

Gli stagni artificiali per la canapa (“maceri”) nel paesaggio ferrarese

CARLA CORAZZA

*Stazione di Ecologia, Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, Largo F. Vancini 2, 44121 Ferrara
Email: c.corazza@comune.fe.it*

FLAVIA RAGOSTA

Stazione di Ecologia, Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, Largo F. Vancini 2, 44121 Ferrara

RIASSUNTO

Il lavoro aggiorna il censimento degli stagni per la macerazione della canapa tessile realizzato da Provincia e Museo di Storia Naturale di Ferrara nel 2004-2008. L'aggiornamento si è basato su cartografia digitale e foto aeree liberamente disponibili online. Inoltre, vengono presi in considerazione due parametri che descrivono i maceri da un punto di vista paesaggistico: il parametro γ_1 , che descrive la compattezza geometrica degli stagni e quindi il grado di esposizione della zona centrale dei bacini rispetto alla matrice ambientale circostante, e la connessione spaziale dei bacini fra di loro e rispetto ai principali corpi idrici di altro tipo. È emerso che nel censimento 2004-2008 il numero di bacini esistenti è stato sottostimato del 27%: al momento attuale sono più di 1900. Rimane incerta l'attribuzione di diversi specchi d'acqua ora utilizzati per l'allevamento ittico. Nel periodo 2004-2019 sono stati chiusi 87 stagni. Il tasso di chiusura provinciale è di 5,8 maceri/anno. Il comune capoluogo, che risente di maggiori pressioni antropiche, ha visto la chiusura di 2,3 maceri/anno. Nel 23% dei casi il parametro γ_1 è risultato vicino al valore previsto per il cerchio, indicando maceri di forma estremamente compatta, mentre si è mantenuto al di sotto del valore soglia di 0,031 per l'8% dei bacini, indicando che questi ultimi sono ormai dei fossati lunghi e stretti. Solamente 4 maceri sono risultati privi di connessioni spaziali con altri corpi idrici. Il volume di acqua complessivamente raccolto da questi bacini può raggiungere i 3,7 milioni di metri cubi. Il lavoro permetterà di definire strategie per la conservazione di questi importanti ecosistemi. La mappa è disponibile su richiesta al link https://www.researchgate.net/publication/344743075_remainingpondscorazzaragosta2020simple.

Parole chiave: stagni per la canapa, Ferrara, paesaggio, connessione, connettività.

ABSTRACT

The artificial ponds for hemp (“maceri”) in the Ferrara landscape

The paper updates the census of ponds for textile hemp carried out by Province and Museum of Natural History of Ferrara (Italy) in 2004-2008. The update was based on digital cartography and aerial photos freely available online. In addition, two parameters are taken into account that describe the ponds from a landscape point of view: parameter γ_1 , which describes the geometric compactness of the ponds and therefore the degree of exposure of the central area of the basins with respect to the surrounding environmental matrix, and the spatial connection of the basins between them and with respect to the main water bodies of other types. It emerged that, in the 2004-2008 census, the number of existing basins was underestimated by 27%: at the moment there are more than 1900 ponds. The attribution of different bodies of water now used for fish farming remains uncertain. In the period 2004-2019, 87 ponds were closed. The provincial closure rate is 5.8 ponds / year. The province capital municipality, which suffers from greater anthropic pressure, saw the closure of 2.3 ponds / year. In 23% of cases the parameter γ_1 resulted close to the value expected for the circle, indicating extremely compact shapes, while it remained below the threshold value of 0.031 for 8% of the basins, indicating that the latter are now long and narrow ditches. Only 4 ponds were found to lack spatial connections with other water bodies. The total volume of water collected by these basins can reach 3.7 million cubic meters. The work will allow to define future invertebrate sampling strategies and new plans for the conservation of these important ecosystems.

The map is available on demand at https://www.researchgate.net/publication/344743075_remainingpondscorazzaragosta2020simple.

Key words: Ponds, Hemp, Ferrara, Landscape, Connection, Connectivity.

INTRODUZIONE

I ricercatori che si occupano di conservazione della natura talvolta affrontano il cosiddetto “SLOSS debate” (OVASKAINEN, 2002), che mette a confronto la capacità di conservazione della biodiversità di poche grandi riserve naturali (SL, “single large”) con quella di tante piccole macchie di naturalità (SS, “several small”). Per molto tempo si ebbe la tendenza ad attribuire un valore ecologico inferiore alle chiazze di naturalità piccole e isolate (WINTLE *et al.*, 2019), dando priorità di conservazione agli ambienti di grandi dimensioni strutturalmente compatti. La convinzione derivava dall’applicazione della teoria biogeografica delle isole (MAC ARTUR & WILSON, 1967) ai lembi di naturalità sopravvissuti all’antropizzazione, anche in ambiente terrestre. I pionieri di questi studi (DIAMOND, 1975; MAY, 1975) discutevano gli effetti della frammentazione di grandi aree naturali in porzioni più piccole. La frammentazione ha conseguenze tali da poter determinare perfino l’estinzione locale delle specie, attraverso i vortici di estinzione legati all’isolamento genetico delle piccole popolazioni (KREBS, 2009).

Tuttavia, presto emersero risultati conflittuali sull’efficacia della trasposizione della teoria delle isole nella progettazione di riserve naturali (HIGGS, 1981). Poco anni dopo, si trovò che un insieme di molte piccole isole può ospitare un numero maggiore di specie rispetto a una sola grande isola di superficie comparabile (QUINN & HARRISON, 1988): questo perché aumenta la probabilità di avere maggior eterogeneità ambientale da tante piccole chiazze rispetto ad una sola di grandi dimensioni, oppure si ha maggiore rappresentatività delle componenti ambientali in un paesaggio conservando tante piccole chiazze. Studi molto più recenti hanno posto in evidenza l’importanza delle piccole chiazze di habitat naturali per la biodiversità (WINTLE *et al.*, 2019). Più in generale, si riconosce ormai che sono necessari singoli frammenti grandi e molti piccoli per promuovere la biodiversità a livello di paesaggio, a seconda dei target conservazionistici (RÖSCH *et al.*, 2015): ad esempio, la tutela di singole specie con largo home-range porta a privilegiare la scelta verso poche grandi aree, mentre il focus su ricchezza di specie e incremento di eterogeneità comporta la necessità di tutelare tante piccole aree.

Gli stagni sono ambienti d’acqua dolce di piccole dimensioni, naturali o artificiali, che in alcuni paesaggi possono essere molto numerosi.

Non è facile dare una definizione universalmente valida di stagno (EPCN, 2008), poiché le loro dimensioni e la loro profondità possono variare, così come il loro grado di inondazione. Secondo CEREGHINO *et al.* (2008) gli stagni sono tutti i bacini ad acqua ferma, permanenti o temporanei, con superficie variabile da 1 m² a 5 ha ma, secondo il Freshwater Trust britannico, la superficie degli stagni non supera 2.5 ha (<https://freshwaterhabitats.org.uk/habitats/pond/>). In aggiunta, la convenzione di Ramsar (1971) considera zone umide “le paludi e gli acquitrini, le torbe oppure i bacini, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra, o salata, ivi comprese le distese di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non supera i sei metri” e non fa riferimento all’estensione superficiale.

In sintesi, ci siamo attenuti ad una definizione di “stagno” che indica qualsiasi ambiente di acqua stagnante dolce o salmastra, permanente o temporaneo, poco profondo, in cui, all’opposto dei laghi, la stratificazione termica è limitata, non si sviluppano correnti importanti e il rimescolamento della colonna d’acqua dipende più dalle differenze di temperatura che dall’azione del vento (BRÖNMARK & HANSSON, 1998; STOCH, 2005). La loro superficie è inferiore a 5 ha.

Diversi studi condotti in paesaggi agrari di tre diverse regioni biogeografiche europee (atlantica, continentale e mediterranea) hanno dimostrato che gli stagni possono ospitare complessivamente una porzione significativa della biodiversità vegetale e dei macroinvertebrati, spesso fornendo rifugio ad un numero elevato di specie rare, endemiche o inserite nelle liste rosse (CÉREGHINO *et al.*, 2008; DAVIES *et al.*, 2008a, 2008b). In un paesaggio agricolo, la biodiversità accolta da un insieme di piccole acque è sproporzionalmente più grande di quella ospitata da un unico ecosistema acquatico di pari estensione (DAVIES *et al.*, 2008a). In particolare, DAVIES *et al.* (2008b) hanno trovato che, a livello di singolo sito (alpha-diversità), i fiumi erano i corpi idrici più ricchi di specie ma, a livello regionale (gamma-diversità), la maggiore ricchezza specifica si trovava negli stagni. Questi ultimi hanno fatto registrare anche valori più elevati di un indice per la stima della rarità delle specie.

Nel paesaggio agrario della Pianura Padana orientale esistono degli stagni estremamente caratterizzanti: si tratta dei maceri, cioè i bacini artificiali d’acqua dolce che in passato venivano utilizzati per la lavorazione della canapa tessile (SESTINI, 1873). All’inizio del XX secolo, Ferrara era la provincia italiana che produceva più canapa e, nel mondo, era seconda soltanto alla Russia (SITTI *et al.*, 2004). All’apice della produzione, nella provincia ferrarese erano presenti circa 10.000 maceri (FERRARI *et al.*, 1979). La coltivazione della canapa venne completamente abbandonata nella seconda metà del XX secolo e i maceri vennero in gran parte chiusi, cioè riempiti di terreno per recuperare superficie coltivabile o consentire espansioni urbanistiche (talvolta usati come discariche). Il loro numero era praticamente dimezzato già attorno al 1970 (FERRARI *et al.*, 1979).

Negli ultimi anni del Novecento si affermò l’interesse per la salvaguardia degli stagni per canapa, in quanto testimonianza storico-culturale e come surrogato degli ecosistemi palustri d’acqua dolce che caratterizzavano la pianura prima delle bonifiche idrauliche, terminate attorno al 1960. Nel 2004 sia la Provincia che il Museo di Storia Naturale di Ferrara avviarono un censimento dei maceri residui (CORAZZA, 2009).

I dati raccolti portarono all’identificazione di 1423 bacini (CORAZZA & FABBRI, 2014), concentrati nella porzione centro-occidentale della provincia.

I bacini vennero visitati sul campo, raccogliendo misure e testimonianze fotografiche, e cartografati in sistemi GIS. La Provincia utilizzò le informazioni per la stesura del Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (PTCP) e per la definizione del progetto di Rete Ecologica Provinciale approvato nel 2008 (PROVINCIA DI FERRARA, 2018). Il PTCP tutela i maceri

come “Elementi di interesse storico-testimoniale” e la REP individua un “areale dei maceri” nei due comuni più occidentali, Cento e S. Agostino. I maceri del comune di Ferrara vennero tutelati nel Piano Strutturale Comunale del 2009 (COMUNE DI FERRARA, 2009).

Una sessantina di maceri vennero studiati per la fauna ad invertebrati acquatici (CORAZZA & FABBRI, 2014), evidenziando la particolare importanza dei bacini non connessi alla rete idrica ed alimentati dalle precipitazioni, in quanto meno soggetti alla presenza di specie esotiche invasive e più ricchi di specie autoctone esigenti. Le indagini confermarono inoltre la capacità dei bacini collocati nel paesaggio comunale di Ferrara (404 kmq) di ospitare complessivamente un alto numero di macroinvertebrati rari, cioè rilevati solo una o due volte, pari al 44% dei taxa rinvenuti. Otto stagni vennero studiati per la fauna a coleotteri carabidi insediata lungo le sponde (CORAZZA & FABBRI, 2017): gli 8 maceri indagati dimostrarono di poter ospitare su una superficie complessiva di circa un ettaro percentuali fra il 35% e il 42% delle specie note per alcuni ecosistemi umidi molto estesi e per le aree agricole della Pianura Padana.

Nel 2010, su proposta del Museo di Storia Naturale di Ferrara, la parte centro-occidentale della provincia di Ferrara venne inclusa fra le Important Area for Ponds (IT05, Ferrara Retting Pool Landscape), un progetto promosso dall’European Pond Conservation Network (EWALD *et al.*, 2010). European Pond Conservation Network è un’associazione che promuove lo studio e la conservazione degli stagni (EPCN, 2008).

Attualmente, i ricercatori hanno a disposizione degli strumenti cartografici online liberamente fruibili che non esistevano nel 2004 e consentono l’esame di foto aeree senza costi aggiuntivi. Grazie a Google Earth Pro®, abbiamo potuto verificare che nel 2004 non tutti i bacini esistenti vennero effettivamente individuati, probabilmente anche a causa degli elevati costi monetari e temporali connessi al censimento.

A distanza di 15 anni, abbiamo deciso di aggiornare le mappe georeferenziate, per valutare se, nonostante le tutele, il patrimonio storico-naturalistico rappresentato dai maceri abbia subito riduzioni, ed eventualmente di quanto, rispetto al censimento del 2004. È stato perciò necessario ridefinire in maniera più esatta il patrimonio presente al 2004 per poi valutare il tasso di chiusura negli anni successivi.

Inoltre, abbiamo effettuato delle valutazioni paesaggistiche, allo scopo di individuare caratteristiche utili a trasformare i maceri in un modello sui cui testare, tramite campionamenti floro-faunistici mirati, successive ipotesi ecologiche.

Abbiamo perciò applicato ai maceri il calcolo del parametro γ_1 (BOGAERT *et al.*, 2000) che misura la compattezza delle forme e quindi il grado di esposizione di un habitat naturale ai fattori e processi ambientali (es., disturbi antropogeni) provenienti dalla matrice limitrofa (FORMAN, 1995). Una forma compatta, che minimizza l’interfaccia di scambio con ciò che lo circonda rende la porzione centrale dell’habitat più stabile. D’altra parte, le forme allungate includono di solito più eterogeneità ambientale, incorporando molta variabilità di habitat.

Abbiamo inoltre considerato il grado di connessione strutturale via terra tra i maceri e con il reticolo idrico principale, intesa come vicinanza topografica. La connessione strutturale è una delle componenti della connettività ecologica del paesaggio: la connettività ecologica è una proprietà emergente e dinamica che risulta dall’interazione fra un comportamento (es. il movimento di animali) e la struttura fisica del paesaggio stesso (TAYLOR *et al.*, 2006). La connessione può quindi facilitare od ostacolare il movimento degli organismi attraverso il paesaggio, influenzando la connettività.

MATERIALI E METODI

L’indagine si è avvalsa degli shape file prodotti fra il 2004 e il 2008 dalla Provincia di Ferrara e dal Museo di Storia Naturale, della versione raster della Carta Tecnica Regionale del 2005 e di foto aeree rese disponibili da Bing® e da Google Earth Pro®. Un altro database è stato scaricato dal geoportale online della Regione Emilia-Romagna (<http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it/download/databasetopografico>) scegliendo in sequenza i contenuti: idrografia; acque interne di transizione; DBTR specchio d’acqua. Il database, compilato nel 2017 e generato con informazioni aggiornate fra il 1998 e il 2014, comprende i corpi idrici superficiali caratterizzati da acque a lento ricambio o stagnanti, naturali o generati da opere di ritenuta, connessi o meno al reticolo idrografico. La delimitazione dello specchio d’acqua è in forma poligonale e corrisponde all’area occupata dall’acqua; l’area di eventuali isole interne viene sottratta a quella complessiva. Le fonti utilizzate dalla Regione per la stesura dei file georiferiti sono: AGEA 2008 e 2014, CTR 5, QuickBird 2002-2003 e SIT da impianto.

La sovrapposizione dei vari strati e vettori ed il loro aggiornamento sono stati realizzati con QGIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2017), versione 2.18.13 Las Palmas. Per motivi di leggibilità, abbiamo scelto di utilizzare in QGIS le foto aeree fornite da Bing®: essendo però queste talvolta meno aggiornate di quelle di Google Earth Pro®, si è reso necessario un confronto fra tutte le immagini aeree disponibili. Le immagini più recenti che Google Earth Pro® mette a disposizione nel momento in cui scriviamo risalgono all’aprile del 2019.

Le dimensioni originarie dei maceri erano variabili e di non facile definizione, poiché nei documenti antichi si fa riferimento alla quantità di canapa che poteva essere contenuta e non alle dimensioni lineari. Tuttavia, secondo SITTI *et al.* (2004), il podere ferrarese tipico ospitava maceri lunghi 70 metri e larghi 20, cioè di 1400 m² ma altre fonti indicano una superficie massima di 6000 m² (CASARI, 2006). Il censimento del 2004 aveva portato a riconoscere come maceri anche bacini di più di 17.000 m². In effetti, bacini molto grandi venivano realizzati per affittarli a più produttori di canapa (SESTINI, 1873), in virtù anche del fatto che una maggiore quantità di canapa migliorava il processo di macerazione. Pertanto, nel database ottenuto dalla Regione Emilia-Romagna sono stati selezionati ed analizzati tutti i bacini che avevano forme e

dimensioni compatibili con quelle di un macero: abbiamo così trattenuto soprattutto poligoni denominati "macero", "stagno" e "lago artificiale" e solo alcuni fra quelli denominati "altro invaso artificiale" e "palude". Il software gratuito Google Earth Pro© ha consentito una serie di controlli retroattivi su foto aeree con l'apposita funzione di scorrimento temporale: abbiamo così individuato i maceri già censiti nel 2004 e ora chiusi e diversi bacini mai rilevati in precedenza, talvolta anch'essi successivamente chiusi. Per chiusura di un macero abbiamo inteso la sua effettiva scomparsa perché riempito di terreno e convertito a suolo agricolo oppure coperto da insediamenti. Si tratta di un processo di riempimento antropico diverso da quello che può avvenire per successione vegetazionale: nei rarissimi casi di maceri spontaneamente trasformati in biotopo terrestre, la loro esistenza viene rispettata ed essi rimangono come zona incolta.

Confrontando il database regionale, quello provinciale, quello del Museo, la carta tecnica regionale e le foto aeree abbiamo realizzato una base più completa per i successivi raffronti. Abbiamo così ottenuto un database aggiornato in cui tutti i maceri esistenti sono disegnati come poligoni. Abbiamo calcolato in QGIS aree e perimetri dei bacini, in particolare delle superfici inondate. Da aree e perimetri abbiamo ricavato il parametro γ_1 , dato $\gamma_1 = A/P^2$, ossia dal rapporto fra l'area di ciascun bacino e il quadrato del suo perimetro (BOGAERT *et al.*, 2000). Il parametro γ_1 misura la compattezza delle forme: è adimensionale e il suo valore non è influenzato dall'ingrandimento al quale si osservano le immagini. Il valore massimo

teorico (0,0797) si ha per il cerchio, che è la figura geometrica che minimizza l'interfaccia tra la propria parte interna e ciò che la circonda. Nella gestione informatica di mappe digitalizzate, in cui l'unità minima è il pixel di forma quadrata, un altro importante valore di riferimento per γ_1 è 0,06250, cioè quello caratteristico del quadrato (BOGAERT *et al.*, 2000), che, dopo il cerchio, è la figura più compatta esistente. Il limite inferiore teorico è 0 (quello di una linea, che non ha area): abbiamo perciò considerato un ulteriore valore soglia di 0,03125, pari alla metà di γ_1 per il quadrato, per individuare i bacini dalla forma molto stretta ed allungata.

Attorno al perimetro di ogni macero è stato disegnato un buffer a distanza fissa di 500 metri e sono stati contati gli altri maceri e i canali inclusi nel buffer. Le misure di connessione che utilizzano i buffer sono fra le più affidabili quando non è possibile effettuare misure più complesse (MOILANEN & NIEMINEN, 2002). La distanza di 500 metri è stata scelta analogamente a quanto fatto da BURGIO *et al.* (2015) e già applicato in CORAZZA & FABBRI (2017). Sono stati così individuati i maceri con diverso grado di isolamento, a seconda della presenza o meno di altri maceri, di canali, di altre zone umide e della sovrapposizione di aree buffer nel raggio di 500 metri. Non sono state considerate le cosiddette "vasche", cioè insiemi di numerosi bacini ridossati gli uni agli altri con forma rettangolare e attualmente adibiti ad allevamento ittico, per l'impossibilità di stabilire se derivate da maceri oppure scavate ex-novo.

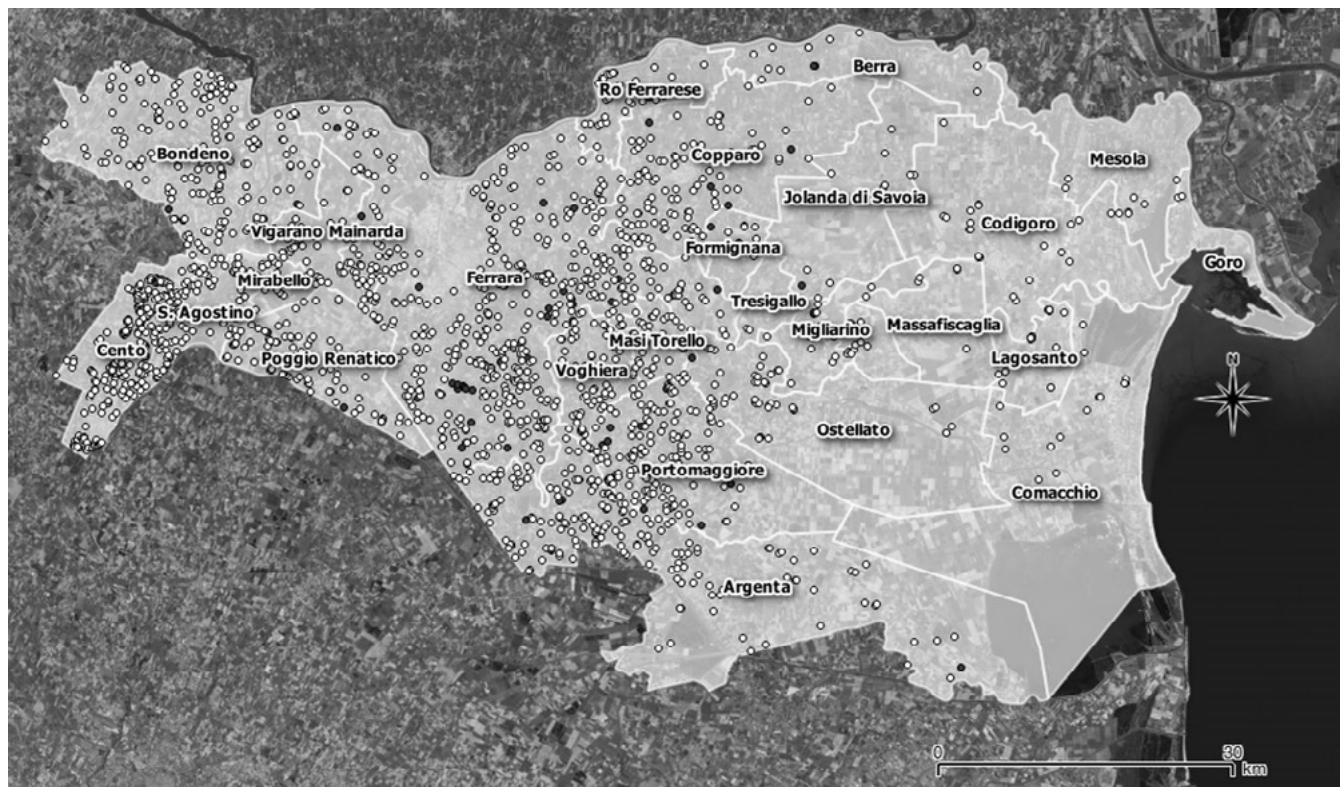


Fig. 1. Punti bianchi: distribuzione attuale dei maceri nella provincia di Ferrara. I pallini neri indicano quelli chiusi dopo il 2004.

RISULTATI

Complessivamente, abbiamo stabilito che i maceri effettivamente presenti nel 2004 dovevano essere in totale 1994, cioè quasi 600 in più di quelli individuati con i primi censimenti. Di questi, 87 risultano ora chiusi: il numero attuale è 1907. La ripartizione dei maceri nei diversi comuni è riassunta nella Tab. 1.

Il comune con il maggior numero di maceri è quello di Ferrara, che è il più esteso, ma le zone con la più alta densità sono quelle di Cento (3,8 maceri/km²) e S. Agostino (2,5 maceri/km²). Il comune di Ferrara è anche quello in cui è stato chiuso il maggior numero di maceri (34), pari al 6,8% della dotazione iniziale. Il tasso percentuale di chiusura è stato particolarmente elevato nei comuni di Formignana, Migliarino e Migliaro (12,5% – 20%), dove la perdita di anche

un solo macero ha effetti considerevoli, visto il basso numero di partenza.

I comuni dove nessun macero è stato chiuso sono 11: Codigoro, Comacchio, Goro, Lagosanto, Massafiscaglia, Mesola, Mirabello, Ro Ferrarese, S. Agostino, Tresigallo, Voghera.

Complessivamente, se ne può dedurre che ogni anno in provincia di Ferrara vengono chiusi in media 5,8 maceri di cui quasi la metà (2,3) nel comune di Ferrara.

Il valore dell’indice di compattezza γ_1 è mediamente al di sotto del valore tipico per il quadrato (Tab. 2). Per l’8,5% dei maceri γ_1 è molto basso ed indica una forma molto stretta ed allungata, simile ad un semplice fossato (Tab. 3). All’opposto, quasi un quarto dei bacini ha forma compatta, con valori di γ_1 elevati, che si avvicinano a quelli del cerchio. A titolo di esempio, in Fig. 2 a-b sono illustrati un macero fra i più allungati ed un macero quasi circolare con i rispettivi valori di γ_1 .

COMUNE	2004 n	2019 n	chiusi	Superficie comunale km ²	Densità 2019 maceri/km ²	Tasso di chiusura %	Maceri chiusi/ anno
Argenta	185	182	3	311	0,6	1,6	0,2
Berra	13	12	1	69	0,2	7,7	0,1
Bondeno	191	185	6	175	1,1	3,1	0,4
Cento	258	247	11	65	3,8	4,3	0,7
Codigoro	22	22	0	170	0,1	0,0	0,0
Comacchio	15	15	0	285	0,1	0,0	0,0
Copparo	100	95	5	157	0,6	5,0	0,3
Ferrara	500	466	34	405	1,2	6,8	2,3
Formignana	10	8	2	22	0,4	20,0	0,1
Goro	2	2	0	30	0,1	0,0	0,0
Jolanda di Savoia	12	11	1	108	0,1	8,3	0,1
Lagosanto	34	34	0	34	1,0	0,0	0,0
Masi Torello	40	39	1	23	1,7	2,5	0,1
Massafiscaglia	7	7	0	58	0,1	0,0	0,0
Mesola	8	8	0	84	0,1	0,0	0,0
Migliarino	20	16	4	37	0,4	20,0	0,3
Migliaro	8	7	1	20	0,4	12,5	0,1
Mirabello	20	20	0	16	1,2	0,0	0,0
Ostellato	47	45	2	175	0,3	4,3	0,1
Poggio Renatico	90	87	3	80	1,1	3,3	0,2
Portomaggiore	153	142	11	126	1,1	7,1	0,7
Ro Ferrarese	30	30	0	43	0,7	0,0	0,0
S. Agostino	87	87	0	35	2,5	0,0	0,0
Tresigallo	6	6	0	21	0,3	0,0	0,0
Vigarano Mainarda	59	57	2	42	1,3	3,4	0,1
Voghera	77	77	0	41	1,9	0,0	0,0
TOTALE	1994	1907	87	2633	0,7	4,4	5,8

Tab. 1. Consistenza della dotazione a maceri di ciascun comune e della provincia di Ferrara nel 2004 e nel 2019. In grigio i comuni a più alta densità.



Fig. 2, a-b. Macero in comune di Portomaggiore ($44^{\circ}43'34.49''N$, $11^{\circ}44'29.46''E$) con $\gamma_1=0,0069$ e macero nel comune di Ferrara ($44^{\circ}48'39.76''N$, $11^{\circ}44'35.20''E$) con $\gamma_1=0,0770$. I numeri in sovraimpressione sono l'identificativo nel database e corrispondono all'area dei maceri in metri quadri.

COMUNE	2019 n	Area media m ²	Area d.s.	γ_1 media	γ_1 d.s.
Argenta	182	1378	1994	0,050	0,015
Berra	12	1058	709	0,036	0,013
Bondeno	185	1014	1220	0,049	0,013
Cento	247	1212	944	0,052	0,013
Codigoro	22	1019	969	0,046	0,017
Comacchio	15	1182	1121	0,049	0,018
Copparo	95	833	1744	0,053	0,014
Ferrara	466	843	663	0,053	0,013
Formignana	8	947	768	0,053	0,013
Goro	2	2373	1731	0,033	0,012
Jolanda di Savoia	11	1213	929	0,054	0,011
Lagosanto	34	1146	2470	0,057	0,009
Masi Torello	39	766	510	0,051	0,014
Massafiscaglia	7	1525	1720	0,047	0,006
Mesola	8	1087	831	0,046	0,011
Migliarino	16	537	1084	0,048	0,014
Migliaro	7	576	257	0,039	0,011
Mirabello	20	2430	2945	0,048	0,014
Ostellato	45	1320	1944	0,042	0,014
Poggio Renatico	87	1548	1240	0,052	0,012
Portomaggiore	142	846	644	0,053	0,012
Ro Ferrarese	30	745	522	0,047	0,015
S. Agostino	87	1163	704	0,054	0,012
Tresigallo	6	835	646	0,048	0,011
Vigarano Mainarda	57	1366	1961	0,054	0,011
Voghiera	77	941	595	0,049	0,013
TOTALE	1907	1066	1257	0,051	0,014

Tab. 2. Aree medie e valori medi dell'indice di compattezza γ_1 nei vari comuni per i maceri esistenti. γ_1 è dato da Area/Perimetro². In grigio i valori medi più bassi.

I comuni con i più bassi valori di γ_1 sono Berra, Goro e Migliaro (Tab. 3): i pochi maceri là presenti sono per lo più foscati ristretti.

Tipo di macero	Soglie di compattezza	N. maceri	Frequenza
Molto compatti	$\gamma_1 > 0,06250$	439	23,0%
Molto allungati	$\gamma_1 < 0,03125$	163	8,5%

Tab. 3. Percentuale di maceri con forma molto compatta o, al contrario, esile ed allungata; γ_1 è dato da Area/Perimetro².

La superficie inondata dei 1907 maceri esistenti ammonta complessivamente a 206 ha.

Circa il 76% dei maceri ha almeno un altro macero nel raggio di 500 metri dal suo perimetro; 457 (24%) non hanno altri bacini nel raggio di 500 metri, e per 88 di questi non c'è neppure la sovrapposizione di buffer con maceri vicini. Tuttavia, quasi tutti i maceri hanno rapporti di vicinanza con almeno un canale. I maceri completamente isolati, lontani da altri maceri e da canali di una certa importanza, sono soltanto 4: id 1211.428 (Tresignana), 387.530 (Ferrara), 146.820 (Jolanda di Savoja), 1972.728 (Terre del Reno).

DISCUSSIONE

Obiettivi del presente articolo erano stabilire quanti maceri fossero ignoti ai censimenti ufficiali, poiché il non essere riconosciuti ufficialmente può facilitare interventi di chiusura abusiva, e quale fosse eventualmente il tasso annuale di chiusura successivo ai censimenti. Per questo era necessario stabilire con la massima precisione possibile quanti maceri fossero davvero presenti nel 2004.

È risultato che, sedici anni fa, quasi 600 maceri erano sfuggiti ai censimenti. All'epoca, non erano ancora liberamente disponibili fondamentali risorse geografiche (Google Earth, QGIS, banche dati regionali) che adesso sono fruibili online senza oneri: questo ha sicuramente condizionato la capacità di individuazione.

Le indagini attuali hanno evidenziato che le parti più orientali della provincia (comuni di Comacchio, Goro, Mesola) non sono totalmente prive di maceri, come indicato in passato dalla Provincia (CORAZZA, 2009). Tuttavia, in quei territori un tempo palustri dove permangono anche adesso ampie zone umide protette, il numero dei maceri è piuttosto basso ed è probabile che nel 2004 si fosse deciso di tralasciarli, dando maggiore importanza alla presenza delle zone umide.

Le analisi hanno confermato che i comuni di Cento e S. Agostino hanno densità di maceri molto elevate, che giustificano appieno il loro inserimento nell'areale tipico previsto dal progetto di Rete Ecologica Provinciale (PROVINCIA DI FERRARA, 2018). Nel 2004, un numero così elevato di bacini molto ravvicinati ha sicuramente complicato la precisa individuazione di tutti quelli esistenti, in particolare nel comune di Cento; permane ancora, soprattutto in quella zona, una situazione di dubbio sull'origine di numerose “vasche” adibite all'allevamento ittico.

In provincia, i maceri chiusi dopo il censimento sono almeno 87 e il tasso di chiusura è di 5,8 maceri all'anno. La perdita di maceri è alta nel comune di Ferrara, dove ne vengono chiusi 2,3/anno: il comune capoluogo risente di pressioni urbanistiche e produttive molto forti. Però, là dove i maceri sono pochi (aree di Formignana, Migliarino e Migliaro), la perdita di pochi bacini può influire pesantemente sulla già bassa densità esistente nella parte più centrale della provincia.

Un aspetto preoccupante è il fatto che la chiusura dei maceri avviene spesso nell'ambito di una riorganizzazione agraria che elimina anche numerosi piccoli fossati all'interno dei campi: sia ha così un'ulteriore semplificazione del paesaggio che ha conseguenze sulla permeabilità idraulica dei terreni e sulla biodiversità, in quanto vengono a mancare habitat soggetti a disseccamento estivo che però vengono utilizzati per la riproduzione da specie protette e vulnerabili all'estinzione, come il rospo comune (*Bufo bufo*) (RONDININI *et al.*, 2013) e da piante igrofile come il ranuncolo tricofillo (*Ranunculus tricophyllus*) o il giunco fiorito (*Butomus umbellatus*), inserite nel repertorio della flora minacciata in Emilia-Romagna (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2017).

La superficie inondata dei 1907 maceri esistenti ammonta complessivamente a 206 ha, con un'area media di 1078 m². Nel 2004 vennero prese sul campo le misure di lunghezza e larghezza dello scavo dei circa 1400 maceri allora rilevati e la superficie media risultò di 1966 m² (CORAZZA, 2009): 1400 maceri sono sicuramente un campione significativo e quindi si può desumere che la superficie inondabile complessiva possa raggiungere i 375 ha.

Tradizionalmente utilizzati come riserve per l'irrigazione, c'è ora un notevole interesse per la capacità idraulica dei maceri, espressa ad esempio dal locale Consorzio di Bonifica, in un'ottica di mitigazione di eventi atmosferici estremi legati al cambiamento climatico. La pianura ferrarese mostra alcuni dati in controtendenza rispetto al resto della regione: ad esempio, nel 2018 la parte centrale della provincia ha registrato fino a 200 mm di precipitazioni annue in più rispetto alla media del trentennio 1961-1990 (ARPAE, 2019), con diversi casi di precipitazioni molto intense. Le piogge eccessive sono controllate con difficoltà dal sistema di bonifica e l'esistenza dei maceri può rallentare i tempi di run off e quindi alleviare il carico di lavoro e i costi di gestione degli impianti idrovori. Al tempo stesso, la presenza di questi bacini può aumentare i tempi di residenza delle acque in superficie, facilitando il ricarico delle falde. A questo proposito, ANBI (Associazione Nazionale Consorzi di gestione e tutela del territorio e acque irrigue), fa presente come lo sviluppo dei depositi idrici, a partire dai piccoli depositi in azienda fino ai grandi bacini idrici, sia il mezzo più importante per affrontare la sicurezza idrica, ovvero i rischi connessi da un lato alla siccità e dall'altro alle intense precipitazioni che sono espressione del cambiamento climatico (GARGANO *et al.*, 2019).

Il campione di maceri analizzati in FABBRI & CORAZZA (2014) era diviso pressoché equamente fra maceri con profondità superiore e maceri con profondità inferiore ad un metro: assumendo che la profondità media dei bacini sia quindi di 1 m,

la capacità idrica complessiva dei maceri può aggirarsi sui 3,7 milioni di m³. La capacità virtuale di tamponare l'eccesso di precipitazioni, data dalla differenza fra volume in teoria allagabile e volume già allagato, è perciò di 1,7 milioni di m³.

L'analisi della compattezza dei bacini per mezzo del parametro γ_1 si è rivelata interessante. In media, γ_1 si mantiene al di sotto del valore tipico per il quadrato, il che significa che la forma rettangolare dei bacini che veniva scelta per la loro realizzazione è stata per lo più rispettata. Il parametro consente di stabilire quanti maceri siano in realtà paragonabili a semplici fossati e quali invece siano ancora abbastanza ampi. Infatti, oltre alla chiusura dei bacini, talvolta si assiste ad un'altra forma di alterazione che è il ridimensionamento: il macero continua formalmente ad esistere anche se molto più esiguo che in passato. I comuni con i più bassi valori di γ_1 sono Berra, Goro e Migliaro: i pochi maceri là presenti sono per lo più fossati ristretti. I maceri risultano essere quasi totalmente connessi fra di loro, non solo via terra per la vicinanza fra bacini ma anche via acqua per la prossimità dei canali di bonifica, anche quando non ci siano fossati di comunicazione diretta fra stagni.

La connessione via terra può essere sfruttata da specie in grado di spostarsi agevolmente fuori dall'acqua: non solo uccelli, mammiferi, rettili e anfibi ma anche da certi invertebrati acquatici con grande capacità di resistenza alla disidratazione, oppure organismi animali e vegetali veicolati dallo spostamento dei Vertebrati e dai venti.

Da pochi anni, alcuni comuni si sono fusi dal punto di vista amministrativo: nella Tab. 4 riportiamo tutti i parametri tenendo conto dei nuovi confini.

CONCLUSIONI

Dalle analisi cartografiche, il numero dei maceri presenti sul territorio ferrarese si è rivelato del 40% più alto di quanto stabilito nel 2004 ed è vicino alle 2000 unità.

La dotazione in piccole acque della provincia ferrarese è diversa a seconda dei territori: nei comuni ad ovest si raggiungono densità vicine a 4 stagni per km², mentre ad est, territori un tempo in gran parte palustri e ancora ricchi di altre zone umide, la presenza è esigua, con 0,1 maceri per km².

COMUNE	2004	2019	chiusi	Tasso di chiusura	Superficie comunale	Densità 2019 maceri/km ²	Area media	Area	γ_1	γ_1
	n	N			km ²		m ²	d.s.	media	d.s.
Argenta	185	182	3	1,6	311	0,6	1378	1994	0,050	0,015
Bondeno	191	185	6	3,1	175	1,1	1014	1220	0,049	0,013
Cento	258	247	11	4,3	65	3,8	1212	944	0,052	0,013
Codigoro	22	22	0	0,0	170	0,1	1019	969	0,046	0,017
Comacchio	15	15	0	0,0	285	0,1	1182	1121	0,049	0,018
Copparo	100	95	5	5,0	157	0,6	833	1744	0,053	0,014
Ferrara	500	466	34	6,8	405	1,2	843	663	0,053	0,013
FISCAGLIA	35	30	5	14,3	115	0,3	776	964	0,046	0,014
Goro	2	2	0	0,0	30	0,1	2373	1731	0,033	0,012
Jolanda di Savoia	12	11	1	8,3	108	0,1	1213	929	0,054	0,011
Lagosanto	34	34	0	0,0	34	1,0	1146	2470	0,057	0,009
Masi Torello	40	39	1	2,5	23	1,7	766	510	0,051	0,014
Mesola	8	8	0	0,0	84	0,1	1087	831	0,046	0,011
Ostellato	47	45	2	4,3	175	0,3	1320	1944	0,042	0,014
Poggio Renatico	90	87	3	3,3	80	1,1	1548	1240	0,052	0,012
Portomaggiore	153	142	11	7,8	126	1,1	846	644	0,053	0,012
RIVA DEL PO	43	42	1	2,3	112	0,4	835	599	0,044	0,015
TERRE DEL RENO	107	107	0	0,0	51	2,1	1400	1506	0,053	0,013
TRESIGNANA	16	14	2	12,5	43	0,3	899	721	0,051	0,013
Vigarano Mainarda	59	57	2	3,4	42	1,4	1366	1961	0,054	0,011
Voghiera	77	77	0	0,0	41	1,9	941	595	0,049	0,013
TOTALE	1995	1907	87	4,4	2632	0,7	1066	1257	0,051	0,014

Tab. 4 - Ripartizione 2019 dei maceri in base al nuovo assetto amministrativo. I nomi in maiuscolo indicano i comuni derivati da fusioni amministrative. Fiscaglia: unione di Massa Fiscaglia, Migliarino, Migliaro; Riva del Po: unione di Berra e Ro Ferrarese; Terre del Reno: unione di S. Agostino e Mirabello; Tresignana: unione di Tresigallo e Formignana.

Una piccola porzione (8,5%) dei maceri ha l’aspetto di un fosfato lungo e stretto, mentre all’opposto il 23% ha una forma molto compatta.

Secondo i criteri di misurazione da noi adottati, i maceri risultano tutti potenzialmente connessi fra di loro, perché ognuno è abbastanza vicino ad almeno un altro stagno oppure perché nelle vicinanze ci sono canali che li mettono in rete: sono solamente 4 i bacini che non hanno rapporti con altri corpi idrici significativi di qualsiasi tipo in un raggio di 500 metri.

I maceri dovrebbero quindi essere in grado di garantire elevata connettività ecologica per tutti gli animali terrestri ed acquatici in grado di superare agevolmente distanze di circa 500 metri su terreni non allagati, come Uccelli, Mammiferi, Rettili, Anfibi, molti insetti volatori ma anche certi invertebrati acquatici capaci di spostarsi fuori dall’acqua e di resistere per tempi abbastanza lunghi alla disidratazione. Non vanno dimenticate inoltre tutte le forme animali e vegetali che veicolano la loro dispersione tramite i vertebrati acquatici o che affidano i propaguli ai venti.

Alla connessione via terra si aggiunge anche quella tramite fossati e canali, che riguarda le specie che non escono mai dall’acqua. In teoria, questa situazione dovrebbe essere favorevole alla biodiversità: GLEDHILL *et al.* (2008), in uno studio condotto nel Regno Unito, hanno trovato che il numero di specie vegetali e di invertebrati per ogni stagno è più alto nelle aree in cui gli stagni hanno una maggior densità.

Ma tutte le risultanze sperimentali a favore della connettività ecologica come strumento di tutela della biodiversità si scontrano con la realtà degli ambienti acquatici della Pianura Padana, che vedono una diffusa ed abbondante presenza di specie alloctone invasive, fra cui *Procambarus clarkii*, *Physella acuta*, *Pseudorasbora parva*, *Gambusia holbrooki*, *Lithobates catesbeianus*, *Trachemys scripta*, ecc., rilevate anche nei maceri (CORAZZA & FABBRI, 2014). Il 76% delle specie ittiche ferraresi attuali è costituito da specie esotiche (CASTALDELLI *et al.* 2013). *Procambarus clarkii* in particolare è una specie molto impattante (GHERARDI, 2006) ed in grado di resistere in condizioni di scarsa umidità (PIERSANTI *et al.*, 2018). Se l’umidità relativa è 100%, può sopravvivere fuori dall’acqua anche per un mese (PIERSANTI *et al.*, 2018), percorrendo anche distanze considerevoli. Ci sono molti racconti aneddotici di gamberi osservati mentre attraversavano nella nebbia mattutina le strade della pianura ferrarese orientale, coltivata a riso. Viceversa, ad umidità relative uguali o inferiori al 70% il gambero muore nel giro di 2-7 giorni. Tuttavia, ha dimostrato una grande capacità di individuare ambienti umidi nelle vicinanze (PIERSANTI *et al.* 2018).

Di conseguenza, le ipotesi di rendere più efficienti i collegamenti idrici fra i maceri e i canali ai fini della gestione idraulica del territorio o per realizzare un sistema diffuso ed interconnesso di fitodepurazione potrebbero aumentare la diffusione delle invasive, soprattutto quando gli interventi dovessero interessare maceri privi di un collegamento diretto con la rete idrica: i maceri privi di un collegamento idrico efficiente si sono rivelati come quelli meno esposti alle specie esotiche e ancora in grado di ospitare specie autoctone esigenti (CORAZZA & FABBRI,

2014). Si stima che nel Ferrarese essi siano circa il 30% dei maceri esistenti (CORAZZA, 2009). È probabile che questo accada poiché tali maceri, non essendo riforniti con continuità dal sistema idraulico della bonifica, vanno soggetti a periodi di siccità prolungati, che non influenzano determinati organismi vegetali e animali autoctoni adattati alla prolungata assenza di acqua ma possono agire come deterrenti su specie impattanti come *Procambarus clarkii* e altre specie esotiche (es. *Lithobates catesbeianus*, *Trachemys scripta*) che probabilmente necessitano di una lunga permanenza di consistenti volumi di acqua.

Un’altra proposta tesa a rendere più efficienti i collegamenti idraulici fra i maceri era stata avanzata con l’idea di sfruttare gli stagni in un sistema diffuso di fitodepurazione: l’ipotesi però si è arenata di fronte a caratteristiche di marcata eutrofia, elevati tenori di fitoplancton, sedimenti soffici e riducenti, netta eterotrofia e bassa capacità denitrificante, verificati con analisi sul campo (BUSI *et al.*, 2014): i maceri, in particolare proprio quelli collegati alla rete idrica, sono incapaci di svolgere un lavoro efficiente di fitodepurazione perché essi stessi necessitano di riqualificazione ecosistemica.

È quindi auspicabile che vengano stanziate risorse per la loro riqualificazione, ma che al tempo stesso vengano preservati i maceri non collegati alla rete idrica, riforniti di acqua pulita perché di provenienza meteorica: essi rimangono fondamentali per il sostegno alla biodiversità (WILLIAMS *et al.*, 2020) anche qualora vengano adottate misure ecosistemiche per il generale miglioramento delle acque. Va tenuto presente che l’elevata biodiversità ha ricadute su un altro servizio ecosistemico fornito dai maceri, cioè l’arricchimento estetico del paesaggio.

I dati fin qui ottenuti consentiranno di stilare dei protocolli di campionamento mirati per verificare ipotesi sulla stabilità ecosistemica dei maceri e sugli effetti ecologici di densità e connessione dei bacini. I nostri risultati potranno stimolare strategie di conservazione per questi importanti ecosistemi, strategie che devono essere diverse per gli stagni che sono sempre allagati perché collegati alla rete idrica e per quelli alimentati solamente dalle precipitazioni. Auspichiamo inoltre che vengano adottati strumenti normativi più efficaci di quelli attuali per la tutela di maceri e stagni di ridotta estensione, andando oltre le prassi legate alla Direttiva Europea 2000/20 sulle Acque (che si concentrano sui bacini con superficie superiore ai 50 ha) e con una maggiore considerazione all’interno del Piano Nazionale sugli Invasi (Legge Nazionale 205/2017).

La mappa è disponibile su richiesta al link https://www.researchgate.net/publication/344743075_remainingpondscorazzaragosta2020simple.

RINGRAZIAMENTI

Flavia Ragosta ha operato presso il Museo di Storia Naturale di Ferrara nel 2019-2020 come volontaria del Servizio Civile Nazionale, che ringraziamo per il supporto. Le immagini aeree pubblicate sono fornite da BING ©2019 Microsoft, ©2019 DigitalGlobe, CNES©(2019) Distribution Airbus DS. Ringraziamo inoltre i due revisori anonimi per i suggerimenti che hanno consentito di migliorare il manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- ARPAE, 2019 - *Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna. Rapporto Annuale 2018.* 100 pp.
- BOGAERT J., ROUSSEAU R., VAN HECKE P. & IMPENS I., 2000 - Alternative area-perimeter ratios for measurement of 2D shape compactness of habitats. *Applied Mathematics and Computation*, 111: 71-85.
- BRÖNMARK C. & HANSSON L.A., 1998 - *The biology of lakes and ponds*. Oxford University Press, Oxford, 216 pp.
- CASARI E., 2006 - *Canapa e maceri relitti: una risorsa economica, ambientale e culturale per il territorio ferrarese*. Tesi del Master Identità, Creatività e Territorio, Università degli Studi del Piemonte Orientale, AA. 2005-2006.
- BURGIO G., SOMMAGGIO D., MARINI M., PUPPI G., CHIARUCCI A., LANDI S., FABBRI R., PESARINI F., GENGHINI M., FERRARI R., MUZZI E., VAN LENTEREN J.C. & MASSETTI A., 2015 - The influence of vegetation and landscape structural connectivity on Butterflies (Lepidoptera: Papilioidea and Hesperiidae) Carabids (Coleoptera Carabiidae), Syrphidsa (Diptera Syrphidae) and sawflies (Hymenoptera: Symphyta) in Northern Italy farmland. *Environmental Entomology*, 44(5): 1299-307
- BUSI S., CASELLA P., TESINI E., SOANA E., CELLAMARE C., STANTE L., CORAZZA C., FARINA R., CASTALDELLI G. & BARTOLI M., 2014 - Metabolismo ecosistemico e dinamiche dell'azoto nei maceri, ambienti lentici artificiali inseriti nel contesto agricolo padano. *Atti del XXV Congresso della Società Italiana di Ecologia, Ferrara, 15-17 settembre 2014, Abstract Book*, p. 140.
- CASTALDELLI G., PLUCHINOTTA A., MILARDI M., LANZONI M., GIARI L., ROSSI R. & FANO E.A., 2013 - Introduction of exotic fish species and decline of native species in the lower Po basin, northeastern Italy. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23: 405-417.
- CÉRÉGHINO R., BIGGS J., OERTLI B. & DECLERK S., 2008 - The ecology of European ponds: defining the characteristics of a neglected freshwater habitat. *Hydrobiologia*, 597: 1-6.
- COMUNE DI FERRARA, 2009 - *PSC di Ferrara: nuovo piano urbanistico comunale*. <https://servizi.comune.fe.it/6935/piano-strutturale-comunale-psc>
- CORAZZA C., 2009 - *Le stagioni dei maceri. Passato, presente e futuro delle isole d'acqua ferraresi*. Edizioni Belvedere (Latina), "le scienze", 10, 104 pp.
- CORAZZA C. & FABBRI R., 2014 - Stato ecologico dei maceri del Ferrarese, distribuzione della fauna in relazione ai parametri ambientali ed indicazioni per la gestione. *Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 2: 97-114.
- CORAZZA C. & FABBRI R., 2017 - Analisi ecologica delle comunità Carabidologiche (Coleoptera Carabidae) nei maceri del Ferrarese. *Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 5: 101-111.
- CORMONT A., SIEPEL H., CLEMENT J., MELMAN T.C.P., WALISDEVRIES M.F., VAN TURNHOUT C.A.M., SPARRIUS L.B., REEMER M., BIESMEIJER J.C. & BERENDSE F., 2016 - Landscape complexity and farmland biodiversity: evaluating the CAP target on natural elements. *Journal for Nature Conservation*, 30: 19-26.
- DAVIES B.R., BIGGS J., WILLIAMS P.J., LEE J.T. & THOMPSON, 2008a - A comparison of the catchment size of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implication for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape. *Hydrobiologia*, 597: 7-17.
- DAVIES B., BIGGS J., WILLIAMS P., WHITFIELD M., NICOLE P., SEAR D., BRAY S.D. & MAUND S., 2008b - Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 125(1-4): 1-8.
- DIAMOND J.M., 1975 - The Island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation*, 7: 129-146.
- EPCN, 2008 - *The Pond Manifesto. stagni e zone umide minori: un manifesto per la loro conoscenza e conservazione*. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche dell'Agricoltura, Gangemi editore, Roma, 15 pp.
- EWALD N., NICOLET P., OERTLI B., DELLA BELLA V., RHAZI L., REYMOND A.S., MINSSIEUX E., SABER E., RHAZI M., BIGGS J., BRESSI N., CEREGHINO R., GRILLAS P., KALETKA T., HULL A., SCHER O. & SERRANO L., 2010 - *A preliminary assessment of Important Areas for Ponds (IAPs) in the Mediterranean Basin and Alpine Arc*. EPCN & MAVA Foundation, 41 pp.
- FERRARI I., GANDOLFI G., GERDOL R. & MANTOVANI E., 1979 - I maceri del ferrarese. *Natura*, 70 (4): 371-330.
- FORMAN R.T.T., 1995 - *Land mosaics. The ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press, 632 pp.
- GARGANO M., TRUGLIA C. & ZUCARO R., a cura di, 2019 - *PAC post 2020 e Direttiva Quadro Acque: Consorzi di Bonifica, ANBI e Irrigants d'Europe rilanciano la sfida sulle risorse idriche*. Tipografia Mariti, Roma, 181 pp.
- GHERARDI F., 2006 - Crayfish invading Europe: the case study of Procambarus clarkii. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 39 (3): 175-191.
- GLEDHILL D.G., JAMES P. & DAVIES D.H. (2008) - Pond density as a determinant of aquatic species richness in an urban landscape. *Landscape Ecology*, 23: 1219-1230.
- HIGGS A.J., 1981 - Island Biogeography Theory and Nature Reserve Design. *Journal of Biogeography*, 8(2): 117-124
- KREBS C. J., 2009 - *Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Pearson International Edition.
- MAC ARTHUR R.H. & WILSON E.O., 1967 - *The theory of island biogeography*, Princeton University Press, Princeton.
- MAY R., 1975 - Islands biogeography and the design of wildlife preserves. *Nature* 254, 177-178.

- MOLAINENE A. & NIEMINEN M., 2002 - Simple connectivity measures in spatial ecology. *Ecology*, 83(4): 1131-1145.
- PIERSANTI S., PALLOTTINI M., SALERNO G., GORETTI E., ELIA A.C., DÖRR A.J.M. & REBORA M., 2018 - Resistance to dehydration and positive hygrotaxis in the invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 419, 36.
- PROVINCIA DI FERRARA, 2018 - *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale*, B.U.R. Emilia-Romagna n. 326, parte seconda, <http://www.provincia.fe.it/pianificazione-territoriale/ptcp-vigente>, consultato il 10 ottobre 2019.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2017 - *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- QUINN J.F. & HARRISON S.P., 1988 - Effects of habitat fragmentation and isolation on species richness: evidence from biogeographic patterns. *Oecologia*, 75: 132-140.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2017 - *Elenco delle specie floristiche rare e minacciate in Emilia-Romagna*. <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/sistema-regionale/flora/flora>, consultato il 28 maggio 2020.
- RILEY W.D., POTTER E.C.E., BIGGS J., COLLINS A.L., JARVIE H.P., JONES J.J., KEYLY-QUINN M., ORMEROD S., SEAR D.A., WILBY R.L., BROADMEADOW S., BROWN C.D., CHANIN P., COPP G.H., COWX J.G., GROGAN A., HORNBY D.D., HUGGET D., KELLY M.G., NURA M., NEWMAN J.R., SIRIWARDENA G.M., 2018 - Small water bodies in Great Britain and Ireland; ecosystem function, human-generated degradation and options for restorative action. *Science of the Total Environment*, 645: 1598-1616.
- RONDININI C., BATTISTONI A., PERONACE V. & TEOFILI C. (compilatori), 2013 - *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- ROSCH V., TSCHARNTKE T., SCHERBER C. & BATÀRY P., 2015 - Biodiversity conservation across taxa and landscape requires many small as well as single large habitat fragments. *Oecologia*, 179: 209-222.
- SESTINI F., 1873 - *Dei procedimenti rurali ed industriali per la macerazione delle piante che danno materia per filo e tessuti. Manuale per uso degli agricoltori pratici, degli industriali e dei maestri rurali*. Annali del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. Stabilimento Tipografico in Santa Balbina, Roma, 178 pp. Digitalizzato da Google.
- SITTI R., RODA R. & TICCHIONI C., 2004 - *Il lavoro della canapa nel Ferrarese*. Edizioni Arstudio, 96 pp.
- STOCH F., a cura di, 2005 - *Pozze, stagni e paludi. Le piccole acque, oasi di biodiversità*. Quaderni Habitat, 11. MATTM e Museo Friulano di Storia Naturale.
- TAYLOR P.D., FAHRIG L. & WITH K.A., 2006 - *Landscape connectivity: a return to the basics*. In: Connectivity Conservation, Crooks K.R. & Sanjayan M. Eds, Cambridge University Press, Chapter 2.
- WILLIAMS P., BIGGS J., STOATE C., SZCZUR J., BROWN C. & BONNEY S., 2020 - Nature based measures increase freshwater biodiversity in agricultural catchments. *Biological Conservation* 244 (2020) 108515, 1-14.
- WINTLE B.A., KUJALA H., WHITEHEAD A., CAMERON A., VELLOZ S., KUKKALA A., MOILANEN A., GORDON A., LENNTINI P.E., CADENHEAD N.C.R. & BEKESSYG S.A., 2018 - Global synthesis of conservation studies reveals the importance of small habitat patches for biodiversity. *PNAS*, 116(3): 909-914.

SITOGRAFIA

- <https://freshwaterhabitats.org.uk/projects/million-ponds/>
<https://freshwaterhabitats.org.uk/habitats/pond/>
<http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it/download/databasetopografico>
https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/biodiversita/ramsar_convention_certified_1971_en.pdf

