

Francesco Scarton, Marco Baldin, Marco Montanari, Giovanni Cecconi, Laura Dal Monte

LA COMUNITÀ ORNITICA PRESENTE IN SEI BARENE RICOSTITUITE DELLA LAGUNA DI VENEZIA

Riassunto. Visite con frequenza quindicinale sono state condotte da luglio 2009 a dicembre 2010 presso sei barene ricostituite, di circa 10 ettari ciascuna, realizzate nella laguna di Venezia. Complessivamente sono state osservate 101 specie, di cui 55 prettamente acquatiche. La comunità è risultata dominata numericamente da dieci specie, che costituiscono circa l'80% dei 23.399 individui osservati. Piovanello pancianera *Calidris alpina* (31,7%) e gabbiano reale *Larus michahellis* (18,2%) sono le due specie più abbondanti. Caradriiformi (17.225 ind., 74% del totale), Passeriformi (4.175 ind., 18%) e Anseriformi (923 ind., 4%) costituiscono il 96% del totale. I valori di ricchezza specifica (1,76-2,64), diversità specifica (1,24-1,80), dominanza (0,27-0,46) ed equitabilità (0,30-0,43) permettono di separare i siti in gruppi omogenei. Le specie nidificanti sono risultate 15, con valori compresi tra 3 e 10 per ciascun sito. I siti studiati risultano essere regolarmente utilizzati sia per la sosta che per l'alimentazione da diverse specie, in particolare limicoli e Ardeidi, soprattutto nel periodo autunnale e invernale.

Summary. *The bird community occurring on six dredge islands in the lagoon of Venice (Italy).*

Every two weeks, between July 2009 and December 2010, ornithological surveys were carried out in six dredge islands (each one about 10 ha in size, made of sandy-silty sediments and regularly flooded by high tides) built in the lagoon of Venice in the last two decades. Overall, 101 species were observed, totaling 23,399 birds. Ten species (*Calidris alpina*, *Larus michahellis*, *Chroicocephalus ridibundus*, *Numenius arquata*, *Anthus pratensis*, *Pluvialis squatarola*, *Sturnus vulgaris*, *Egretta garzetta*, *Emberiza schoeniculus*, *Carduelis carduelis*) made about 80% of the total records. Measured values for the bird community across the six sites ranged 1.76-2.64 (specific richness), 1.24-1.80 (diversity), 0.27-0.46 (dominance) and 0.30-0.43 (equitability). Between 3 and 10 breeding species were observed at each site, with a total of 15 species. Most of the birds were counted in late autumn and winter; in this periods, large numbers of waders and herons were recorded, mostly resting and feeding in intertidal ponds. The results confirm previous observations about the high value of such artificial sites for lagoon birds.

Keywords: waterbirds, waders, monitoring, wetlands.

INTRODUZIONE

È noto che le zone umide artificiali, quali ad esempio bacini di fitodepurazione, risaie, saline, cave di ghiaia abbandonate, rappresentano ambienti utili per la fauna acquatica terrestre, non soltanto per gli Uccelli ma anche per altri vertebrati, ad esempio gli Anfibi. Diversi autori ne hanno studiato le comunità animali e l'utilizzo che ne viene fatto nel corso dell'anno (TOURENQ et al., 2001; MCKINSTRY & ANDERSON, 2002; MÚRIAS et al., 2002; KNUTSON et al., 2004; MA et al., 2004; SANTOUL et al., 2004; FASOLA et al., 2010).

Nella laguna di Venezia dalla metà degli anni Ottanta è stato avviato un vasto programma di interventi di gestione attiva che prevede, tra le altre attività, la creazione di apparati intertidali mediante l'utilizzo di sedimenti provenienti dal dragaggio di manutenzione dei canali lagunari (CECCONI, 2005, 2008; TIEZZI et al., 2010). Buona parte di questi nuovi apparati intertidali assume, nel corso degli anni, una struttura simile a quella delle barene naturali, esprimendo una varietà di habitat grazie alla quale vengono definite "barene ricostituite". Nel 2010 risultavano realizzate 86 barene, per 865 ha, e ulteriori 18 erano in corso, per 227 ha; il volume complessivo di sedimenti utilizzato è di 13 milioni di m³.

Interventi di utilizzo di fanghi di dragaggio sono da decenni condotti negli Stati Uniti (PARNELL et al., 1988; ERWIN et al., 2003), mentre nel resto dell'Europa all'apparenza queste attività sono estremamente rare (ATKINSON et al., 2001). Per il nord Adriatico vi sono invece esempi del tutto comparabili nel delta del Po (VALLE et al., 1998) e in Val Stagnon, nei pressi di Capodistria (Slovenia, oss. pers.).

L'avifauna acquatica nidificante nelle barene ricostituite della laguna di Venezia è stata studiata da numerosi anni (SCARTON et al., 1995, in stampa; SCARTON & VALLE, 1999; SCARTON, 2005, 2008, 2010) e un piano organico di monitoraggio di tutte le barene ricostituite è in atto dal 2005 (SCARTON et al., 2009).

Tuttavia, il ciclo annuale della comunità ornitica che utilizza tali ambienti nelle diverse fasi del ciclo biologico non è mai stato sinora indagato e analizzato, se si eccettua un breve monitoraggio condotto nel 1994-1995 e i cui risultati sono rimasti inediti (MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, 1995). Nel 2009-2010 il Magistrato alle Acque di Venezia ha pertanto deciso di avviare un monitoraggio che, con frequenza quindicinale e per la durata di diciotto mesi, ha interessato sei barene ricostituite. L'interesse di questo tipo di indagine risiede anche nella estrema scarsità di monitoraggi ornitologici standardizzati protratti nel bacino lagunare per almeno un intero ciclo annuale. Oltre al già citato studio del 1994-1995, l'unico altro esempio è il monitoraggio in corso da alcuni anni nelle aree interessate dai cantieri per le opere mobili alle bocche di porto (cosiddetto MOSE; MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, 2010). In quel monitoraggio, che interessa numerosi siti, di maggior pertinenza per l'avifauna degli ambienti intertidali sono le indagini eseguite presso il Bacàn di Sant'Erasmo, nei pressi della bocca di porto di Lido. Monitoraggi annuali sono stati effettuati presso l'Oasi di Ca' Roman (CASTELLI, s.d.), mentre indagini pluriennali che hanno utilizzato l'inanellamento a scopo scientifico, quindi rivolte principalmente ai Passeriformi, sono note per alcuni ambienti dell'entroterra (BASCIUTTI et al., 2005). Dati e informazioni pluriennali sulla comunità ornitica in ambienti marginali della laguna di Venezia o ad essa adiacenti sono presentate da BON et al. (2010) per il complesso di barene di Passo Campalto e da STIVAL (2011) per il Parco di San Giuliano; tuttavia queste indagini, seppure di interesse per la conoscenza dell'avifauna locale, non sono state eseguite secondo metodiche standardizzate.

In questo lavoro vengono presentati in dettaglio i risultati del monitoraggio ornitologico condotto con frequenza quindicinale da luglio 2009 a dicembre 2010 in sei barene ricostituite della laguna di Venezia, allo scopo di analizzare la comunità ornitica che utilizza questi ambienti di origine artificiale, scelte tra le circa 90 esistenti per la variabilità di età, nonché qualità e composizione dei sedimenti che le costituiscono.

AREE DI INDAGINE

Le attività sono state condotte su sei barene ricostituite, di cui due situate nel sottobacino lagunare centro-settentrionale (Campalto e Canale Tessera) e quattro in quello centrale (Fusina 2, Tezze Fonde, Ravaggio 3, Detregani); l'ubicazione dei siti è riportata nella figura 1.

Questi siti vennero realizzati tra il 1993 e il 2001, delimitando con palificate e burghe bassofondali lagunari e reflueno successivamente sedimenti al loro interno. Una volta assestate, le strutture così ricreate subiscono naturali processi di evoluzione morfologica che portano per stadi successivi alla formazione di piccoli canali e stagni intertidali, nonché alla colonizzazione da parte della vegetazione e della fauna. Le quote risultano comprese tra +0.30 m e +1.10 m (zero mareografico Punta Salute, posto a -0.23 m rispetto al medio mare); buona parte o tutta la superficie delle barene ricostituite viene pertanto sommersa durante le maree sostenute (ossia maggiori di 0,80 m).

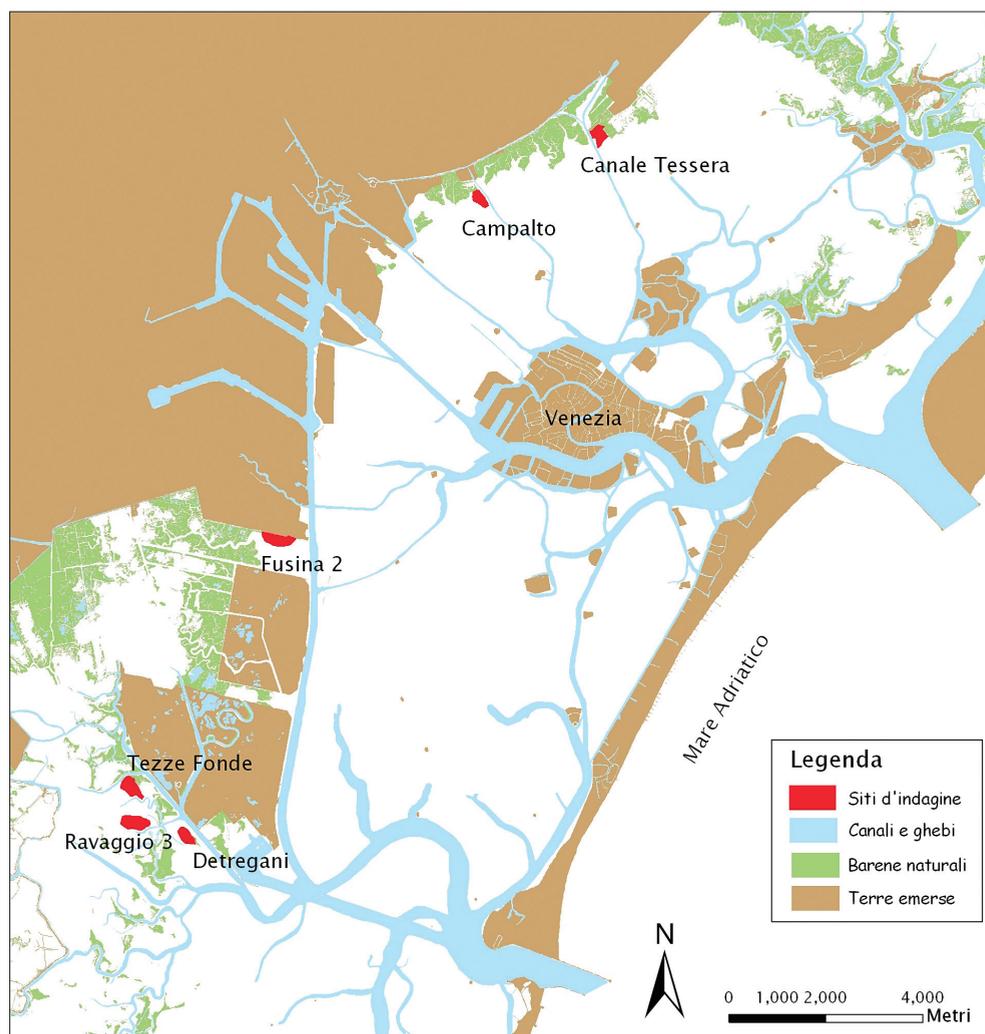


Fig. 1. Ubicazione delle sei barene ricostituite oggetto di indagine.

Carte della vegetazione di ciascun sito, alla scala 1:5.000, sono state realizzate nel 2009 nell'ambito di altre indagini mediante rilievi in campo e l'ausilio di foto aeree recenti. Nella tabella 1 si presentano i dati relativi alla copertura del suolo per ciascun sito, opportunamente semplificata per gli scopi della presente indagine.

Le tipologie ambientali individuate sono state pertanto:

- “argine/dosso, con vegetazione ruderale o alo-nitrofila”. Aree anche solo leggermente più rilevate rispetto alle superfici circostanti, con copertura vegetale che può essere da scarsa a completa. Tipologia presente sia ai margini delle barene che, con modeste estensioni, al loro interno. Solo in queste aree si trovano rari individui di *Tamarix gallica* e altri arbusti;
- “aree con vegetazione alofila”. Si tratta delle superfici prevalenti in tutte le barene. Si sono così introdotte delle sottocategorie, denominate rispettivamente “a dominanza di *Salicornia* sp.”, “a dominanza di *Limonium/Puccinellia/Aster/Juncus/ Spartina*”, “a dominanza di *Sarcocornia/Halimione*”, utili a meglio caratterizzare morfologicamente questo vasto insieme di popolamenti vegetali;
- “chiari (ossia stagni intertidali di debolissima profondità), ghebi (piccoli canali) e velme interne (indicando con questo termine aree nude interne alle barene e adiacenti i loro margini, originatesi per erosione superficiale dei sedimenti refluiti)”. Sono incluse in questa tipologia tutte le superfici prive, o quasi, di copertura a fanerogame terrestri e con presenza puntiforme di fanerogame marine (*Ruppia* sp. e *Nanozostera noltii*) e macroalghe (*Enteromorpha* sp. e *Cladophora* sp.). Sono le estensioni a minor quota;
- “aree pianeggianti, poco o per niente vegetate”. Superfici in cui non si è ancora sviluppata una sufficiente copertura vegetale, risultando quindi prevalentemente nude, con substrato limoso-argilloso.

Tab. 1. Parametri strutturali e morfologici (estensioni in ettari) delle sei barene oggetto di indagine.

	Anno di costruzione	Area totale	Argine/dosso con vegetazione ruderale o alo-nitrofila	Vegetazione alofila a dominanza di:			Chiari, ghebi, velme interne	Aree pianeggianti, poco o per niente vegetate
				SA= <i>Salicornia</i> spp.;	LP= <i>Limonium narbonense</i> / <i>Puccinellia palustris</i> / <i>Aster tripolium</i> / <i>Juncus maritimus</i> / <i>Spartina maritima</i> ;	SR= <i>Sarcocornia fruticosa</i> / <i>Halimione portulacoides</i>		
				SA	LP	SR		
Campalto	1993	6,86	0,38	2,35	1,36	0,56	2,20	0,01
Canale Tessera	1995	9,49	1,05	1,06	4,20	2,06	0,82	0,30
Detregani	1995	8,31	0,07	2,47	0,11	1,16	4,35	0,15
Fusina 2	2001	13,41	2,95	0,95	1,64	3,20	1,68	2,99
Ravaggio 3	1998	14,59	1,55	0,79	1,20	2,96	0,52	7,57
Tezze Fonde	1993	12,31	0,05	2,92	2,55	2,89	3,54	0,36
TOTALE		64,97	6,05	10,54	11,06	12,83	13,11	11,38

Tranne Fusina 2, adiacente la Cassa di Colmata A e pertanto raggiungibile anche a piedi, tutti gli altri siti sono visitabili solo con imbarcazione. In tutti sono presenti appostamenti fissi per l'attività venatoria; nel restante periodo dell'anno il disturbo antropico può essere considerato di livello discreto a Fusina 2 (bagnanti, visitatori occasionali, anche motocrossisti) mentre risulta basso o molto basso negli altri siti (saltuaria presenza di raccoglitori di molluschi e altri Invertebrati; utilizzo di alcuni margini barenali per la posa di reti e altre attrezzature per la pesca professionale).

MATERIALI E METODI

Le visite ai siti di indagine sono state effettuate tra il mese di luglio 2009 e quello di dicembre 2010, con frequenza quindicinale durante i mesi di agosto-aprile e mensile da maggio a luglio. La diversa scansione temporale è dovuta alla concomitanza di altri censimenti effettuati negli stessi siti.

Ciascun sito è stato visitato 32 volte nel corso dell'indagine; durante ogni singola uscita si sono generalmente controllati tutti i sei siti, in modo da ridurre la possibilità di doppi conteggi. Solo in rare occasioni questo non è stato possibile, per motivi legati alle condizioni meteorologiche e/o di marea, e sono stati necessari due giorni per ultimare la campagna di rilievo.

Le uscite, che hanno avuto inizio tra le ore 7 e le ore 8 e si sono sempre concluse entro le 14, sono state effettuate con condizioni di marea molto variabili; durante il periodo invernale anche con marea sostenuta (tra +0,80 m e +1,00 m), per verificare l'eventuale presenza di branchi di uccelli in sosta. Le maree superiori al metro portano al totale allagamento di tutta la superficie barenale, rendendo i siti quasi del tutto inadatti per l'avifauna; solo la palificata di contenimento può ancora essere utilizzata come posatoio. Di conseguenza, non sono state fatte osservazioni con maree superiori a +1,00 m.

L'ordine di visita ai sei siti è variato nelle diverse uscite; si sono sempre evitati giorni con forte pioggia, vento intenso o nebbia. In inverno alcuni chiari risultavano parzialmente o totalmente ghiacciati, riducendone la disponibilità per l'avifauna.

Durante le visite ci si è prima soffermati a 150-200 m di distanza dal sito, effettuando un rapido conteggio con l'ausilio di binocoli 10 × 50 o 8 × 40 degli individui presenti nella barena o da essa involatisi. Successivamente il rilevatore (M.B. o F.S.) è sceso e ha percorso lentamente l'intera estensione della barena, sia ai margini che nell'interno, ovunque fosse possibile procedere con sicurezza; la visita a ciascun sito è durata tra i 30 e i 45 minuti. In diverse occasioni sono state effettuate da parte dei due rilevatori stime congiunte e indipendenti degli stormi più consistenti, verificando una buona concordanza dei risultati. Le barene Ravaggio 3 e Tezze Fonde, piuttosto vicine tra loro e tra le quali erano stati osservati movimenti di uccelli, sono sempre state visitate simultaneamente dai due rilevatori, per evitare doppi conteggi. Durante le visite il rilevatore procedeva ad annotare numero degli individui, specie, comportamento (in alimentazione; in canto; in sosta; ecc.) e tipologia ambientale (si veda paragrafo precedente) nella quale gli uccelli venivano osservati per la prima volta. Foto a carattere documentale sono state effettuate con fotocamera digitale, anche con focale di 75-300

mm. Sono stati esclusi dai conteggi gli uccelli, quali quelli in volto alto e direzionale, che non evidenziavano alcun legame con i siti di indagine.

La lista sistematica segue l'ordinamento proposto da FRACASSO et al. (2009) per l'avifauna italiana. I periodi fenologici sono stati indicati come segue:

- “svernamento”: tra dicembre e metà (fine) febbraio;
- “migrazione pre-riproduttiva”: tra metà (fine) febbraio e fine aprile (metà maggio);
- “nidificazione”: aprile-luglio;
- “migrazione post-riproduttiva”: settembre-novembre.

Nell'analisi descrittiva le specie sono state raggruppate in alcune ampie categorie, in funzione delle loro caratteristiche ecologiche (habitat preferito, dieta) e comportamentali: 1) anatre di superficie (Anatidi); 2) cormorani (Falconiformi); 3) aironi (Ardeidi); 4) uccelli da preda (Falconiformi e Strigiformi); 5) limicoli (Caradriidi, Scolopacidi, ecc.); 6) gabbiani e sterne (Laridi e Sternidi); 7) planctofagi aerei (rondone *Apus apus*, rondine *Hirundo rustica*, gruccione *Merops apiaster*, ecc.); 8) Passeriformi di zone umide (pispola *Anthus pratensis*, cutrettola *Motacilla flava*, migliarino di palude *Emberiza schoeniclus*, ecc.); 9) altri Passeriformi.

La nidificazione è stata classificata secondo le usuali categorie utilizzate nei Progetti Atlante; nei risultati sono state però considerate solo le specie con nidificazione probabile o certa. Si è considerata la sola stagione riproduttiva 2010, in quanto nel 2009 le uscite sono iniziate a luglio, mese in cui gran parte delle specie aveva già concluso la nidificazione.

Le analisi delle relazioni tra le variabili biocenotiche e le strutture ecosistemiche sono state sviluppate mediante l'applicazione di tecniche multivariate quali la cluster analysis e l'analisi delle componenti principali.

Le relazioni tra le abbondanze specifiche sono state indagate mediante le curve di k-dominanza (LAMBSHEAD et al., 1983), la diversità specifica con le curve cumulative delle specie (species accumulation curves, sample-based rarefaction) e gli indici di diversità (SHANNON-WEAVER, 1949; PIELOU, 1966; SIMPSON, 1949 e MARGALEF, 1958), mentre le relazioni causa-effetto tra due variabili sono state verificate mediante la significatività del modello di regressione lineare (test F).

La relazione tra la presenza delle singole specie nei vari periodi dell'anno è stata analizzata mediante una gridding map ottenuta dai valori di abbondanza delle specie nel tempo. La matrice delle abbondanze (101 specie × 32 campagne) è stata riordinata nella matrice ridotta (38 specie × 32 campagne), escludendo le specie che presentavano una equidistribuzione inferiore a uno (almeno un individuo per ogni campagna). La gridding map è stata ottenuta dall'applicazione del metodo seriation di BROWER & KILE (1988) alla matrice ridotta (38 specie × 32 campagne) con valori di presenza/assenza. I valori della matrice risultante dalla seriazione sono stati riconvertiti nei rispettivi valori di abbondanza, ($\log_{10}+1$) trasformati. Successivamente alla matrice trasformata è stato applicato l'algoritmo moving average dell'applicazione gridding (spatial interpolation) del software PAST, versione 2.05 (HAMMER et al., 2001).

Le analisi statistiche e numeriche sono state sviluppate con l'utilizzo dei programmi Microsoft Excel 2007, PAST versione 2.05 (HAMMER et al., 2001) e STAXS2000 versione 1.0.

RISULTATI

La caratterizzazione delle barene in termini di superfici degli habitat che le compongono è stata analizzata applicando l'analisi delle componenti principali (PCA) alla matrice dei valori di superficie (ha) dei 6 habitat \times 6 barene. L'analisi delle componenti principali identifica nel grafico di ordinamento tre principali gruppi di barene: il primo gruppo costituito dalle barene di Tezze Fonde, Detregani e Campalto e caratterizzato da "*Salicornia* sp." e "Chiari, ghebi e velme"; il secondo gruppo (Ravaggio 3 e Fusina 2), opposto al primo, presenta delle dimensioni spaziali associate alle "Aree pianeggianti poco vegetate", "*Sarcocornia/Halimione*" e "Argini/dossi con vegetazione ruderale". Il terzo gruppo composto dalla sola barena di Canale Tessera evidenzia una specificità ambientale fortemente caratterizzata da "*Limonium/Puccinellia/Aster/Juncus/Spartina*" (fig. 2).

Nel corso del monitoraggio sono state osservate 101 specie di Uccelli, di cui 63 non Passeriformi e 38 Passeriformi (tabella 2). Le specie appartenenti all'avifauna acquatica sono 55, pari al 53% del totale. L'ordine più ricco, in termini di specie, è quello dei Passeriformi (37,6%), seguito dai Caradriformi (33 specie, 32,6%), dai Falconiformi (9 specie, 8,9%) e dai Ciconiformi (7 specie, 6,9%). Sono stati complessivamente osservati 23.399 individui; l'ordine nettamente più numeroso è risultato quello dei Caradriformi (17.225 ind., 74% del totale), seguito dai Passeriformi (4.175 ind., 18% del totale) e dagli Anseriformi (923 ind., 4%). Insieme, i tre ordini citati compongono quindi il 96% del totale.

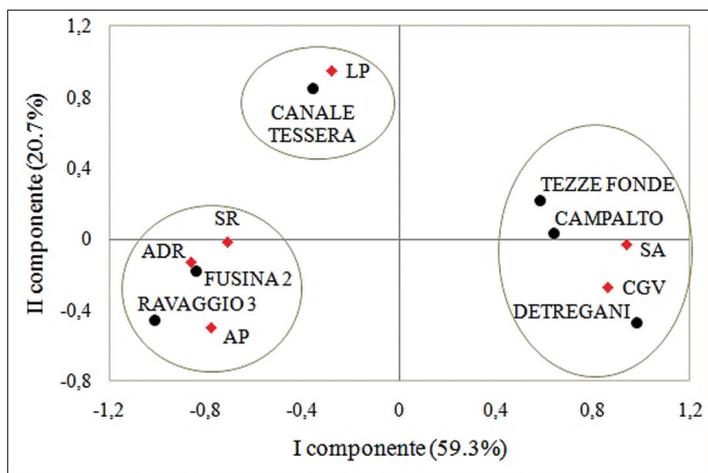


Fig. 2. Ordinamento simultaneo delle sei barene e dei sei habitat, ottenuto dall'applicazione dell'analisi delle componenti principali (PCA) alla matrice dei valori di superficie (ha). (●) Barene; (◆) Habitat. Il primo asse spiega il 59,3% della variabilità totale, mentre il secondo asse il 20,7%. Legenda: ADR = argine/dosso con vegetazione ruderale; SA = aree con vegetazione alofila a dominanza di *Salicornia*, LP = aree con vegetazione alofila a dominanza di *Limonium/Puccinellia/Aster/Juncus/Spartina*, SR = aree con vegetazione alofila a dominanza di *Sarcocornia/Halimione*, CGV = chiari, ghebi, velme interne, AP = aree pianeggianti poco o per niente vegetate.

Tab. 2. Lista delle specie osservate, con abbondanza e frequenza di osservazione.

Nome scientifico	Totale individui	% sul totale	Campagne di presenza	% Numero campagne
<i>Cygnus olor</i>	34	0,1	6	18,8
<i>Tadorna tadorna</i>	293	1,3	17	53,1
<i>Anas platyrhynchos</i>	583	2,5	24	75,0
<i>Anas querquedula</i>	13	0,1	1	3,1
<i>Phalacrocorax carbo</i>	156	0,7	27	84,4
<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	21	0,1	9	28,1
<i>Ardeola ralloides</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Bubulcus ibis</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Egretta gularis</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Egretta garzetta</i>	711	3,0	32	100,0
<i>Casmerodius albus</i>	4	0,0	2	6,3
<i>Ardea cinerea</i>	57	0,2	25	78,1
<i>Ardea purpurea</i>	11	0,0	8	25,0
<i>Threskiornis aethiopicus</i>	2	0,0	1	3,1
<i>Pernis apivorus</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Circus aeruginosus</i>	22	0,1	17	53,1
<i>Circus cyaneus</i>	11	0,0	6	18,8
<i>Circus pygargus</i>	2	0,0	2	6,3
<i>Accipiter nisus</i>	3	0,0	3	9,4
<i>Buteo buteo</i>	19	0,1	12	37,5
<i>Aquila clanga</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Falco tinnunculus</i>	10	0,0	7	21,9
<i>Falco peregrinus</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Porzana porzana</i>	6	0,0	3	9,4
<i>Haematopus ostralegus</i>	102	0,4	14	43,8
<i>Himantopus himantopus</i>	226	1,0	10	31,3
<i>Recurvirostra avosetta</i>	31	0,1	7	21,9
<i>Charadrius dubius</i>	61	0,3	11	34,4
<i>Charadrius hiaticula</i>	286	1,2	7	21,9
<i>Charadrius alexandrinus</i>	43	0,2	7	21,9
<i>Pluvialis apricaria</i>	3	0,0	2	6,3
<i>Pluvialis squatarola</i>	909	3,9	20	62,5
<i>Vanellus vanellus</i>	47	0,2	7	21,9
<i>Calidris canutus</i>	8	0,0	1	3,1
<i>Calidris alba</i>	3	0,0	1	3,1
<i>Calidris ferruginea</i>	34	0,1	7	21,9
<i>Calidris alpina</i>	7417	31,7	19	59,4
<i>Philomachus pugnax</i>	17	0,1	3	9,4
<i>Gallinago gallinago</i>	234	1,0	29	90,6
<i>Numenius phaeopus</i>	10	0,0	7	21,9
<i>Numenius arquata</i>	1174	5,0	29	90,6
<i>Actitis hypoleucos</i>	94	0,4	26	81,3
<i>Tringa ochropus</i>	9	0,0	7	21,9
<i>Tringa erythropus</i>	11	0,0	7	21,9
<i>Tringa nebularia</i>	113	0,5	21	65,6
<i>Tringa stagnatilis</i>	2	0,0	2	6,3
<i>Tringa glareola</i>	85	0,4	7	21,9

Nome scientifico	Totale individui	% sul totale	Campagne di presenza	% Numero campagne
<i>Tringa totanus</i>	190	0,8	18	56,3
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	1568	6,7	30	93,8
<i>Larus melanocephalus</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Larus canus</i>	3	0,0	2	6,3
<i>Larus michahellis</i>	4269	18,2	32	100,0
<i>Sternula albifrons</i>	77	0,3	5	15,6
<i>Chlidonias hybrida</i>	12	0,1	2	6,3
<i>Chlidonias niger</i>	77	0,3	8	25,0
<i>Sterna sandvicensis</i>	2	0,0	2	6,3
<i>Sterna hirundo</i>	107	0,5	8	25,0
<i>Columba oenas</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Columba palumbus</i>	4	0,0	3	9,4
<i>Asio flammeus</i>	3	0,0	3	9,4
<i>Apus apus</i>	3	0,0	2	6,3
<i>Alcedo atthis</i>	2	0,0	2	6,3
<i>Merops apiaster</i>	22	0,1	4	12,5
<i>Galerida cristata</i>	4	0,0	4	12,5
<i>Alauda arvensis</i>	39	0,2	11	34,4
<i>Riparia riparia</i>	44	0,2	5	15,6
<i>Hirundo rustica</i>	243	1,0	12	37,5
<i>Delichon urbicum</i>	27	0,1	3	9,4
<i>Anthus pratensis</i>	987	4,2	30	93,7
<i>Anthus spinoletta</i>	32	0,1	7	21,9
<i>Motacilla flava</i>	153	0,7	16	50,0
<i>Motacilla alba</i>	20	0,1	7	21,9
<i>Eritacus rubecula</i>	6	0,0	5	15,6
<i>Luscinia megarhynchos</i>	4	0,0	4	12,5
<i>Luscinia svecica</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Saxicola rubetra</i>	9	0,0	4	12,5
<i>Saxicola torquatus</i>	26	0,1	13	40,6
<i>Oenanthe oenanthe</i>	3	0,0	3	9,4
<i>Turdus pilaris</i>	5	0,0	1	3,1
<i>Turdus viscivorus</i>	3	0,0	1	3,1
<i>Cettia cetti</i>	10	0,0	5	15,6
<i>Cisticola juncidis</i>	85	0,4	17	53,1
<i>Locustella luscinioides</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Acrocephalus melanopogon</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2	0,0	2	6,3
<i>Panurus biarmicus</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Remiz pendulinus</i>	3	0,0	2	6,3
<i>Pica pica</i>	83	0,4	15	46,9
<i>Corvus monedula</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Corvus cornix</i>	125	0,5	25	78,1
<i>Sturnus vulgaris</i>	874	3,7	11	34,4
<i>Passer domesticus</i>	13	0,1	3	9,4
<i>Fringilla coelebs</i>	6	0,0	3	9,4

Tab. 2. continua

Nome scientifico	Totale individui	% sul totale	Campagne di presenza	% Numero campagne
<i>Carduelis carduelis</i>	648	2,8	18	56,3
<i>Carduelis cannabina</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Emberiza citrinella</i>	6	0,0	2	6,3
<i>Emberiza cirius</i>	4	0,0	1	3,1
<i>Emberiza cia</i>	1	0,0	1	3,1
<i>Emberiza schoeniclus</i>	686	2,9	19	59,4
<i>Emberiza calandra</i>	17	0,1	7	21,9
Totale	23399	100		

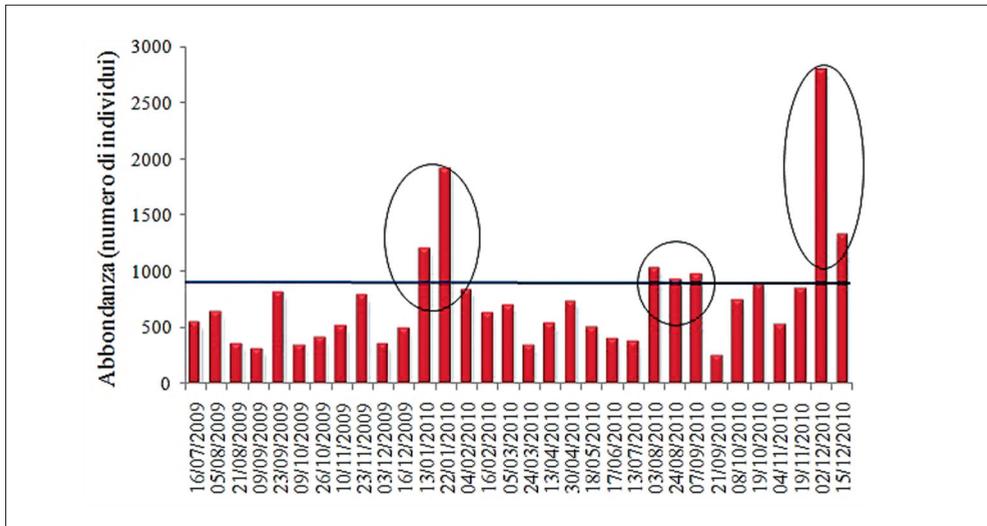


Fig. 3. Trend dei valori di abbondanza totale espressa in numero di individui rilevati nelle sei barene dell'area di indagine durante le 32 campagne di campionamento.

La distribuzione delle abbondanze lungo la scala temporale (luglio 2009 - dicembre 2010) presenta un andamento che oscilla tra i 230 e i 2.774 individui per campagna (fig. 3). La maggior parte delle campagne (78%) denota abbondanze comprese tra 230 e 857 individui. Al di sopra della soglia di 857 individui per campagna (linea blu) ci sono tre picchi in corrispondenza di tre periodi temporali. I valori di abbondanza delle 101 specie osservate evidenziano come per il 15,8% delle specie si sia rilevato un solo individuo, mentre il 49,9% del valore di abbondanza totale è rappresentato da due specie dominanti (31,7% piovanello pancianera *Calidris alpina*, 18,2% gabbiano reale *Larus michahellis*) (fig. 4). La maggiore diversità specifica è data dai taxa che presentano delle abbondanze relative oscillanti tra 0,1% e 6,7%.

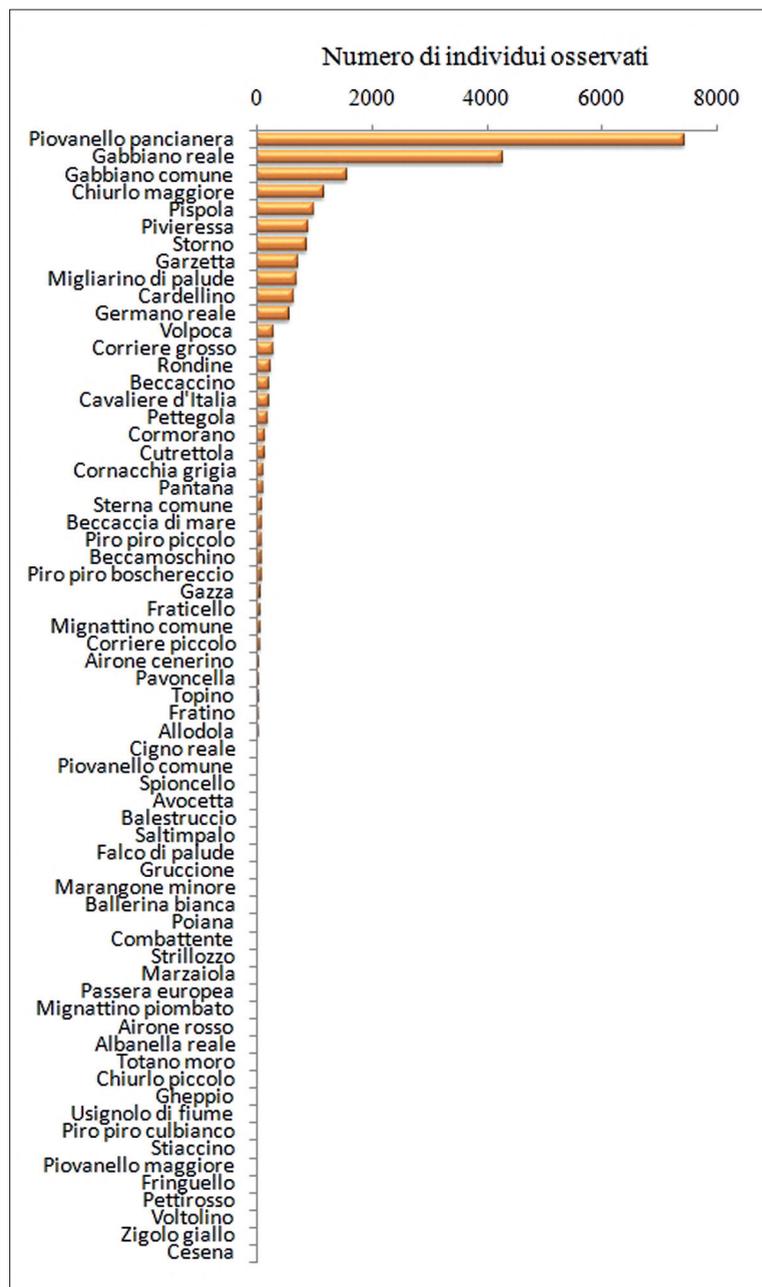


Fig. 4. Valori di abbondanza delle specie. Dal grafico sono state escluse le specie con numero di individui inferiore a 5.

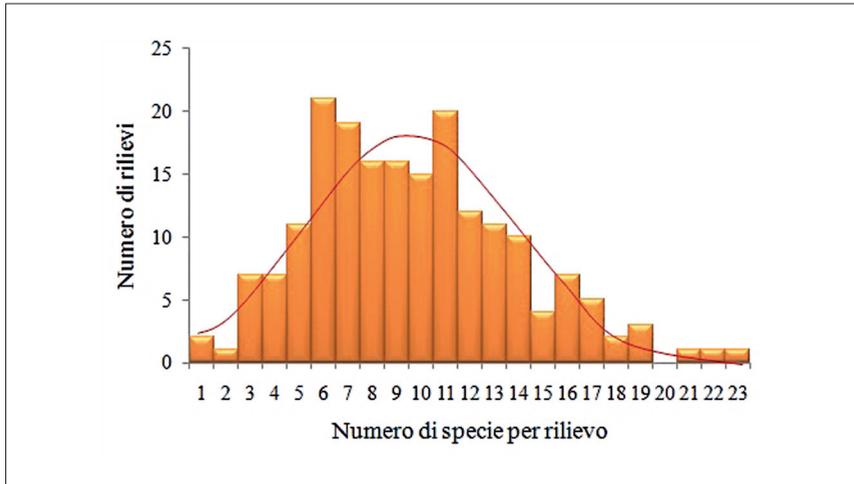


Fig. 5. Distribuzione dei 192 rilievi (32 campagne \times 6 barens) in classi di diversità ornitologica.

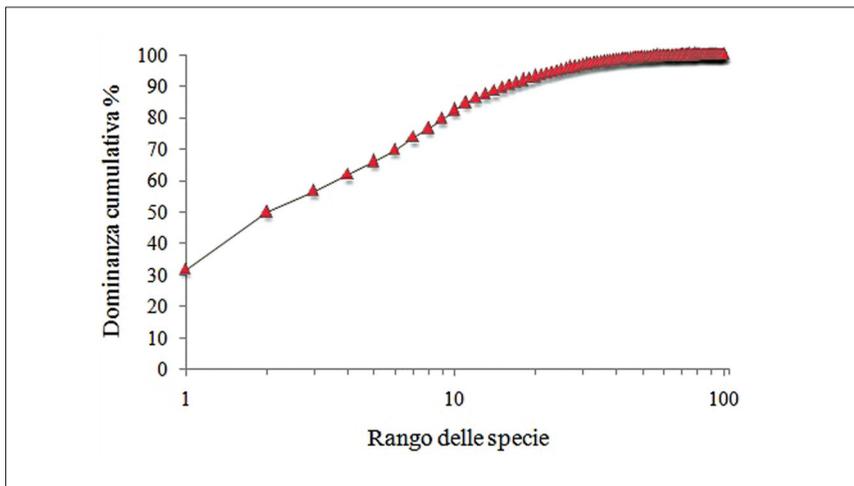


Fig. 6. Curva di k-dominanza relativa alla comunità ornitica osservata nella laguna di Venezia (2009-2010).

La distribuzione dei rilievi in classi di diversità ornitologica (fig. 5) tende a un modello gaussiano (Shapiro-Wilk test, $P=0,0014$), in cui i valori di maggiore frequenza sono concentrati nell'area centrale e decrescono via via verso le code esterne della distribuzione, indicando uno sforzo di campionamento equilibrato per la dinamica del sistema osservato. I rilievi con poche specie (1-4 specie) e con diversità specifica molto alta (15-23 specie) risultano più rari dei rilievi con una diversità specifica intermedia (5-14 specie).

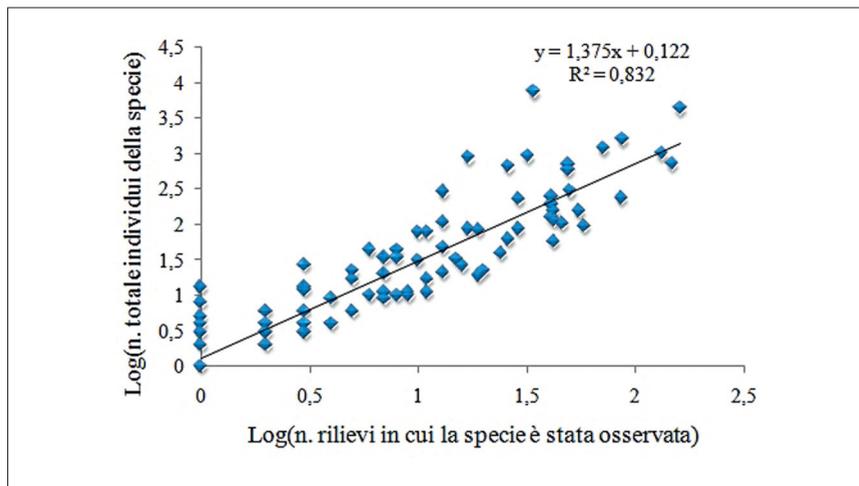


Fig. 7. Andamento del numero totale di individui per specie in funzione del numero di rilievi in cui la specie è stata osservata. L'equazione che descrive la relazione di causa-effetto è statisticamente significativa $y = 1,375x + 0,122$ (F-test = 493,3, $df_1 = 1$, $df_2 = 99$, $p < 0,0001$). I dati sono log-trasformati.

La relazione tra le abbondanze espresse dalle specie è stata valutata mediante le curve di k-dominanza in cui la relazione tra il rango di una specie (grado di abbondanza) e la quota di individui che rappresenta (% di individui sul totale) descrive come la comunità osservata sia strutturata. I valori di abbondanza delle 101 specie riordinate in seriazione decrescente evidenziano una curva di consistente dominanza di poche specie su tutte le altre che compongono la comunità ornitica (fig. 6).

È evidente la co-dominanza di due specie che da sole coprono circa il 50% degli individui osservati (piovanello pancianera 31,7% e gabbiano reale 18,2%). La struttura co-dominante dell'insieme delle ornitocenosi è data dalla presenza delle prime dieci specie più abbondanti (piovanello pancianera, gabbiano reale, gabbiano comune *Chroicocephalus ridibundus*, chiurlo maggiore *Numenius arquata*, pispola, pivieressa *Pluvialis squatarola*, storno *Sturnus vulgaris*, garzetta *Egretta garzetta*, migliarino di palude, cardellino *Carduelis carduelis*) che coprono più dell'ottanta per cento (82,2%) di tutti gli individui osservati (tab. 2). Per quanto concerne la frequenza di osservazione, le 10 specie più comuni (che risultano osservate in almeno 24 campagne) sono state gabbiano reale, garzetta, pispola, gabbiano comune, beccaccino *Gallinago gallinago*, chiurlo maggiore, cormorano *Phalacrocorax carbo*, piro piro piccolo *Actitis hypoleucos*, airone cenerino *Ardea cinerea*, cornacchia grigia *Corvus cornix*.

Le barene con i valori maggiori di abbondanza sono risultate Ravaggio 3 (6.827 indd.) e Detregani (5.692 indd.), che insieme costituiscono il 53% delle osservazioni. La più povera è risultata invece Campalto (1.689 indd.). Considerando l'estensione dei diversi siti la distribuzione degli individui è diversa da quella attesa (test del chi-quadro: $\chi_2=4892$, $P<0,001$, g.l.=5).

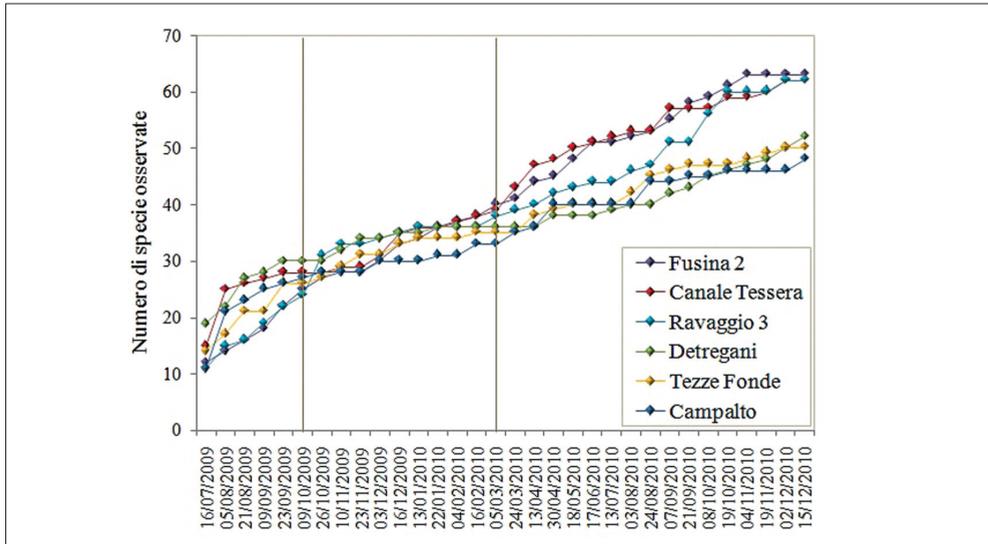


Fig. 8. Curve cumulative delle specie in funzione del numero di rilievi (nel caso di campagne svoltesi in due date, è riportata solo la prima) per i sei siti considerati.

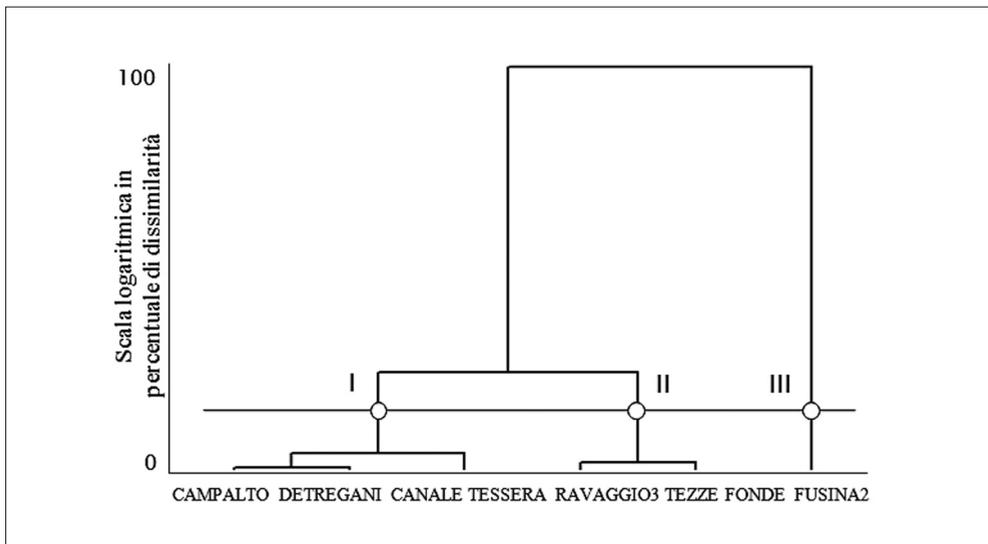


Fig. 9. Dendrogramma della classificazione gerarchica delle sei barene ottenuto mediante l'applicazione del legame Sum of Squares alla matrice dei coefficienti di distanza euclidea calcolati dai valori degli indici di diversità (Margalef, Simpson, Shannon-Weaver, Pielou) relativi alle sei barene.

In particolare, Campalto, Fusina 2 e Tezze Fonde hanno meno individui di quanto atteso in base alla sola superficie (circa il 50% in meno), mentre gli altri tre siti hanno valori maggiori (fino al 90% nel caso di Detregani).

L'analisi delle abbondanze specifiche relative alle sei barene indagate individua una diversificazione della struttura co-dominante con un gradiente di dominanza che scende dalle barene centrali (Detregani, Tezze Fonde, Ravaggio 3) alle barene localizzate più a nord (Campalto, Fusina 2 e Canale Tesserà). La dominanza a primo livello (rango 1) è data dal gabbiano comune per le barene più a nord e la barena Ravaggio 3, mentre il piovanello pancianera determina una maggior dominanza nelle barene Detregani e Tezze Fonde; a seguire al rango due le dominanze sono definite da differenti specie.

La relazione tra numero totale di individui rilevati e sforzo di campionamento (numero di rilievi $192 = 32$ campagne \times 6 barene) è stata analizzata mediante l'ordinamento diretto delle 101 specie in base al numero di individui conteggiati in funzione del numero di rilievi in cui la specie è stata osservata. Tutti i valori sono stati preliminarmente trasformati in logaritmo base 10 (fig. 7).

L'aumento del numero di individui osservati al crescere dello sforzo di campionamento viene evidenziato dalla significatività statistica del modello di regressione lineare applicato alle due variabili a confronto log-trasformate (F-test = 493,3, $df_1 = 1$, $df_2 = 99$, $P < 0,0001$). La relazione descritta dal modello di regressione lineare semplice, con equazione $y = 1,375x + 0,122$, può costituire un modello di riferimento per confrontare successive campagne di monitoraggio in ambiente lagunare, valutando indirettamente il numero di rilievi ottimale da effettuare e i macro cambiamenti negli anni del sistema lagunare analizzato.

La relazione tra la diversità specifica e lo sforzo di campionamento è stata analizzata mediante le curve cumulative delle specie (species accumulation curves, sample-based rarefaction) per ognuna delle sei barene osservate (fig. 8). L'andamento delle curve cumulative delle nuove specie osservate a ogni campagna successiva presenta un'area di rapida crescita, una successiva stabilità nel periodo ottobre-febbraio e una crescita più adeguata al modello teorico, che però non termina in un'area asintotica ben definita. Nella parte oltre il flesso le curve tendono a separarsi nelle barene con maggior numero di specie osservate (Fusina 2, Ravaggio 3, Canale Tesserà) e nell'insieme delle barene con valori massimi di diversità specifica inferiori (Campalto, Tezze Fonde, Detregani).

La stima degli indici di diversità (Margalef, Simpson, Shannon-Weaver, Pielou) è stata eseguita sulle matrici dei dati specie \times rilievi per ogni barena. Gli indici sono stati mediati sui 32 rilievi effettuati per ogni barena (tab. 3). I valori medi degli indici per barena evidenziano come Fusina 2 sia la barena che in generale si distingue da tutte le altre per maggiore ricchezza specifica (2,64 contro i valori di tutte le altre barene oscillanti fra 1,76 e 2,10) e diversità specifica (entropia, 1,80 contro valori fra 1,24 e 1,54), minore dominanza (0,27 contro valori fra 0,33 e 0,46) e maggiore equitabilità (0,43 contro valori fra 0,30 e 0,38).

La cluster analysis e l'analisi delle componenti principali sono state applicate ai dati di tabella 3. La classificazione individua tre gruppi di barene, in cui Fusina 2 si distingue nettamente dal gruppo Ravaggio 3/Tezze Fonde e dal gruppo Campalto/Canale Tesserà/Detregani (fig. 9).

Tab. 3. Numero di specie osservate e indici di diversità: valori medi per barena.

Barena	Numero di specie	Ricchezza specifica (Margalef)	Dominanza (Simpson)	Diversità specifica (Shannon)	Equitabilità (Pielou)
Campalto	48	1,91	0,33	1,48	0,38
Canale Tessera	62	2,10	0,34	1,54	0,37
Detregani	52	2,01	0,39	1,43	0,36
Fusina 2	63	2,64	0,27	1,80	0,43
Ravaggio 3	62	1,90	0,46	1,24	0,30
Tezze Fonde	50	1,76	0,40	1,31	0,33

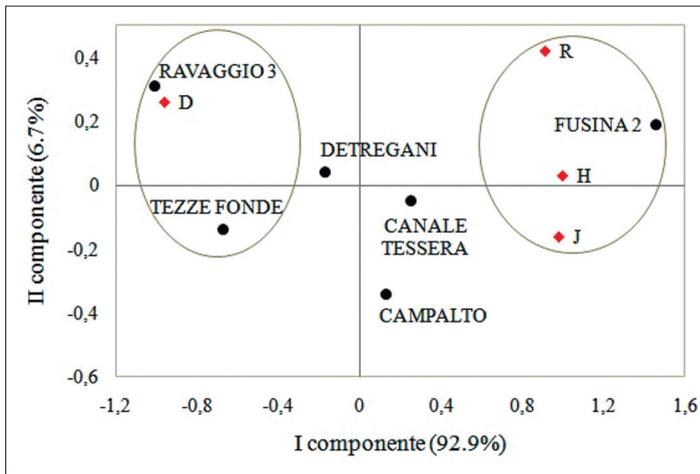


Fig. 10. Ordinamento simultaneo delle sei barene e degli indici di diversità, ottenuto dall'applicazione dell'analisi delle componenti principali (PCA) alla matrice degli indici di diversità. (●) Barene; (◆) Indici di diversità. Il primo asse spiega il 92,9% della variabilità totale, mentre il secondo asse il 6,7%. Legenda: R = indice di ricchezza di Margalef, D = indice di dominanza di Simpson, H = indice di diversità di Shannon-Weaver, J = indice di equitabilità di Pielou.

Questa struttura è particolarmente evidente nella PCA (fig. 10), in cui lungo l'asse *X* si denota un gradiente crescente di diversità, ricchezza ed equitabilità (verso destra) e di crescente dominanza (verso sinistra). Agli estremi dell'asse si localizzano Fusina 2 (alta diversità) e Ravaggio 3/Tezze Fonde (alta dominanza), con Campalto/Tessera/Detregani a valori intermedi. In sintesi, passando dal gruppo Ravaggio 3/Tezze Fonde al gruppo Campalto/Canale Tessera/Detregani a Fusina 2 si tende a un incremento di specie più equamente distribuite, considerando le medie su tutto il periodo di campionamento.

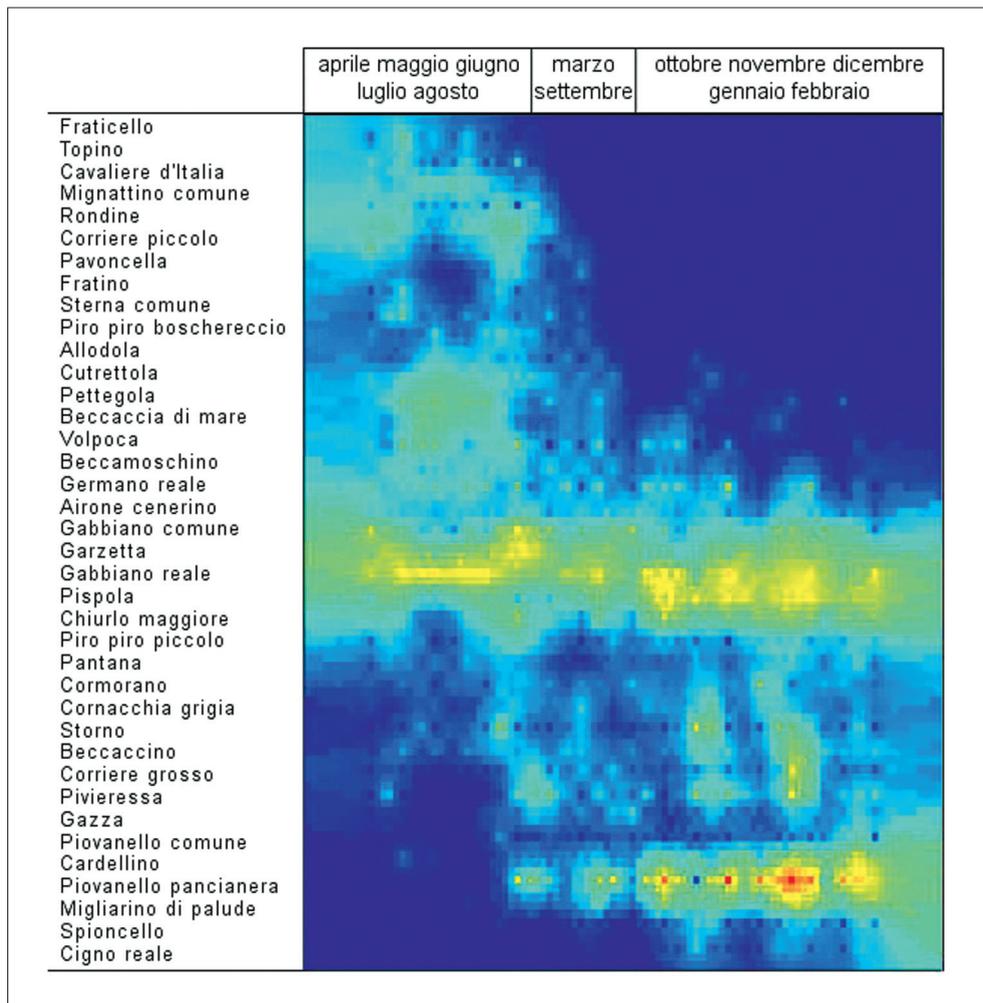


Fig. 11. Gridding map dei valori di abbondanza delle 38 specie più comuni per le 32 campagne. Valori di abbondanza ($\log+1$) trasformati (rosso = massima abbondanza; blu = assenza di individui).

L'andamento degli indici nel corso delle campagne mette in evidenza come in quasi tutti i siti si abbia un forte calo di diversità specifica intorno a ottobre-novembre 2009 (5^a-8^a campagna) e gennaio-febbraio 2010 (12^a-14^a campagna), in alcuni casi con livelli di diversità pari a 0 e di dominanza pari a 1 (una sola specie presente, es. a Tezze Fonde e Detregani). Questo non si verifica a Fusina 2, dove da fine inverno 2010 (15^a campagna) la diversità tende ad aumentare e a tenersi mediamente più alta che nelle altre barene, al di là di oscillazioni periodiche.

La relazione tra la presenza delle singole specie nei vari periodi dell'anno è stata analizzata mediante una gridding map (fig. 11). Leggendo la mappa dall'alto verso in basso si possono osservare una decina di specie presenti solo nel periodo primaverile-estivo (marzo, aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre), un insieme di specie presenti in ogni mese dell'anno e un ulteriore gruppo che tendenzialmente è stato osservato nei periodi autunno-invernali (ottobre, novembre, dicembre, febbraio). I valori più alti di abbondanza di individui presenti in un rilievo (area in rosso) sono espressi da alcune specie nei mesi invernali (piovanello pancianera, migliarino di palude, cardellino).

Abbondanza e fenologia delle specie osservate

L'analisi dei risultati complessivi per i sei siti evidenzia come tra i gruppi ecologico-funzionali individuati, le anatre di superficie siano prossime al 4% del totale degli individui; fra di esse, le specie più abbondanti sono risultate il germano reale *Anas platyrhynchos* (583 ind., 2,5%) e la volpoca *Tadorna tadorna* (293 ind., 1,3%), entrambe osservate in sosta, in alimentazione o nidificanti. Un canale interno della barena Canale Tessera è risultato regolarmente utilizzato dal germano reale, con un massimo di 150 individui, per gran parte dell'anno. Tra i cormorani (177 ind., 0,75%), modesta la presenza del cormorano, mentre il marangone minore *Phalacrocorax pygmeus* è stato osservato nel complesso di barene Ravaggio 3, Detregani e Tezze Fonde, dove con marea medio-alta utilizza i chiari per la ricerca trofica.

Molto più rappresentati sono gli aironi (788 ind., 3,4%), in cui domina la garzetta (711 ind., 3,0%), seguita dall'airone cenerino (57 ind., 0,2%). La prima specie frequenta regolarmente e in misura notevole (fino a 75 ind.) la barena di Canale Tessera, sia per la sosta sia per l'alimentazione. L'unica osservazione di una specie finora piuttosto rara in laguna di Venezia quale l'ibis sacro *Threskiornis aethiopicus* (barena Detregani, 21 settembre 2010) è da correlarsi all'utilizzo quale area di sosta e alimentazione della vicina Cassa di Colmata D/E.

I rapaci diurni e notturni costituiscono lo 0,3% del totale, con 73 individui; di questi, la maggior parte era costituita da falchi di palude *Circus aeruginosus* (22 ind., 0,1%), poiane *Buteo buteo* (19 ind., 0,1%) e albanelle reali *Circus cyaneus* (11 ind., <0,1%). Il 13 gennaio 2010 almeno due esemplari diversi di questa rara specie sorvolavano ripetutamente i siti di indagine. L'unico Strigiforme osservato è il gufo di palude *Asio flammeus*, contattato tre volte (in aprile, settembre e dicembre) nei siti di Canale Tessera e Tezze Fonde.

I limicoli costituiscono il gruppo più numeroso (11.109 ind., 47,5%); tra di essi, le tre specie più abbondanti sono risultate il piovanello pancianera (7.417 ind., 31,7%), il chiurlo maggiore (1.174 ind., 5%) e la pivieressa (909 ind., 3,9%). Le osservazioni della prima specie si riferiscono quasi esclusivamente a tre barene (Detregani, Ravaggio 3 e Tezze Fonde) che vengono regolarmente utilizzate per l'alimentazione e, secondariamente, per la sosta; il conteggio massimo si riferisce al 22 gennaio 2010, con 1.200 ind. presso la barena Detregani. Del tutto simile la preferenza dimostrata per gli stessi tre siti dal chiurlo maggiore; il censimento più elevato è del 24 agosto 2010, con 193 ind. in alimentazione presso la barena Tezze Fonde. Anche la pivieressa è stata osservata solo nei tre siti prima citati, con un massimo di 423 ind. il 2 dicembre 2010 presso la barena Ravaggio

3. Tra le altre specie di limicoli appare interessante la costante presenza del beccaccino (234 indd., 1%), osservato in gran parte delle campagne e in tutti i sei siti; la specie è stata prevalentemente contattata nelle aree a vegetazione alofila con ristagno d'acqua e ai margini dei chiari.

Tra i Laridi e Sternidi nettamente dominante è risultato il gabbiano reale (4.269 indd., 18,2%), osservato in tutti i siti, generalmente utilizzati per la sosta lungo le palificate di contenimento. Analogo utilizzo è operato dal gabbiano comune (1.568 indd., 6,7%) seconda specie per abbondanza. Fraticello *Sternula albifrons* (77 indd., 0,3%) e mignattino comune *Chlidonias niger* (stessi valori) frequentano i siti sia per la sosta che per la ricerca del cibo, che avviene nei chiari.

I "planctofagi aerei" complessivamente assommano a 339 indd. (1,5%); la specie più abbondante è risultata la rondine *Hirundo rustica* (243 indd., 1%), censita in tutti i siti tra aprile e settembre. Le osservazioni di gruccione *Merops apiaster* (22 indd., 0,1%) sono concentrate tra metà giugno e inizio settembre, mentre quelle di topino *Riparia riparia* (44 indd., 0,2%) sono ristrette al periodo fine luglio-fine agosto.

Tra i Passeriformi di zone umide la specie più abbondante è risultata la pispola (987 indd., 4,2%), seguita da migliarino di palude (686 indd., 2,9%), cutrettola (153 indd., 0,7%) e beccamoschino *Cisticola juncidis* (85 indd., 0,4%). La pispola è stata osservata per gran parte dell'anno in tutti i sei siti, mentre il migliarino di palude è stato contattato solo da fine luglio a metà marzo. La cutrettola è stata osservata ovunque nel periodo aprile-ottobre; il beccamoschino era presente in quasi tutti i siti e per gran parte dell'anno.

Infine, tra gli altri Passeriformi la specie più abbondante è risultata lo storno (874 indd., 3,7%), seguita da cardellino (648 indd., 2,8%) e cornacchia grigia (125 indd., 0,5%). L'abbondanza dello storno è dovuta in gran parte a quattro osservazioni effettuate tra agosto e novembre; le maggiori concentrazioni di cardellino si sono osservate a Campalto e Canale Tessera, dove utilizza a fini trofici le fitte praterie ad *Aster tripolium* lì presenti. Tra le specie meno abbondanti, limitato ai siti di Canale Tessera e Fusina 2 e solo tra fine marzo e fine agosto, è risultato invece lo strillozzo *Emberiza calandra* (17, 0,1%); le poche osservazioni di cappelliccia *Galerida cristata* (4 indd., <0,1%) sono state tutte effettuate a Fusina 2.

Le specie nidificanti

Complessivamente sono state rilevate 15 specie nidificanti, con valori minimi per la barena Detregani (3 spp.) e massimi per le barene Canale Tessera e Ravaggio 3 (10 spp.; tab. 4). Come per altre caratteristiche sopra considerate, anche per la nidificazione le barene ricostituite studiate si possono suddividere in gruppi: 1) quello delle barene ricostituite morfologicamente più simili a barene naturali (è il caso di Detregani, Tezze Fonde, Campalto) con un numero minore di coppie nidificanti, quasi esclusivamente appartenenti a specie prettamente acquatiche; 2) quelle che presentano invece un mosaico più articolato di habitat, ove nidifica un numero maggiore di coppie e di specie, tra cui anche alcuni Passeriformi. Nel complesso la specie più abbondante è il gabbiano reale, concentrato quasi esclusivamente a Ravaggio 3; cavaliere d'Italia *Himantopus himantopus*, cutrettola e pettegola *Tringa totanus* sono invece le specie più diffuse, avendo nidificato in tutti i siti.

Tab. 4. Densità osservata, espressa come numero coppie/10 ha, nei siti di indagine; tra parentesi il numero di coppie censito.

	Campalto	Canale Tessera	Detregani	Fusina 2	Ravaggio 3	Tezze Fonde	Media	±1 S.E.
Volpoca	0,00	1,05 (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,18
Germano reale	2,92 (2)	4,21 (4)	0,00	0,75 (1)	1,37 (2)	1,62 (2)	1,81	0,62
Beccaccia di mare	1,46 (1)	1,05 (1)	0,00	0,00	0,69 (1)	0,81 (1)	0,67	0,24
Cavaliere d'Italia	2,92 (2)	10,54 (10)	3,61 (3)	1,49 (2)	1,37 (2)	0,81 (1)	3,46	0,27
Avocetta	1,46 (1)	1,05 (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	1,48
Fratino	0,00	0	0	0,75 (1)	0	0	0,12	0,12
Pettegola	2,92 (2)	5,27 (5)	6,02 (5)	0,75 (1)	0,69 (1)	2,44 (3)	3,01	0,91
Gabbiano reale	0,00	0,00	0,00	0,00	75,39 (110)	7,31 (9)	13,78	12,38
Cappellaccia	0,00	0,00	0,00	0,75 (1)	0,00	0,00	0,12	0,12
Allodola	0,00	1,05 (1)	0,00	1,49 (2)	1,37 (2)	0,81 (1)	0,79	0,27
Cutrettola	1,46 (1)	3,16 (3)	2,41 (2)	2,24 (3)	4,11 (6)	3,25 (4)	2,77	0,38
Saltimpalo	1,46 (1)	0,00	0,00	0,00	0,69 (1)	0,00	0,36	0,25
Beccamoschino	0,00	3,16 (3)	0,00	1,49 (2)	1,37 (2)	0,00	1,00	0,52
Cardellino	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69 (1)	0,00	0,11	0,11
Strillozzo	0,00	1,05 (1)	0,00	1,49 (2)	0,00	0,00	0,42	0,27
Totale	14,58 (10)	31,61 (30)	12,03 (10)	11,19 (15)	87,73 (128)	17,06 (21)	29,03	12,13

Numero di coppie e di specie presenti in un sito sono risultati correlati positivamente, ma non significativamente (Spearman rank correlation test: $P > 0,05$), con l'estensione totale dei siti o con l'indice di diversità di Shannon calcolato per gli habitat di tabella 1.

Le densità di coppie nidificanti (esprese come cp/10 ha di superficie totale di ciascun sito) sono risultate comprese tra 14,5 e 31,6 cp/10 ha, con la rilevante eccezione di Ravaggio 3, dove i valori sono marcatamente più alti a causa della presenza della colonia di gabbiano reale (tab. 4). I valori maggiori di densità per germano reale, cavaliere d'Italia e beccamoschino si rilevano a Canale Tessera; per beccaccia di mare *Haematopus ostralegus* e saltimpalo *Saxicola torquatus* a Campalto; per pettegola a Detregani e per strillozzo e allodola *Alauda arvensis* a Fusina 2.

Se le popolazioni di acquatici nidificanti in tutte le barene ricostituite lagunari sono regolarmente censite da alcuni anni, non è stata rivolta pari attenzione ai Passeriformi. Con i valori di coppie riproduttive ottenuti nel corso di questo monitoraggio è possibile stimare il numero di coppie di alcuni dei Passeriformi che nidificano in tutte le barene ricostituite attualmente presenti in laguna: allodola 76 coppie ($\pm 51,2$, intervallo di confidenza del 95%); beccamoschino 97 ($\pm 99,2$), cappellaccia 12 (± 23), cutrettola 267 (± 72), strillozzo 41 (± 52).

CONCLUSIONI

I risultati acquisiti nel corso di questo monitoraggio confermano per le barene ricostituite la presenza di una ricchezza specifica di assoluto rilievo, se confrontata con le 64 specie censite nel 1994-1995 in ambienti molto simili a quelli qui studiati (MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, 1995); con le 43 specie acquatiche osservate al Bacàn nel corso di quattro anni (MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, 2010) o con le 116 specie osservate presso Passo Campalto, in un periodo molto più lungo (BON et al., 2010). Valori maggiori (circa 140 specie) sono stati invece rilevati in un'area adiacente la laguna ma con caratteristiche molto diverse da quelle degli ambienti qui considerati, quale il parco di San Giuliano (STIVAL, 2011).

Sotto il profilo conservazionistico l'analisi delle presenze indica che 29 delle specie osservate (circa il 29% del totale) rientrano nell'all. I della Direttiva 147/2009 "Uccelli". Sono complessivamente 34 (circa il 33%) le specie che figurano nella Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (BULGARINI et al., 1998) con lo status di "specie in pericolo in modo critico", "in pericolo", "vulnerabile" e "a più basso rischio". Due delle specie osservate sono SPEC 1 (Species of European Conservation Concern; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004); tra queste il marangone minore è risultato un utilizzatore abituale dei siti indagati. Otto sono le SPEC 2: chiurlo maggiore e pettegola sono tra le specie più caratterizzanti le barene ricostituite, mentre lo strillozzo è raro in tutto il comprensorio lagunare. Infine 26 specie, risultate abbondanti e/o comuni nelle sei barene ricostituite, sono SPEC 3: tra queste vi sono piovanello pancianera, beccaccino, fratino *Charadrius alexandrinus*, piro piro piccolo, piro piro boschereccio *Tringa glareola*.

Di sicuro interesse l'accertamento della presenza non solo di specie di interesse conservazionistico già note per le barene ricostituite lagunari ma anche di altre mai segnalate sinora, quali il gufo di palude, il pendolino *Remiz pendulinus* e il pettazzurro *Luscinia svecica*. Pur non dovendosi attribuire eccessiva importanza alle specie rare o rarissime, che spesso non contribuiscono a caratterizzare gli ambienti studiati, è probabile che le barene ricostituite studiate siano regolarmente utilizzate da un ridotto numero di individui di queste rare specie. La ripetizione del monitoraggio in altri siti di neoformazione potrebbe accertare altre presenze di rilevante valore.

I parametri di abbondanza e diversità rilevati nel complesso delle barene studiate sono tipici di ambienti lagunari, con poche specie dominanti e numerose presenti con pochi o pochissimi esemplari. In termini quantitativi, oltre a gabbiano comune e gabbiano reale, è da rilevare l'elevata presenza di piovanello pancianera, chiurlo maggiore e pivieressa. I censimenti svolti nei sei siti di indagine indicano come una frazione pari ad almeno il 5% della popolazione di queste tre specie svernanti nella laguna di Venezia (si veda BASSO & BON, 2010 per i risultati dei censimenti del 2010) abbia utilizzato regolarmente per l'alimentazione i chiari e le "velme interne" delle sei barene ricostituite. Grazie alla loro quota, superiore a quella delle velme lagunari, queste superfici interne alle barene ricostituite rappresentano siti idonei di alimentazione fintantoché le velme lagunari restano sommerse. Le osservazioni di campo dimostrano l'elevata importanza che le barene ricostituite della laguna di Venezia per la loro varietà di micro-habitat hanno raggiunto non solo per la nidificazione (come verificato già da tempo: BON & SCARTON, 2009; SCARTON et al., 2009) o come posatoio

durante le alte maree (si vedano risultati in CAMPOMORI, 2008 e MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, 2010) ma anche come sito di alimentazione per diversi limicoli, soprattutto nel periodo invernale.

Le analisi condotte hanno separato con buona evidenza un gruppo di barene che si presentano molto simili per quota e vegetazione a quelle naturali (Detregani, Tezze Fonde, Campalto) e un altro (Canale Tessera, Fusina 2 e Ravaggio 3) di siti che presentano una compenetrazione di diversi aspetti vegetazionali e morfologici. Nelle prime l'avifauna è meno ricca in termini qualitativi, si presenta nettamente dominata dalle specie acquatiche, alcune delle quali molto abbondanti; nelle seconde la ricchezza specifica aumenta, grazie soprattutto all'elevata abbondanza di Passeriformi e di altre specie non strettamente acquatiche.

Infine, sotto il profilo del metodo un risultato non secondario del monitoraggio è stato anche quello di verificare la bontà di alcuni assunti di base, quali ad esempio la frequenza quindicinale delle visite e la durata estesa a 18 mesi. Nel primo caso si è osservato come due visite al mese siano sufficienti per osservare un numero decisamente elevato di specie, comprese quelle rare su tutto il territorio lagunare. Frequenze maggiori, ad esempio settimanali, sono probabilmente di difficile attuazione in siti numerosi e il cui controllo presenta ben note difficoltà logistiche (scarsa o quasi impossibile accessibilità durante le basse maree più accentuate; nebbia o pioggia frequente in diversi periodi dell'anno ecc.). Ai fini di piena confrontabilità con i rimanenti periodi dell'anno, appare consigliabile mantenere tuttavia la frequenza quindicinale anche durante la stagione della nidificazione. L'assenza di un asintoto ben definito nel numero di specie osservate induce a ritenere che un arco temporale superiore a quello qui considerato, probabilmente due anni, sarebbe stato necessario per ottenere una maggior stabilità nel numero di specie. Questo risultato appare di particolare interesse per l'eventuale futura applicazione di simili modelli di monitoraggio ornitologico in altre barene ricostituite della laguna di Venezia; un solo anno di osservazioni sottostima notevolmente il numero di specie che prevedibilmente utilizzano questi siti di neoformazione.

RINGRAZIAMENTI

Il monitoraggio è stato condotto nell'ambito dello "Studio C.1.10. Valutazione degli habitat ricostruiti nell'ambito degli interventi di recupero morfologico". Lo studio è stato eseguito per conto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato alle Acque di Venezia, tramite il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, che ha cortesemente permesso la pubblicazione di parte dei risultati. Claudia Cerasuolo e Francesca Turco (CVN) hanno collaborato alla gestione dell'intero Studio; Piero Nascimbeni (CVN) e Marco Trevisan hanno condiviso le visite ai siti di indagine. I colleghi Simone Beda, Paolo Bertoldo ed Emiliano Checchin sono stati di fondamentale aiuto per l'effettuazione delle uscite in campo.

Bibliografia

- ATKINSON P.W., CROOKS S., GRANT A., REHLFISH M., 2001. The success of creation and restoration schemes in producing intertidal habitat suitable for waterbirds. *English Nature Research Reports*, no. 425, 166 pp.
- BASCIUTTI P., MAGOGA L., PANZARIN F., 2005. Attività di inanellamento presso l'oasi di protezione faunistica "Forte Tron" (Mestre, Venezia). In: Bon M., Dal Lago A., Fracasso G. (red.), Atti 4° Convegno Faunisti Veneti. *Natura Vicentina*, 7: 193-196.
- BASSO M., BON M. 2010. Censimento degli uccelli acquatici svernanti in provincia di Venezia. Gennaio 2010. Provincia di Venezia. Relazione non pubblicata.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK. *BirdLife Conservation Series* no. 12.
- BON M., SCARTON F., 2009. Vertebrati terrestri. In: Minelli A. (ed.), Lagune ed estuari. Quaderni Habitat. *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Museo Friulano di Storia Naturale di Udine*: 113-133.
- BON M., SEMENZATO M., STIVAL E., 2010. I vertebrati della palude salmastra e dell'ambiente fluviale di Campalto. In: Sartori P. (ed.), La laguna del Passo Campalto. La Salsola, WWF, Comune di Venezia. *Arcari Industria Grafica*, Mogliano Veneto (TV): 83-91.
- BROWER J.C., KILE K.M., 1988. Seriation of an original data matrix as applied to palaeoecology. *Lethaia*, 21: 79-93.
- BULGARINI F., CALVARIO E., FRATICELLI F., PETRETTI F., SARROCCO S. (eds.), 1998. Libro Rosso Degli Animali d'Italia - Vertebrati. WWF Italia, Roma.
- CAMPOMORI C., 2008. Analisi dei movimenti spaziotemporali di uccelli acquatici svernanti nelle zone umide dell'alto adriatico. anno accademico 2007/2008. Università degli studi di Trieste. XXI ciclo di dottorato in metodologie di biomonitoraggio dell'alterazione ambientale. 160 pp.
- CASTELLI S., s.d. Censimento ornitologico - Oasi LIPU - Ca' Roman. Anno 2007. LIPU-Comune di Venezia. Rapporto inedito.
- CECCONI G., 2005. Morphological restoration techniques. In: Fletcher C.A., Spencer T. (eds.), Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon: State of Knowledge. *Cambridge University Press*, Cambridge (UK): 461-472.
- CECCONI G., 2008. Il risanamento idro-morfologico della laguna di Venezia. Atti della XXVI Giornata dell'Ambiente, Accademia dei Lincei, Roma.
- ERWIN R.M., ALLEN D.H., JENKINS D., 2003. Created versus natural coastal islands: Atlantic waterbird populations, habitat choices, and management implications. *Estuaries*, 26: 949-955.
- FASOLA M., RUBOLINI D., MERLI E., BONCOMPAGNI E., BRESSAN U., 2010. Long-term trends of heron and egret populations in Italy, and the effects of climate, human-induced mortality, and habitat on population dynamics. *Population Ecology*, 52: 59-72.
- FRACASSO G., BACCETTI N., SERRA L., 2009. La lista CISO-COI degli Uccelli italiani. Parte prima: liste A, B e C. *Avocetta*, 33: 5-24.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9 pp. Web: <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- KNUTSON M.G., RICHARDSON W.B., REINEKE D.M., GRAY B.R., PARMELEE J.R., WEICK S.E., 2004. Agricultural ponds support amphibian populations. *Ecological Applications*, 14 (3): 669-684.
- LAMBSHEAD P.J.D., PLATT H.M., SHAW K.M., 1983. The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. *Journal of Natural History*, 17: 859-874.
- MA Z., LI B., ZHAO B., PING K., TANG S., CHEN J., 2004. Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds? A case study on Chongming Island, China. *Biodiversity and Conservation*, 13: 333-350.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, 1995. Interventi morfologici per la vivificazione delle zone interne della laguna - Valle Millecampi. Indagini per interventi a favore dell'avifauna nidificante nelle barene della Laguna di Venezia. Rapporto finale. Esecutore: Natura. Rapporto inedito.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, 2010. Studio B.6.72 B/5. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Avifauna. Rapporto Finale. Esecutore: CORILA. Rapporto inedito.
- MARGALEF R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3: 36-71.
- MCKINSTRY M.C., ANDERSON S.H., 2002. Creating wetlands for waterfowl in Wyoming. *Ecological Engineering*, 18: 293-304.
- MÚRIAS T., CABRAL J.A., LOPES R., MARQUES J.C., GOSS-CUSTARD J. 2002. Use of traditional salines by waders in the Mondego estuary (Portugal): a conservation perspective. *Ardeola*, 49: 223-240.
- PARNELL J.F., AINLEY D.G., BLOKPOEL H., CAIN B., CUSTER P.W., DUSI J.L., KRESS S., KUSHAN J.A., SOUTHERN W.E., STENZEL L.E., THOMPSON B.C., 1988. Colonial waterbird management in North America. *Colonial Waterbirds*, 11: 129-169.

- PIELOU E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- SANTOUL F., FIGUEROLA J., GREEN A.J., 2004. Importance of gravel pits for the conservation of waterbirds in the Garonne river floodplain (southwest France). *Biodiversity Conservation*, 13: 12-31.
- SCARTON F., 2005. Breeding Birds and Vegetation Monitoring in Recreated Salt Marshes of the Venice Lagoon. In: Fletcher C.A., Spencer T. (eds.), *Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon: State of Knowledge*. Cambridge University Press, Cambridge (UK): 573-579.
- SCARTON F., 2008. Population Trend, Colony Size and Distribution of Little Terns in the Lagoon of Venice (Italy) between 1989 and 2003. *Waterbirds*, 31: 35-41.
- SCARTON F., 2010. Long term decline of a Common Tern (*Sterna hirundo*) population nesting in salt marshes in Venice lagoon, Italy. *Wetlands*, 30: 1153-1159.
- SCARTON F., VALLE R., 1999. The use of dredge island by birds in northern Adriatic lagoons. *Avocetta*, 23: 75.
- SCARTON F., BALDIN M., VALLE R., 2009. L'avifauna acquatica nidificante nelle barene artificiali della laguna di Venezia. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, 60: 127-141.
- SCARTON F., BORELLA S., BORGONI N., RICHARD J., SEMENZATO M., 1995. Interventi sperimentali per favorire la nidificazione di larolimicoli su barene artificiali in laguna di Venezia. *Avocetta*, 19: 26.
- SCARTON F., CECCONI G., VALLE R. in stampa. Monitoring and management of breeding populations of Kentish Plovers at dredge islands. Examples from the lagoon of Venice (Italy). *Hydrobiologia*.
- SHANNON C.E., WEAVER W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. *Urbana, University of Illinois Press*.
- SIMPSON E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- STIVAL E., 2011. L'avifauna del parco di San Giuliano. In: Bon M., Scarton F., Mezzavilla F. (eds.), *Atti 6° Convegno Faunisti Veneti, Boll. Mus. St. Nat. Venezia*, suppl. al vol. 61: 180-184.
- TIEZZI E., CECCONI G., MARCHETTINI N., 2010. Confined Ontic Open Systems. *Int. J. of Design & Nature and Ecodynamics*, 5: 3-9.
- TOURENQ C., BENNETS R.E., KOWALSKI H., VIALET E., LICCHESI J.-L., KAYSER Y., ISENMANN P., 2001. Are rice fields a good alternative to natural marshes for waterbird communities in the Camargue, southern France? *Biological Conservation*, 100: 335-343.
- VALLE R., RUSTICALI R., SCARTON F., 1998. Nidificazione di Beccaccia di mare *Haematopus ostralegus* su isole artificiali della laguna di Caleri. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, 23: 43-48.

Indirizzi degli autori:

Francesco Scarton, Marco Baldin - SELC soc. coop.,
Via dell'Elettricità 3/d, I-30175 Marghera (VE), Italia;
scarton@selc.it

Marco Montanari - Ecologia Quantitativa SISSAD
snc, via Colombo 5, I-34144 Trieste, Italia;
numerinaturali@alice.it

Giovanni Cecconi - Thetis SpA, Castello 2737/f,
I-30122 Venezia, Italia; giovanni.cecconi@thetis.it
Laura Dal Monte - Consorzio Venezia Nuova, Servizio
Progettazione Opere alle Bocche, Palazzo Morosini,
San Marco 2803, I-30124 Venezia, Italia;
laura.dalmonate@consorziovenezianuova.com