

**SISTEMI AUTOMATICI DI REGISTRAZIONE:  
NUOVE METODOLOGIE BIOACUSTICHE APPLICATE A  
INDAGINI ORNITOLOGICHE IN ALCUNI SITI DELLA RETE  
NATURA 2000 DEL VENETO. RISULTATI E PROSPETTIVE**

**Riassunto.** I continui progressi tecnologici, che permettono una sempre maggiore miniaturizzazione dei componenti elettronici ed un parallelo contenimento del consumo energetico, mettono a disposizione strumenti di nuova generazione che consentono l'acquisizione di grandi quantità di dati per periodi di tempo considerevoli. Attualmente, le raccolte di suoni che riguardano la comunicazione acustica tra insetti, pesci, anfibi, uccelli e mammiferi sono largamente applicati per ricerche e monitoraggi delle specie. In questo lavoro sono state utilizzate 4 stazioni Song Meter™ (SM), che hanno rappresentato la scelta più opportuna in termini di costi e benefici per effettuare un monitoraggio di tutta la stagione primaverile del 2009 (da metà febbraio a inizio luglio) in tre siti di Natura 2000 del Veneto: Val Tovanello Bosconero, Marmarole, Fiume Piave dai Maserot alla garzaia di Pederobba. Le SM sono, di fatto, dei registratori compatti, autonomi e impermeabili che sono stati opportunamente posizionati su alberi ad un'altezza di circa 4 m rispetto al suolo. Sono provviste di 2 microfoni e registrano stereofonicamente scrivendo i dati su schede SDHC; l'alimentazione è basata su una serie di 4 pile di tipo "torcia" da 1,5 V. Con l'utilizzo di due schede SDHC di capacità pari a 16 GB e con un unico set di batterie è stato possibile registrare per 12 giorni consecutivi con campionamenti di 5 ore al giorno. Il campionamento, deciso a priori per mezzo di un software dedicato, ha previsto registrazioni di 6, 10 o 15 minuti allo scoccare di ogni ora e per tutte le 24 ore di ciascun giorno. Inoltre, si sono effettuate altre registrazioni a cavallo dell'alba e del tramonto. Sono stati archiviati 8.829 file per un totale di 1.150 ore. Le registrazioni, copiate su disco dalle schede di campagna, sono state poi analizzate mediante software dedicati. Il riascolto e i confronti degli spettrogrammi hanno permesso di identificare 14 specie elencate nell'Allegato I della Direttiva Uccelli, per un totale di circa 2.000 suoni suddivisi tra canti territoriali, richiami e allarmi. L'enorme mole di dati acquisiti, organizzata in un database georeferenziato, fornisce uno spettro di possibilità di analisi e studio molto ampio: in questo lavoro ci si è concentrati sulle specie ornitiche della Direttiva Uccelli. Le registrazioni originali sono disponibili per ulteriori approfondimenti che potranno riguardare l'analisi del rumore ambientale di origine antropica e naturale, le modalità di canto, i repertori acustici di individui, specie e popolazioni.

**Summary.** *Automatic recording devices: new bioacoustics methods applied to ornithological studies in areas of the Natura 2000 network in Veneto (NE Italy). Results and perspectives.*

Continuous technological progress provides new instruments that allow the acquisition of large amounts of data for extended times. Currently, the recording of acoustic communication sounds in insects, fishes, amphibians, birds and mammals is widely used in zoological research and the monitoring of species and habitats. In spring 2009 (February - July), we used four Song Meter™ (SM) recorders to carry out an acoustic survey in three Natura 2000 areas of Veneto: Val Tovanello Bosconero, Marmarole and Piave River between the "Maserot" and the Pederobba heronry. SMs are self-powered, waterproof, compact recorders: they have been properly installed on trees, at a height of approximately 4 m above the ground. The recording is done stereophonically, with two microphones writing data on SDHC cards; power supply was based on a series of four D batteries (1,5 V). Two 16GB SDHC cards allowed to record a total of 5 hours per day along 12 consecutive days. Devices were set to record for 6, 10 or 15 minutes at the strike of each hour. Additional recordings were scheduled across dawn

and sunset. At the end of the survey, a total of 1,150 hours in 8,829 files were available. The recordings, copied to a hard disk, were then analysed; by listening and comparing the spectrograms it was possible to identify 14 species listed in the European “Birds Directive”, for a total of approximately 2,000 songs. The large amount of acquired data, organized in a georeferenced database, provides a great opportunity for several analyses and studies. The recordings are available for further analysis: e.g. the study of environmental noise from anthropogenic and natural sources, the hourly distribution of songs from different species, the acoustic repertoires and features of individuals, species and populations.

## INTRODUZIONE

Gli uccelli hanno ricevuto una considerevole attenzione da parte degli studiosi in quanto grandi utilizzatori dei canali acustici per la comunicazione (HASELMAYER & QUINN, 2000; BART, 2005; BRANDES, 2008; FROMMOLT et al., 2008). La vastissima variabilità di suoni e repertori tra individui è una sfida per il riconoscimento automatico e l'identificazione delle specie (BARDELI et al., 2008). Alcuni uccelli canori, come ad esempio l'usignolo, posseggono un repertorio di oltre 200 tipi differenti di suoni, variabile e crescente in anni successivi. Di contro, alcune specie vocalizzano con una varietà molto inferiore di suoni ed il loro repertorio appare molto più semplificato (rapaci notturni, rapaci diurni, tetraonidi) e facilmente riconoscibile.

Con l'avvento dei sistemi digitali di registrazione, la possibilità di usare registratori automatici ha delineato una serie di vantaggi evidenti, che ne stanno determinando il successo e l'utilizzo su larga scala per lo studio ed il monitoraggio di molti taxa (HOBSON et al., 2002; REMPEL et al., 2005; BRANDES, 2008) nonché per il monitoraggio ambientale. I vantaggi sono rappresentati dalla grande quantità di dati acquisibili in assenza di rilevatore, in orari difficilmente praticabili e con ripetizioni temporali lunghe, anche in condizioni estreme (-20°C) e in luoghi difficilmente accessibili. Ovviamente l'assenza del rilevatore permette di registrare le reali condizioni dell'ambiente indagato, determinando così una maggiore affidabilità nella successiva analisi dei dati, oltre all'aumento di contattabilità di specie particolarmente diffidenti ed elusive.

Nel presente lavoro è illustrata l'applicazione dei sistemi automatici di registrazione all'indagine delle specie elencate nella Direttiva “Uccelli”. Tali specie, come noto, risultano particolarmente minacciate di estinzione su scala locale o continentale in quanto le popolazioni mostrano andamenti negativi di numerosità spesso legati ad un impoverimento degli habitat le cui cause sono da indagare ed approfondire (BRICHETTI & FRACASSO, 2004).

## MATERIALI E METODI

Le aree interessate dall'indagine sono i SIC “IT3230081 - Gruppo Antelao, Marmarole, Sorapiss”, “IT3230088 - Fiume Piave dai Maserot alle grave di Pederobba”, “IT3230031 - Val Tovanella Bosconero” e le relative ZPS “IT3230081 - Gruppo Antelao, Marmarole, Sorapiss” (coincidente al SIC), “IT3230032 - Lago di Busche - Vincheto di Celarda – Fontane”, “IT 3240034 - Garzaia di Pederobba” e “IT3230089 - Dolomiti del Cadore e del Comelico”.

I rilievi sono stati condotti a partire dal 14 febbraio fino al 3 luglio 2009. Sono state utilizzate n. 4 stazioni automatiche “SONG METER SM1” (SM) prodotte da Wildlife Acoustics® (visualizzabili sul sito internet [www.wildlifeacoustics.com](http://www.wildlifeacoustics.com)); ciascuna stazione è, di fatto, un registratore digitale autonomo che utilizza 2 microfoni omnidirezionali impermeabili, il tutto alimentato da 4 batterie alcaline di tipo “torcia”: dette stazioni rappresentano, a nostro avviso, la scelta più opportuna in termini di costi e benefici, che si possa fare sul mercato internazionale per quanto concerne le Stazioni Automatiche di Monitoraggio (Automatic Recording Systems, ARS).

Le registrazioni, programmate a priori mediante un software dedicato (Songmeter Configuration Utility), vengono scritte su schede “SDHC” da 16 GB per un totale di 32 GB a stazione. La frequenza di campionamento scelta è stata di 48 kHz e in alcuni casi di 22.050 Hz. Si è deciso di effettuare 6 minuti di registrazione allo scoccare di ogni ora; inoltre, si è deciso di dare maggiore intensità di campionamento all’alba (registrazioni di circa un’ora a cavallo dell’alba) e al tramonto (circa 20 minuti a cavallo del tramonto). Nelle ore notturne le registrazioni hanno avuto la durata variabile dai 10 ai 15 minuti. Il posizionamento sul campo degli strumenti è stato preventivamente programmato, anche grazie alle esperienze in campo fatte nel corso dell’anno 2008 dal personale del Corpo Forestale dello Stato (CFS) nello studio della cartografia degli habitat. Ciascuna stazione con queste impostazioni aveva un’autonomia di 12-13 giorni di registrazione. Si è cercato di porre a dimora gli strumenti seguendo criteri rispondenti a requisiti di rappresentatività degli habitat, alla possibile presenza delle specie ed alla raggiungibilità dei luoghi. Lo studio preventivo degli habitat e degli habitat di specie è stato condotto a partire dalla Cartografia degli habitat redatta dal CFS nel 2008 per conto della Regione Veneto e dagli studi ornitologici precedenti (MEZZAVILLA, 1989).

La realizzazione del lavoro ha previsto l’utilizzo anche di mezzi fuoristrada (per percorrenze complessive pari a 6.000 km distribuite in 48 uscite), ma anche la percorrenza a piedi di numerosi sentieri per un totale di più di 100 km con un dislivello in salita complessivo stimabile in 15.000 m.

L’analisi dei dati è stata svolta mediante riascolto e catalogazione delle singole registrazioni (circa 8.700 file di durata variabile da 6 minuti ad un’ora) ed ha rappresentato la parte più consistente di tutto il lavoro. I singoli file portavano nel nome tutte le caratteristiche della registrazione, seguendo l’impostazione dei SM prefisso\_anno\_mese\_giorno\_ora\_minuti\_secondi.wav. Mediante il software “Praat” ([www.praat.org](http://www.praat.org)), i file sono stati visualizzati con una finestra di analisi di 30 secondi, ritenuta idonea per minimizzare i tempi. Ciascun evento sonoro delle specie elencate nell’Allegato 1 della Direttiva Uccelli visualizzato nello spettrogramma è stato etichettato mediante compilazione di una “textgrid” per poi essere inserito nel database sviluppato con “PostgreSQL”, un database open source.

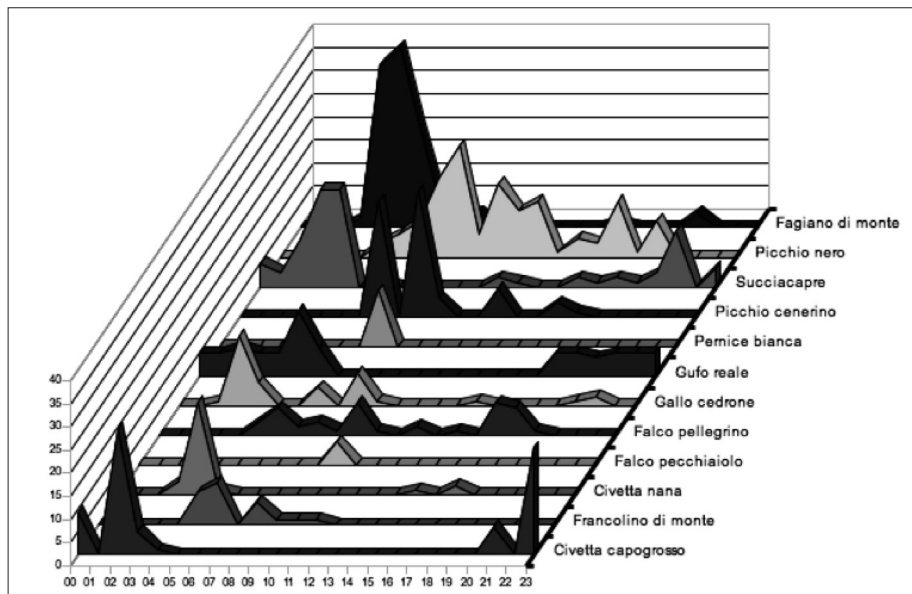
## RISULTATI

Sono stati archiviati 850 GB di registrazioni. Sono stati analizzati 6.622

file pari a 1.151 ore; le specie elencate nella Direttiva Uccelli (2009/147/CE) e identificate con certezza a partire dallo studio delle vocalizzazioni sono state 14 (tab. 1), con un ammontare di 22 ore e 40 minuti, per un totale di 1.939 vocalizzazioni. Di fatto, per ciascuna ora di registrazione sono state rilevate mediamente 1,7 vocalizzazioni di specie di interesse conservazionistico.

**Tab. 1.** Specie elencate nell'Allegato 1 della Direttiva 2009/147/CE correttamente riconosciute con le durate complessive (hh:mm:ss) ed il totale degli eventi sonori registrati, elencate in ordine sistematico (aggiornamento lista CISO-COI 09/09/2010).

Codice Euring	Specie		Durata	Numero eventi sonori
03260	Francolino di monte	<i>Bonasa bonasia</i>	00:05:37	103
03300	Pernice bianca	<i>Lagopus muta</i>	00:02:46	20
03320	Fagiano di monte	<i>Tetrao tetrix</i>	02:22:14	482
03350	Gallo cedrone	<i>Tetrao urogallus</i>	01:05:32	126
03570	Coturnice	<i>Alectoris graeca</i>	00:00:29	3
01040	Nitticora	<i>Nycticorax nycticorax</i>	00:00:01	1
02310	Falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	00:00:53	5
03200	Falco pellegrino	<i>Falco peregrinus</i>	00:09:00	59
07440	Gufo reale	<i>Bubo bubo</i>	09:53:51	89
07510	Civetta nana	<i>Glaucidium passerinum</i>	01:56:44	116
07700	Civetta capogrosso	<i>Aegolius funereus</i>	00:20:31	88
07780	Succiacapre	<i>Caprimulgus europaeus</i>	05:57:48	336
08550	Picchio cenerino	<i>Picus canus</i>	00:10:04	131
08630	Picchio nero	<i>Dryocopus martius</i>	00:16:54	234



**Fig. 1.** Distribuzione dei canti delle specie di interesse conservazionistico osservate all'interno delle 24 ore del giorno; in ascissa, le ore del giorno, in ordinata il numero di eventi.

In 83 giorni su un totale di 124 sono state registrate specie di interesse, pari al 67% delle giornate di rilievo. Tutti i dati sono stati inseriti in un database aggiornabile ed incrementabile che potrà essere oggetto di numerosi studi futuri sulle vocalizzazioni di tutte le specie contattate, per evidenziarne la fenologia, indagarne la presenza, la distribuzione all'interno degli habitat, ecc. Dal database è facile fare estrapolazioni grazie al collegamento con il software Open Office: in figura 1 si mostra la fenologia dei canti nell'arco delle 24 ore di tutte le specie classificate.

## DISCUSSIONE

Il monitoraggio mediante stazioni fisse offre molti vantaggi: rilievi prolungati per più giorni consecutivi, programmabili a priori lungo tutto l'arco della giornata, affidabilità e resistenza agli eventi meteorici e ai climi rigidi, oggettività dei dati raccolti, facile installazione e recupero. Si presta in particolar modo per ambienti di difficile accesso, come quelli frequentati in questo lavoro.

La notevole mole di dati ricavati dallo studio effettuato si presta a potenzialità di elaborazione molto ricche. Il database delle registrazioni, organizzato in tabelle separate e autonome, si pone la prospettiva di fornire una piattaforma multi-utente con cui persone addette, o interessate, possano interagire in qualsiasi momento. Da questa indagine prende corpo l'idea di creare una fonoteca zoologica in cui siano conservate le vocalizzazioni delle specie tipiche del territorio veneto.

Molti aspetti importanti vanno approfonditi, come lo studio del rumore degli ambienti e di come esso interferisca con le abitudini vocali degli uccelli. Al momento non sono infatti esplicite le possibili relazioni tra rumore, habitat e specie e in quale misura il primo interagisca con le altre.

Per l'applicazione su larga scala delle tecniche di monitoraggio acustico automatico si configura come assolutamente strategico lo sviluppo di software dedicati, ancor più considerando che le nuove tecnologie a breve disponibili consentiranno di fare registrazioni di maggior durata, migliore qualità e con la possibilità di estendere le classi zoologiche da studiare (uccelli, anfibi, chiroterti, insetti).

## RINGRAZIAMENTI

Francesco Mezzavilla per le preziose informazioni e consulenze sulle zone indagate. Mauro Nicolao e Roberto Modolo per il supporto informatico e la creazione e gestione del database.

## Bibliografia

- BARDELI R., WOLFF D., CLAUSEN M., 2008. Bird song recognition in complex audio scenes. *BfN-Skripten*, 234: 93-102.
- BART J., 2005. Monitoring the abundance of bird populations. *The Auk*, 122(1): 15-25.
- BRANDES T.S., 2008. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International* (2008), 18: S163-S173.
- BRICHETTI P., FRACASSO G., 2004. Ornitologia Italiana, Vol. 2 - Tetraonidae-Scolopacidae. *Alberto Perdisa Editore*, Bologna, 396 pp.
- FROMMOLT K.-H., TAUCHERT K.-H., KOCH M., 2008. Advantages and disadvantages of acoustic monitoring of birds - realistic scenarios for automated bioacoustic monitoring in a densely populated region *BfN-Skripten*, 234: 83-92.
- HASELMAYER J., QUINN J.S., 2000. A comparison of point counts and sound recording as bird survey methods in Amazonian Southeast Peru. *Condor*, 102: 887-893.
- HOBSON K.A., REMPEL R.S., GREENWOOD H., TURNBULL B., VAN WILGENBURG S.L., 2002. Acoustic surveys of birds using electronic recordings: New potential from an omnidirectional microphone system. *Wildlife Society Bulletin*, 30: 709-720.
- MEZZAVILLA F., 1989. Atlante degli uccelli nidificanti nelle province di Belluno e Treviso (Veneto) 1983-1988. *D4 Industrie grafiche s.r.l. Casier* (TV), 116 pp.
- REMPEL R.S., HOBSON K.A., HOLBORN G., VAN WILGENBURG S.L., ELLIOTT J., 2005. Bioacoustic monitoring of forest songbirds: interpreter variability and effects of configuration and digital processing methods in the laboratory. *J. Field Ornithol.*, 76(1): 1-11.

### Indirizzi degli autori:

Andrea Favaretto - Via Montebello 1, I-35141 Padova (PD); andrea.favaretto@gmail.com  
Gianluca Salogni - Via Risorgimento 21, I-31044 Montebelluna (TV);  
gianluca.salogni@regione.veneto.it  
Gianni Pavan - Università di Pavia, Via Taramelli 24, I-27100 Pavia (PV);  
gianni.pavan@unipv.it  
Renzo De Battisti - Via Cavalieri di Vittorio Veneto 21, I-35129 Padova (PD); redeva@tin.it