece, presso le stazioni R-7 ed R-8, oltre ad essere presenti intercapedini apparentemente idonee, fra le travi dei ponti è stata osservata la presenza di spazi vuoti interni alle arcate, accessibili da una ampia fessura centrale potenzialmente idonea anche a specie troglofile, che necessitano di appendersi all'interno di volumi ampi. In queste due ultime stazioni non sono stati osservati chiroterteri nelle intercapedini, mentre, per ciò che riguarda gli spazi interni dei viadotti, l'ispezione non è stata eseguita perché non praticabile da terra.

Infine, similmente a quanto già rilevato in occasione dei precedenti monitoraggi (Agnelli P., dati inediti), presso un casolare a margine dell'area di compensazione "Il Piano di Manetti" (Signa; ED26), potenzialmente idoneo anche alla presenza di specie troglofile, negli ambienti interni dell'edificio non è stata osservata alcuna specie.





Figura 4 Sopra: (sinistra) intercapedini strutturali sotto arcate di viadotto idonee alla presenza di chiroteri fessuricoli; (destra) individuo di *Pipistrellus kuhlii* fotografato a luglio all'interno dell'intercapedine del viadotto su Via di Padule. Sotto: casolare abbandonato in Via di Maccione (potenzialmente idoneo alla presenza di chiroteri troglodili e fessuricoli).

3.4. Catture con *mist-net*

In occasione della sessione di cattura con *mist-net*, svolta all'interno della cava senile del Parco Fluviale di Lastra a Signa, è stato catturato un individuo di orecchione grigio *Plecotus austriacus*, permettendo così di confermare l'originale attribuzione dei sonogrammi registrati in data 09/06/2023 a questo genere di chiroteri (Figura 5).



Figura 5 – Da sinistra a destra: una delle 2 mist-net installata presso il Parco Fluviale; fase di recupero di *P. austriacus* da una delle 2 reti; fase di misurazione dell'individuo catturato.

Nella tabella seguente si riportano i dati biometrici dell'individuo catturato.

Sesso	maschio
Peso	8 g
Lunghezza avambraccio	39,15 mm
Lunghezza pollice	5,92 mm
Lunghezza unghia	2,15 mm
Larghezza trago	3,84 mm

4. DISCUSSIONE

Check-list delle specie note per l'area di indagine e ricchezza di specie nelle diverse aree

Complessivamente, le indagini chiroterologiche svolte nel 2023, integrando diverse tecniche, hanno permesso di accertare la presenza di almeno 6 specie di chiroterteri. Nell'ambito di altre indagini chiroterologiche, svolte presso le stesse stazioni a ottobre 2023 (Agnelli e Bartolini, dati inediti), mediante l'utilizzo di *bat-detector* e registratori automatici, è stato possibile verificare la presenza di 3 ulteriori specie: il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*; 11/10/2023; Parco di Villa Montalvo – Campi Bisenzio), la nottola comune (*Nyctalus noctula*; 11/10/2023; Oasi WWF Stagni di Focognano – Campi Bisenzio) e il serotino comune (*Eptesicus serotinus*; 17/10/2023; Oasi Stagni di Focognano) (Tabella 10).

Tutte le 9 specie censite sono protette ai sensi della Direttiva 92/43/CEE (Allegato IV). Il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*) è anche inserito nell'Allegato II che include le specie animali di interesse comunitario la cui conservazione può richiedere la designazione di Zone Speciali di Conservazione (ZSC). Tutte le specie, inoltre, sono incluse nell'Allegato A della LR 56/2000 (vedi LR 19 marzo 2015 n. 30), dove sono elencate le specie la cui conservazione può richiedere la designazione di SIR.

*Tabella 10 Check-list delle specie di chiroterteri contattate con differenti tecniche di indagini a giugno e/o ottobre 2023. Sono riportati l'inclusione all'interno degli allegati della Direttiva 92/43/CEE e Allegato A2 della LR 56/2000¹, recentemente abrogata da LR 30/2015. È altresì riportato lo stato di conservazione secondo le categorie IUCN, a livello globale e nazionale. *: specie rilevata nell'ambito di altre indagini chiroterologiche, svolte con metodi biocustici a ottobre 2023.*

Famiglia	Nome scientifico	Nome comune	Dir. 92/43/CEE	Allegato A2 della LR 56/2000	Liste rosse IUCN	
					Globale	Italia
Rhinolophidae	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Rinolofo minore*	All. II-IV	X	LC	EN
Vespertilionidae	<i>Nyctalus noctula</i>	Nottola comune*	All. IV	X	LC	VU
Vespertilionidae	<i>Myotis</i> sp.	Vespertilio non identif.	All. IV (-II?)	X	n.d.	n.d.
Vespertilionidae	<i>Eptesicus serotinus</i>	Serotino comune*	All. IV	X	LC	NT
Vespertilionidae	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello nano	All. IV	X	LC	LC
Vespertilionidae	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrello albolimbato	All. IV	X	LC	LC
Vespertilionidae	<i>Hypsugo savii</i>	Pipistrello di Savi	All. IV	X	LC	LC
Vespertilionidae	<i>Plecotus austriacus</i>	Orecchione grigio	All. IV	X	LC	NT
Molossidae	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosso di Cestoni	All. IV	X	LC	LC

Complessivamente, le aree dove è stata osservata la maggiore ricchezza di specie nel 2023 sono state l'Oasi WWF Stagni di Focognano (6 specie), la Piana di Sesto Fiorentino (4 specie), il torrente Bisenzio a Campi Bisenzio (4 specie), il Parco di Villa Montalvo (3 specie) e l'area dei Renai di Signa (4 specie).

¹ Tale legge è stata abrogata dalla L.R. 19 marzo 2015 n. 30 "Norme per la conservazione e valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale"; l'allegato A della L.R. 56/2000 (insieme agli allegati B e C) resta però in vigore fino all'approvazione dei nuovi elenchi delle specie animali e vegetali e degli habitat protetti (art. 115 e 117 della L.R. 30/2015).

I valori appena riportati derivano da un difforme sforzo di campionamento nelle diverse aree di indagine e includono dati derivanti da ulteriori indagini svolte, nel 2023, nell'ambito di altri progetti di ricerca (Tabella 11). Al fine di una maggiore confrontabilità dei dati, è stato calcolato un indicatore basato sulla ricchezza di specie normalizzata rispetto allo sforzo di campionamento (R_n ; Tabella 11). Se si escludono le aree dove è stata registrata unicamente la presenza delle due specie più antropofile ed ubiquitarie (*P. kuhlii* e *H. savii*), il confronto fra le stazioni con presenza di ulteriori specie ($R > 2$) mostra i valori di R_n più elevati nell'area dei Renai ($R_n = 1,7$), presso Villa Montalvo ($R_n = 1,5$), lungo il torrente Bisenzio ($R_n = 1,3$) e presso l'Oasi di Focognano ($R_n = 1$) (Tabella 11).

*Tabella 11 Presenza di specie e valori di ricchezza di specie nelle diverse aree di indagine. La tabella riporta le stazioni ricadenti nelle diverse aree di indagine, un indicatore dello sforzo di campionamento (n), ottenuto moltiplicando il numero di stazioni per il numero di repliche temporali, il valore della ricchezza di specie (R) e un indice da esso derivato (R_n), ottenuto normalizzando R rispetto allo sforzo di campionamento ($R_n = R/n$; con n= num. di stazioni nell'area*num. di repliche temporali).*

Aree di indagine (stazioni)	n (staz.*r)	RHIP	MYsp	NYNO	EPSE	PIPI	PIKU	HYSA	PLAU	TATE	R	R_n
Piana sestese (1, 2, 3, 6, 9)	8					X	X	X		X	4	0.5
Bisenzio (14, 16)	3					X	X	X		X	4	1.3
Villa Montalvo (15)	2	X					X	X			3	1.5
Focognano (7a-2, 8-a, 25)	6			X	X	X	X	X	X		6	1
Osmannoro (12, 24)	3						X	X			2	0.7
San Donnino (6-a)	2						X	X			2	1.0
Renai (4-a, 5-a, 26)	3		X				X	X	X	X	5	1.7
Sinistra idrograf. Arno (1-a, 2-a, 3-a)	6						X	X	X		3	0.5

Abbreviazioni - RHIP: *Rhinolophus hipposideros*; MYsp: *Myotis* sp.; NYNO: *Nyctalus noctula*; EPSE: *Eptesicus serotinus*; PIPI: *Pipistrellus pipistrellus*; PIKU: *Pipistrellus kuhlii*; HYSA: *Hypsugo savii*; PLAU: *Plecotus austriacus*; TATE: *Tadarida teniotis*.

Rilevanza chiropterologica dell'area di indagine

Come già emerso dalle precedenti indagini svolte nell'ambito della progettazione del Masterplan Aeroportuale (Agnelli P., dati inediti), la comunità di chiroteri della Piana si conferma caratterizzata da uno scarso livello di diversità, come dimostrato dai bassi valori di S e H' misurati nelle diverse stazioni, a partire dai dati bioacustici. Infatti, nell'area di indagine la comunità di chiroteri risulta ampiamente dominata dalla presenza del pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*) e del pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*) (94,5% dei contatti).

L'applicazione di differenti tecniche di indagine (punti di ascolto con *bat-detector*, sessioni notturne con registratori automatici e catture serali con *mist-net*) e l'integrazione dei dati ottenuti con segnalazioni derivanti da altre indagini condotte nell'area di studio nel 2023, ha comunque permesso di accertare una ricchezza di specie complessiva pari a 9. Oltre alle già menzionate specie ubiquitarie ed antropofile (*P. kuhlii* e *H. savii*), è emersa la presenza, anche se sporadica, di specie di maggiore pregio conservazionistico

P. kuhlii e *H. savii* sono le due specie di pipistrelli più diffuse in ambiti urbanizzati, in virtù della loro capacità di sfruttare un'ampia varietà di spazi all'interno di edifici per l'insediamento delle colonie (interstizi murari, cassonetti di avvolgibili, spazi sotto tegoli, interstizi di grondaie, etc.). Queste specie cacciano frequentemente presso sorgenti di illuminazione artificiale. La loro attività trofica, nell'area

di indagine, è stata ampiamente documentata sia in prossimità di lampioni sia in aree buie presso corpi idrici (canali e stagni).

Altre due specie, il molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*) e il pipistrello nano (*P. pipistrellus*), che mostrano un certo livello di antropofilia e una relativa scarsa sensibilità al disturbo luminoso, cacciando anch'essi frequentemente presso lampioni e altre fonti di illuminazione artificiale, hanno mostrato una presenza più sporadica. È importante sottolineare comunque come le abitudini di caccia del molosso di Cestoni, che vola su ampi spazi aperti ad alta quota e dunque spesso al di fuori del range di sensibilità del *bat-detector*, possano limitarne la "contattabilità": ne deriva che la presenza di questa specie nell'area di indagine potrebbe anche essere stata sottostimata. Similmente a *P. kuhlii* e *H. savii*, il molosso di Cestoni può stabilire rifugi in interstizi di manufatti, anche in contesti urbanizzati.

Un'altra specie moderatamente antropofila e generalista nella scelta degli habitat trofici contattata nell'ambito di altre indagini è il serotino comune (*Eptesicus serotinus*), la cui frequentazione dell'area di indagine è apparsa comunque estremamente sporadica (un unico contatto a ottobre all'interno dell'Oasi WWF Stagni di Focognano). A differenza di altre specie difficilmente contattabili con metodi bioacustici (ad esempio a causa della "bassa energia" dei segnali, e/o per le particolari abitudini di volo), il serotino produce segnali caratterizzati da "alti livelli di energia" e caccia frequentemente in prossimità di lampioni, corpi idrici, margini di vegetazione arborea/arbustiva anche in aree agricole. La bassa frequenza di contatti sembra pertanto suggerire una effettiva rarità di questa specie nella Piana.

Sempre nell'ambito di altre indagini condotte nel 2023, in aree buie e densamente vegetate del Parco di Villa Montalvo, ad autunno, è stata accertata la presenza del rinolofo minore (*R. hipposideros*). Si è trattato di un unico contatto ma, considerando che le elevate frequenze di emissione dei rinolofidi determinano una rapida dissipazione dell'energia dei segnali, limitando la possibilità di contatto a individui che volino nelle immediate vicinanze del *bat-detector* (ca. 4-5 m), è possibile che l'effettiva frequentazione del rinolofo minore nella Piana sia stata sottostimata (come anche eventualmente quella di altre specie congeneri: *R. ferrumequinum* e *R. euryale*). D'altra parte, trattandosi di una specie ecologicamente esigente, che frequenta i mosaici ambientali ricchi di aree boscate e gli agroecosistemi ben strutturati, è opportuno considerare che il territorio indagato risulta particolarmente povero di tali ambienti. Infatti, sia a causa della monotonia del paesaggio agricolo intensivo della Piana, caratterizzato da monoculture con scarsissima presenza di elementi strutturanti (siepi campestri, filari di alberi, boschetti residui, etc.), sia, allo stesso tempo, dell'elevato disturbo luminoso nelle ore notturne (fattore che contribuisce alla frammentazione ecologica degli habitat trofici potenziali), gli ambienti idonei di caccia per questa specie si riducono solo a poche "isole di idoneità" (*patch*). Si può ipotizzare, quindi, che le sporadiche segnalazioni della specie siano riferibili a individui i cui areali di distribuzione ricadano nelle limitrofe aree collinari, dove è ben documentata l'esistenza di rifugi invernali ed estivi (ad es. Agnelli et al., 2009). Questi individui si spingerebbero nella Piana Fiorentina per cacciare alla fine del periodo estivo, quando le condizioni climatiche delle quote meno elevate offrono una maggiore disponibilità di prede. In tal senso, gli alvei dei torrenti Bisenzio, Marina e Marinella offrono importanti corridoi bui sfruttabili dai rinolofi, così

come da altre specie, per periodiche incursioni in un contesto di territorio fortemente antropizzato come la pianura di Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino.

All'interno dell'Oasi WWF Stagni di Focognano, indagini integrative svolte ad ottobre 2023, hanno permesso di verificare la presenza della nittola comune (*Nyctalus noctula*). La presenza di questa specie era stata documentata anche nell'ambito dei precedenti monitoraggi per il Masterplan Aeroportuale (periodo 2015-2017), in particolare, con registrazioni di segnali ultrasonori ad essa attribuibili nella piana di Sesto (staz. 06), nell'area di Campi Bisenzio (staz. 14, lungo il Bisenzio e staz. 17), e nei pressi dell'area di compensazione "Il Piano di Manetti" (staz. 26 e staz. 28). In occasione di quei monitoraggi erano stati pure registrate varie sequenze della congenera nittola di Leisler (*N. leisleri*), sia nella piana di Campi Bisenzio (Focognano, parco di Villa Montalvo, torrente Bisenzio) sia nell'area di compensazione di Signa. Questa specie non è stata confermata nel 2023. In generale, le nittole sono specie per lo più legate ad ambienti forestali, le cui colonie si insediano in cavità d'albero (più raramente in edifici, ma non in contesti fortemente urbanizzati come quelli della Piana), anche in parchi urbani alberati, e che cacciano in vari tipi di ambienti aperti. Inoltre, soprattutto nell'areale meridionale di distribuzione (Russ, 2021), è noto che le specie compiono migrazioni stagionali. In base a tali considerazioni e in virtù di una certa ricorrenza di osservazioni recenti, la presenza delle nittole nell'area di indagine sembra riferibile ad individui in migrazione o a individui che frequentano l'area in periodi di scarsità di prede nei vicini areali di distribuzione (rilievi collinari). Come già ricordato per il rinolofo minore, il territorio di indagine presenta comunque condizioni ecologiche scarsamente idonee ad una presenza assidua delle specie, a causa del forte livello di frammentazione ecologica del territorio dovuto all'intenso inquinamento luminoso notturno, all'ampia e diffusa presenza di aree urbanizzate e alla bassa "strutturazione" degli agroecosistemi della Piana.

Per quanto riguarda l'area di compensazione "Il Piano di Manetti" a Signa, le stazioni di indagine ad essa più prossime hanno restituito interessanti segnalazioni di specie di chiroteri tipiche di ambienti ecologicamente complessi e strutturati, quali l'orecchione grigio (*Plecotus austriacus*) e una o più specie riferibili al genere *Myotis*, contattati, rispettivamente, presso il Parco Fluviale di Lastra a Signa e lungo le fasce riparie dei Renai.

Segnali riferibili a *Plecotus* sp. sono stati registrati pure all'interno dell'Oasi WWF Stagni di Focognano, in occasioni di altre campagne di studio svolte a ottobre 2023. Anche in questo caso è probabile che si sia trattato dell'orecchione grigio (*P. austriacus*). Rispetto al congenero orecchione bruno (*P. auritus*), questa specie risulta infatti meno legata agli ambienti forestali più strutturati, risultando invece associata soprattutto ad ambienti aperti e a fasce ecotonali negli agroecosistemi, simili a quelli presenti nel contesto ambientale di riferimento del presente studio. In generale, gli orecchioni sono specie tendenzialmente "lucifughe", per le quali l'inquinamento luminoso notturno rappresenta un grave fattore di frammentazione ecologica degli areali (Voigt et al., 2018). Si deve comunque considerare che i vocalizzi degli orecchioni sono solitamente emessi con bassi livelli di energia (pipistrelli "sussurratori" - *whispering bat*) per non allertare le falene timpanate, loro principali prede, e questo fattore ne limita significativamente la contattabilità col *bat-detector*. La loro presenza nell'area di indagine potrebbe pertanto essere più diffusa di quanto effettivamente osservato.

I risultati delle indagini bioacustiche hanno confermato l'importanza delle zone umide e delle aree forestali residue (Renai, Parco di Villa Montalvo) per le comunità di chiroterofauna della Piana.

In particolare, intensi livelli di attività trofica sono stati registrati, a giugno, presso i laghi Calvana e Morello, nel settore nord dell'Oasi WWF Stagni di Focognano (stazione 8a). Come la restante superficie dell'Oasi, si tratta di aree prive di illuminazione artificiale notturna dove anche due specie generaliste e non lucifughe come *P. kuhlii* e *H. savii* sono probabilmente maggiormente attratte da un'elevata disponibilità di prede. Considerate le nicchie trofiche delle due specie e il particolare ambiente di caccia in quest'area, i chiroterofauni potrebbero predare soprattutto ditteri (ad es. chironomidi e culicidi).

Diverse sequenze di alimentazione di pipistrello albolimbato e pipistrello di Savi sono state registrate in aree illuminate del parco di Villa Montalvo (stazione 15) e presso la zona umida all'interno dell'area di laminazione di San Donnino (stazione 6-a).

Presso la stazione sul fiume Bisenzio (14), peraltro posta in contiguità con almeno un rifugio di *P. kuhlii*, all'interno di un'intercapedine del viadotto di Viale P. Paolieri, sono stati osservati discreti livelli di attività trofica a primavera, a conferma del potenziale ruolo di "corridoio ecologico" svolto spesso dai corsi d'acqua di media e grande dimensione nei territori fortemente antropizzati. È importante comunque sottolineare come la funzione di "corridoio ecologico" del Bisenzio, così come di quella di altri corsi d'acqua della Piana (canali, torrenti, fiumi), appaia gravemente limitata dai tagli periodici della vegetazione spondale operata dagli enti preposti alla sicurezza idraulica, in quanto questi interventi impediscono lo sviluppo di fasce riparie ben strutturate.

5. CONCLUSIONI

Sulla base dell'analisi dei dati raccolti si conferma, nell'area di indagine, la presenza di una comunità di chiroterri poco diversificata, dove risultano dominanti due specie opportuniste e antropofile: *P. kuhlii* e *H. savii*. Questi risultati riflettono l'elevato livello di antropizzazione del territorio indagato le cui aree agricole risultano fortemente compromesse dal punto di vista ecologico, come conseguenza delle pratiche intensive utilizzate da decenni. A queste ultime può essere infatti attribuita la progressiva “semplificazione” della originaria complessità strutturale dell'agroecosistema, che si accompagna anche ad un più generale deterioramento della qualità degli spazi “verdi” residui, per effetto dell'impiego di pesticidi e fertilizzanti di sintesi, per la forte meccanizzazione, ecc. Infatti, benché non siano disponibili specifici dati, è plausibile pensare ad un impoverimento della abbondanza e della diversità delle comunità di invertebrati, come del resto noto per molte altre aree con ambienti intensamente coltivati (si veda ad esempio: Wagner *et al.*, 2021). Questa situazione si tradurrebbe dunque in una scarsa disponibilità di prede per i chiroterri. Similmente a quanto osservato in altri contesti da Azam *et al.* (2016), anche nella Piana fiorentina la composizione della comunità di chiroterri osservata potrebbe essere pertanto il risultato di una generale “banalizzazione” dell'agroecosistema e della biodiversità ad esso associata. Tale condizione sarebbe ulteriormente aggravata, per le specie ecologicamente più esigenti, dalla diminuzione dell'estensione e della distribuzione delle superfici trofiche idonee, a causa di fattori di frammentazione ecologica quali l'illuminazione notturna artificiale e la crescente urbanizzazione della Piana.

D'altra parte, seppure in un quadro ecologico generalmente compromesso, o per lo meno in molte zone fortemente semplificate, come quello indagato, l'elevata capacità dispersiva di molte specie di chiroterri, note per la capacità di raggiungere aree di foraggiamento distanti vari chilometri dai rifugi diurni, rende il mantenimento sotto stretta tutela delle aree buie e dei nuclei boscati residui pratiche indispensabili di una gestione territoriale accorta e lungimirante. Queste caratteristiche possono infatti contribuire alla tutela di popolazioni di specie di pregio conservazionistico, come i rinolofidi e le nottole, che risiedono in territori limitrofi (ad es. presso i primi rilievi collinari posti attorno a Firenze e Prato) e che sembrano poter utilizzare alcuni settori della Piana in particolari periodi dell'anno, sia per le attività trofiche che come “corridoi” di spostamento. In tal senso, per quanto riguarda l'area di indagine, il presente studio sembra suggerire un importante ruolo, come habitat di specie, svolto dall'area protetta Oasi WWF Stagni di Focognano, dove sono disponibili vari tipi di zone umide, fasce ecotonali, e ambienti terrestri naturaliformi ed è inoltre assente l'illuminazione notturna su una vasta superficie (120 ha circa). Altre aree rilevanti da un punto di vista chiroterrologico, poste in prossimità dell'area di compensazione “Il Piano di Manetti” sono rappresentate dai Renai e dal Parco Fluviale di Lastra a Signa, dove sono presenti boschetti e zone umide.

Concludendo, considerando che i tipi di ambiente idonei ai chiroterri appaiono oggi scarsamente rappresentati nell'area di indagine, i futuri progetti di miglioramento ambientale volti a favorire la presenza della chiroterrofauna nella pianura dovrebbero andare a interessare in modo importante, per numero, estensione e distribuzione, molte delle aree ancora dominate dall'agricoltura intensiva. Questi progetti dovrebbero essere principalmente mirati a impiantare specie arboree nell'ambito di

interventi di ripristino ambientale, anche in forma di filari e siepi campestri ma soprattutto come formazioni continue ed estese, ricreando così piccoli nuclei boscati che interrompano la monotonia del paesaggio agricolo intensivo.

Inoltre occorre:

- 1) limitare l'illuminazione notturna nelle aree frequentate dalle specie ricadenti in contesti naturaliformi, gestendo la stessa in relazione all'effettiva necessità (ad esempio installando impianti di illuminazione temporizzata, basati su sensori di movimento dei mezzi)

- 2) sostituire gli impianti di illuminazioni con effetto maggiormente dispersivo con impianti a luce strettamente orientata verso il basso, utilizzando inoltre lampade a bassa pressione di sodio o con altre soluzioni tecnologiche atte ad evitare l'emissione entro la porzione di spettro elettromagnetico posto al di sotto di 540 nm (blu e UV, ovvero con temperature di colore > 2700K - Voigt *et al.*, 2018). A tal proposito non sembra superfluo sottolineare che l'illuminazione notturna, seppur attrattiva per alcune specie di chiropteri, rappresenta un'importante causa di mortalità per gli insetti notturni e, in definitiva, di depauperamento della risorsa trofica per i chiropteri stessi (Stone *et al.*, 2015; Van Langevelde *et al.*, 2011).

6. Bibliografia citata

- Agnelli P., 2015. Progetto nuovo aeroporto "Amerigo Vespucci". Comuni di Firenze, Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio. Indagine ante-operam sui Chiroterri per la valutazione degli impatti. Rapporto Tecnico non pubblicato. NEMO- Nature and Environment Management Operators srl, Toscana Aeroporti Engineering srl.
- Agnelli P., Dondini G., Guaita C., Vergari S., Petri L., 2009. Biodiversità in Provincia di Prato. Volume 5 – Chiroterri. Provincia di Prato; 144 pp.
- Agnelli P., Russo D., Martinoli A., 2008. Linee guida per la conservazione dei Chiroterri nelle costruzioni antropiche e la risoluzione degli aspetti conflittuali connessi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Gruppo Italiano Ricerca Chiroterri e Università degli Studi dell'Insubria.
- Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Scaravelli D., Genovesi P., 2004. Quaderni di Conservazione della natura – n. 19: Linee guida per il monitoraggio dei Chiroterri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.
- Azam C., Le Viol I., Julien J.F., Bas Y., Kerbirou C., 2016. Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program. *Landscape Ecology*; 31: 2471-2483.
- Barataud M., 2014. *Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe*. Biotope Editionns.
- Charbonnier Y., Papura D., Touzot O., Rhoy N., Sentenac G., Rusch A., 2021. Pest control services provided by bats in vineyard landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*; 306: p. 107207.
- Pfalzer G., Jürgen K., 2003. Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. *Journal of Zoology*, 261: 21–33.
- Russ J. (ed.), 2021. *Bat Calls of Britain and Europe: A Guide to Species Identification*. Pelagic Publishing.
- Russo D., 2013. *La vita segreta dei pipistrelli, mito e storia naturale*. Editore Orme-Tarka. Roma.
- Russo D., Ancillotto L., Jones G., 2018. Bats are still not birds in the digital era: echolocation call variation and why it matters for bat species identification. *Canadian Journal of Zoology*; 96(2): 63-78.
- Russo D., Jones G., 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *Journal of Zoology*, 258: 91-103.
- Stahlschmidt P., Brühl C.A., 2012. Bats as bioindicators – the need of a standardized method for acoustic bat activity surveys. *Methods in Ecology and Evolution*; 3(3): 503-508.

- Stone, E.L., Harris S., Jones G., 2015. Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mammalian Biology*; 80: 213-219.
- van Langevelde F., Ettema J.A., Donners M., WallisDeVries M.F., Groenendijk D., 2011. Effect of spectral composition of artificial light on the attraction of moths. *Biological Conservation*; 144: 2274–2281.
- Voigt C.C., Azam C., Dekker J., Ferguson J., Fritze M., Gazaryan S., Hölker F., Jones G., Leader N., Lewanzik D., Limpens H.J.G.A., Mathews F., Rydell J., Schofield H., Spoelstra K., Zagamajster M., 2018. Guidelines for consideration of bats in lighting projects. EUROBATS Publication Series No. 8. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 62 pp.
- Wagner D.L., Grames E.M., Forister M.L., Berenbaum M.R., Stopak D., 2021. Insect decline in the Anthropocene: death by a thousand cuts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*; 118(2); e2023989118.