

Medmaravis
Associazione Mediterranea per l'Avifauna Marina



La gestione degli ambienti costieri e insulari del Mediterraneo

a cura di
Xaver Monbailliu
Antonio Torre

Edizioni del Sole
Collana Mediterranea

IMPORTANZA E GESTIONE DI LAGUNE E STAGNI SALMASTRI

Vassilis Goutner

Lagune

Cos'è una laguna?

Se volessimo evidenziare le principali caratteristiche di quelle formazioni naturali note come lagune, potremmo così definirle: corpi idrici temporanei, generalmente poco profondi, salmastri, salsi o ipersalini, di norma separati dal mare aperto da una barriera fisica (ma anche chimica o idrodinamica) di terra; gli scambi idrici con il mare avvengono attraverso uno o più ingressi o, a volte, per inondazioni e infiltrazioni.

Concentrandosi sulle parole chiave della sintetica definizione appena data, possiamo chiarire la struttura di questi sistemi litorali.

1. Il principale apporto idrico è quello dell'acqua marina convogliata dai movimenti di marea. Tuttavia, dato che le maree nel Mediterraneo hanno in genere ampiezza limitata e sono notevolmente influenzate dalla forza e direzione del vento, la dinamica delle lagune dipende in larga misura da captazioni di acqua dolce, evaporazione, processi idrodinamici e condizioni climatiche locali (Crivelli e Ximenes, in stampa). Si ritiene che la formazione di una laguna sia strettamente associata alla presenza di un fiume tributario nelle sue vicinanze (Phleger 1981).

2. Le lagune si formano in genere in zone pianeggianti, in estuari, delta fluviali e depressioni costiere, costituendo ampie zone di acqua bassa, con le aree maggiormente profonde localizzate dove la corrente è più forte (vicino ai punti di ingresso dell'acqua). La profondità delle acque è ridotta dai sedimenti provenienti dai fiumi, dall'erosione di barriere e spiagge, da processi di produzione primaria all'interno della laguna e dall'apporto dal mare di fine sedimento in sospensione attraverso l'azione delle maree (Nichols e Allen, 1981).

3. La salinità delle lagune dipende dalla combinazione di vari fat-

tori; ingresso di acqua marina, apporti fluviali, piogge ed evaporazione. Quest'ultima assume particolare rilevanza nelle regioni con temperature superiori alla media e, nei casi in cui l'ingresso di acqua marina è limitato, l'evaporazione porta a condizioni di ipersalinità che determinano la formazione di un particolare tipo di laguna detto "sebkhas" o "sebkhets". Nel Mediterraneo queste lagune si trovano in Israele, Libia, Tunisia e Marocco (Carter 1988, Britton e Crivelli in stampa). La salinità delle lagune mediterranee varia tra 5 e 70 g/l (Crivelli e Ximenes in stampa).

4. La formazione di una laguna presuppone spesso l'esistenza di barriere (Colombo 1977) che possano contenerla almeno in parte. L'origine delle barriere sembra essere dovuta al trasporto di sedimenti dai fiumi alla zona di turbolenza della battigia (Phleger 1981). Tali barriere sono costituite da sabbia o ciottoli e il loro mantenimento dipende da un continuo apporto di sedimento che possa compensare l'azione erosiva delle onde.

5. Gli scambi idrici con il mare (permanenti o temporanei) si effettuano tramite uno o più canali di ingresso di dimensioni variabili. La loro lunghezza dipende dalla quantità di sedimento depositato e influisce sulla salinità (Colombo 1977) e sulla composizione faunistica, causando in genere discontinuità per numerosi fattori ecologici (Phleger 1981, Zimmermann 1981).

Importanza dei sistemi lagunari

Sebbene siano state appena descritte alcune caratteristiche generali comuni alle lagune (per maggiori dettagli vedi Phleger 1981 e Nixon 1982), è anche vero che nessuna laguna è uguale ad un'altra. Ciò è dovuto a differenze nella struttura fisica, nel clima locale e in altri fattori abiotici i quali possono differire anche in siti con stretti legami tra di essi. Se interessa la caratterizzazione di una particolare laguna, bisognerà osservare attentamente la vita che vi si svolge e le relazioni ed interazioni tra le varie forme viventi e il loro ambiente.

Le lagune sono state in genere catalogate come sistemi altamente produttivi (Nixon 1982); la produttività, espressa come biomassa prodotta, è il risultato dei complessi processi biologici che si svolgono nelle acque basse e soleggiate delle lagune.

Vegetazione e microflora

I più importanti produttori primari delle lagune sono le piante bentoniche (Colombo 1977). Queste macrofite sono generalmente fanerogame acquatiche e alghe; di queste, alcune sono diffuse e comuni in molte lagune mediterranee, altre sono più localizzate. Per esempio, del genere cosmopolita *Ruppia*, due sono le specie presenti nel Mediterraneo: *Ruppia cirrhosa* e *Ruppia maritima*. In molte lagune è presente almeno una delle due, a seconda delle condizioni ambientali (profondità delle acque e tur-



Foto 1 La laguna di Alyki Kitrous, zona umida di importanza internazionale. Tra le sue principali caratteristiche vi sono i numerosi isolotti ricoperti di vegetazione alofila.

bolenza, salinità, competizione con altre piante). *R. maritima* si incontra principalmente in acque basse che si asciugano in estate, *R. cirrhosa* in grandi corpi idrici, con più ampio range di salinità (Verhoeven 1979). La *Ruppia* si è diffusa dalle lagune del delta dell'Ebro in Spagna (Verhoeven 1979, Comin 1987) verso la Camargue, le lagune di Venezia e Comacchio, la Sardegna e le coste adriatiche della ex Jugoslavia (Verhoeven 1979, Colombo 1987). Si trova anche nelle lagune del Golfo di Amvrakikos in Grecia (Joensen e Madsen 1985, Nicolaidou e Pitta 1986), nelle lagune del delta dell'Evros (Britton et al. 1978, Babalonas 1979) e in quelle dell'Algeria e della Tunisia (Burgis e Symoens 1987).

In buona parte delle lagune del Mediterraneo si trovano, a parte la *Ruppia*, una certa varietà di altre fanerogame e alghe. Si tratta di *Zostera marina*, *Z. nana* e *Z. noltii*, *Posidonia oceanica* e *P. caulinii*, *Enteromorpha* spp., *Potamogeton pectinatus* e *P. crispus* tra le fanerogame; e di *Cladophora* spp., *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Chaetomorpha* sp., *Ulva lactuca* e altre tra le alghe (vedi opere già citate e Verhoeven 1980a). Nelle lagune l'importanza delle macrofite è enorme. Oltre a produrre ossigeno, esse sono i principali produttori primari che costituiscono l'alimento per gli altri anelli della catena alimentare. Inoltre, le macrofite ospitano varie comunità di invertebrati. In Camargue tra i banchi di *Ruppia* sono state rilevate 60 specie, con densità fino ai 44.000 individui per

mq (Verhoeven 1980 a). Nella laguna di Mazoma, nel Golfo di Amvrakikos, sono state censite 58 specie di invertebrati su *Cymodocea*, *Chaetomorpha* e *Zostera*, con densità di 8.470, 7.265 e 12.170 individui per mq (Nikolaidou e Pitta 1986). Di queste specie, gli insetti, gli anellidi e i molluschi sono di basilare importanza nella catena alimentare, venendo predati anche da vertebrati come pesci e uccelli, specie che si alimentano pure sulla vegetazione e che hanno grande valore ecologico ed economico. La fauna invertebrata delle lagune non è confinata sulle macrofite ma si trova in vari altri substrati.

Oltre alle macrofite, anche il fitoplancton, composto da vegetali monocellulari viventi in sospensione o sul fondo, è responsabile di una certa attività di produzione primaria. La composizione in specie e la densità di individui per unità di volume di acqua, varia con le stagioni e in genere la maggior parte della biomassa fitoplanctonica è costituita da un singolo gruppo tassonomico. Nella laguna di Venezia Diatomee, Coccolitoforidi ed Euglenoidi sono i gruppi dominanti in primavera, i Dinoflagellati in estate, Diatomee e Coccolitoforidi in autunno e Coccolitoforidi e Dinoflagellati in inverno (Voltolina in Subba Rao 1981). Nelle lagune del Delta dell'Ebros sono state riscontrate delle differenze nella composizione specifica e nella densità di fitoplancton nelle varie stagioni; nella laguna di Encanyissada la densità di *Dunaliella* sp. tra gennaio e aprile raggiungeva 2×10^6 elevato alla sesta individui per ml (Comin 1982). Nel Golfo di Amvrakikos, una grande laguna eterogenea, la diatomea pennata *Thalassiothrix frauenfeldii*, durante uno studio effettuato nel giugno 1980, era la specie dominante tra 20, con l'80-90% di individui, per una densità tra $6,6 \times 10^6$ elevato alla quinta e $1,5 \times 10^6$ elevato alla sesta individui per litro (Nikolaidou et al. 1983). La produzione di fitoplancton è fortemente influenzata da fattori ambientali come l'intensità luminosa, le fasi di marea, la temperatura (alternanza delle stagioni) e la chimica delle acque, in particolare la salinità e il contenuto in nutrienti (Subba Rao 1981, Comin 1982). L'eutrofizzazione, cioè l'eccessiva produzione di fitoplancton e fioriture algali, dovuta ad elevata immissione di nutrienti, soprattutto fosforo e azoto, è un fenomeno ricorrente nel Mediterraneo, specialmente in particolari zone come il Mare Adriatico. Il ruolo dei nutrienti nella produzione primaria delle lagune potrebbe non essere paragonabile a quello degli ecosistemi di acqua dolce e necessita ulteriori studi (Nixon e Lee 1981, Nixon 1982). Nelle lagune del Mediterraneo sembrerebbe che la biomassa di fitoplancton sia proporzionale alla concentrazione di nutrienti nell'acqua (Vaulot e Frisoni 1986).

Nei dintorni di molte lagune sono presenti stagni salmastri alimentati dalle maree; essi costituiscono dei sistemi altamente produttivi (vedi più avanti), contribuendo alla produzione primaria di tutto il sistema lagunare. La materia organica decomposta, nota come detrito, vi si trova in abbondanza e rappresenta un importante fonte di energia sotto forma di alimento (Yanez 1981).

Sarebbe strano se l'elevata produttività delle lagune non attirasse varie categorie di consumatori. Effettivamente, una larga parte della materia prodotta non viene utilizzata nell'ambito della laguna ma viene allontanata sottoforma di detrito dai movimenti di marea, mentre una piccola parte viene utilizzata o trasformata all'interno della laguna (Newell 1982). Numerosi animali si cibano di fitoplancton e di macrofite. Tali processi sono molto complicati, soprattutto tra i livelli più bassi di consumatori (vedi Yanez 1981). Per i consumatori secondari, è da notare che un certo numero di gruppi di invertebrati si trovano comunemente nelle acque lagunari. Nel Golfo di Amvrakikos, per esempio, la macrofauna bentonica era costituita, tra le altre, da 77 specie di policheti, 26 di molluschi, 22 di crostacei e 9 di echinodermi (Nikolaidou et al. 1983). Nelle lagune del Delta dell'Evros e negli ambienti di estuario ad esse collegati, sono state rilevate 58 specie di macrofauna bentonica, delle quali circa il 44% erano policheti, il 27% molluschi, il 12% crostacei e il 17% altri gruppi (Gouvis 1988). Nelle lagune di Grado e Marano, nell'Adriatico, la fauna bentonica è composta da 40 specie con una biomassa media di circa 160 gr/mq (Vatova 1979). Alcune di queste specie possono essere presenti con densità molto elevate. Per esempio, nella laguna di Palukia, Delta dell'Evros, il policheto cosmopolita *Hediste diversicolor* raggiungeva i 3.840 individui per mq, e il bivalve *Cerastoderma glaucum* 780 indiv/mq (Gouvis 1988). In lagune costiere della stessa zona l'amfipode *Corophium orientale* era presente con 12.760 ind/mq (sebbene nei canali raggiungesse i 22.840 ind/mq) (Kevrekidis 1988).

Pesci

Inevitabilmente, i vertebrati di laguna maggiormente apprezzati sono i pesci, per il loro valore economico e nutrizionale. L'ambiente lagunare fornisce abbondanti risorse trofiche per lo sviluppo della fauna ittica. I pesci migratori sono presenti in laguna durante varie fasi del loro ciclo vitale, sia come adulti, sia come giovani. I giovani frequentano le lagune che posseggono acque idonee alla loro crescita, per ritornare poi al mare aperto e riprodursi una volta raggiunta la maturità sessuale (Colombo 1977). Oltre al gruppo dei migratori, sono presenti in laguna altre due categorie di pesci: quelli di acqua dolce (Ciprinidi), la cui presenza dipende dall'apporto di acqua dolce dall'esterno, e i "sedentari", che trascorrono l'intero ciclo vitale in laguna (Crivelli, in stampa). Le lagune mediterranee ospitano una grande varietà di specie appartenenti alle famiglie di Acipenseridae, Clupeidae, Cyprinidae, Gobiidae, Anguillidae, Mugilidae, Atherinidae, Sarranidae, Sparidae, Blenidae, Soleidae e altre (Cottiglia 1980, Klener 1985, Burgis e Symoens 1987, Economidis 1991). La dominanza e l'importanza di tali famiglie varia di località in località.

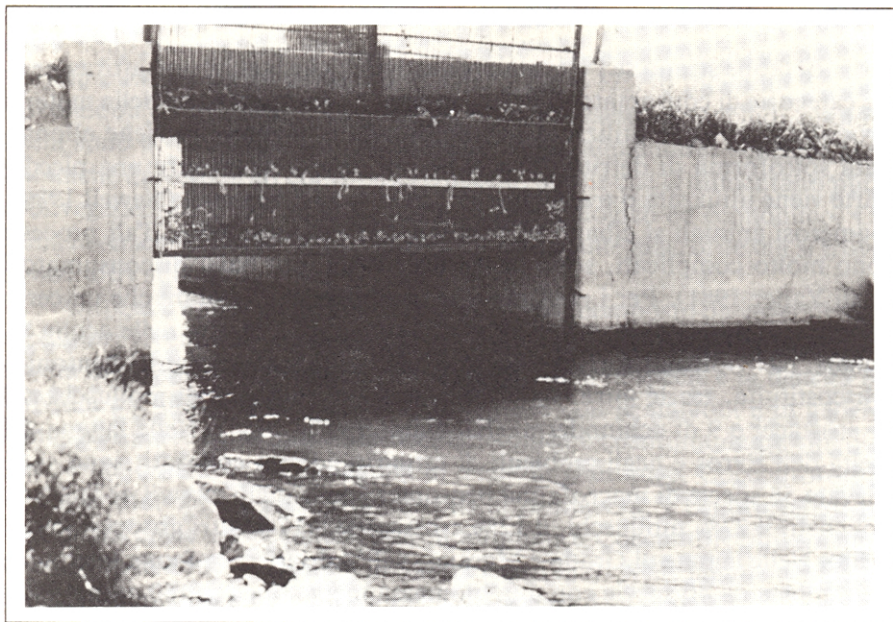


Foto 2 Molte lagune mediterranee hanno strette insenature utilizzate come riserve di pesca.

Uccelli

Le lagune sono parte integrante delle zone umide e svolgono un ruolo particolare nella vita degli uccelli. Le specie più importanti sono quelle acquatiche, come le anatre, gli aironi, i limicoli, i gabbiani e le sterne. Il modo in cui tali gruppi sfruttano ciascuna laguna del Mediterraneo dipende dalle risorse disponibili localmente in corrispondenza di certe fasi del loro ciclo vitale, come durante l'inverno, quando le zone umide del Mediterraneo divengono siti di primaria importanza per gli svernanti (per es. Blondel e Isenmann 1981, Meininger e Mullie 1981, Van Dijk e Ladant 1983, Van Dijk et al. 1986, Athanasiou 1987, Ridgill e Fox 1990). Le lagune vengono utilizzate come siti di alimentazione e rifugio da un gran numero di specie (Ferrer 1982); la loro distribuzione in inverno corrisponde in genere con la disponibilità di macrofite sommerse. Per esempio la presenza giornaliera di Fenicottero e Fischione svernanti nelle lagune della Camargue corrisponde in larga misura a quella di *Ruppia cirrhosa*, mentre la presenza di Folaghe corrisponde a quella di *Potamogeton pectinatus* (Verhoeven 1980b). È stato provato che queste piante (*Potamae* spp.) costituiscono l'alimento principale di Fischione, Folaga e Canapiglia, non solo in inverno, ma anche in autunno (Allouche e Tamisier 1984). Nella stessa area, altre specie acquatiche come la Volpoca utilizzano lagune e saline come siti di alimentazione invernali. La loro dieta comprende *Artemia sa-*

lina, materiale vegetale (alghie) e altri invertebrati acquatici la cui composizione varia notevolmente tra Ottobre e Febbraio (Walmsley e Moser 1981).

Tra le specifiche caratteristiche topografiche delle lagune mediterranee (vedi Fasola et al., in stampa), gli isolotti sono di primaria importanza. Per l'avifauna acquatica svernante essi rappresentano luoghi sicuri per il riposo e soddisfano in parte le necessità degli Anatidi che durante la muta usano frequentare spiagge ed acque basse (Tamisier 1979). Nei delta dell'Evros e dell'Ebro gli isolotti sono utilizzati in particolare dalle oche *Anser* spp. (Ferrer 1982, oss. pers.). Nella laguna di Drana (Delta dell'Evros) le oche svernanti si riuniscono sugli isolotti per pascolare sulla vegetazione a *Puccinellia* sp., mentre le anatre frequentano le pozze d'acqua temporanee per bagnarsi e bere (oss. pers.).

Forse il valore principale delle isole in laguna è legato alla loro funzione di siti di nidificazione per vari limicoli e laridi, alcune specie dei quali sono fortemente minacciate. Per esempio, le più importanti colonie di sterne (*Sterna hirundo*, *S. albifrons* e *S. nilotica*) e alcune specie di gabbiani (*Larus melanocephalus* e *L. genei*) frequentano proprio gli isolotti lagunari dei maggiori delta mediterranei (Atta 1986, Fasola 1986, Fasola et al. in stampa, Goutner e Isenmann in stampa), dove trovano idonei siti di nidificazione e protezione nei confronti dei predatori terrestri (Walmsley, in stampa).

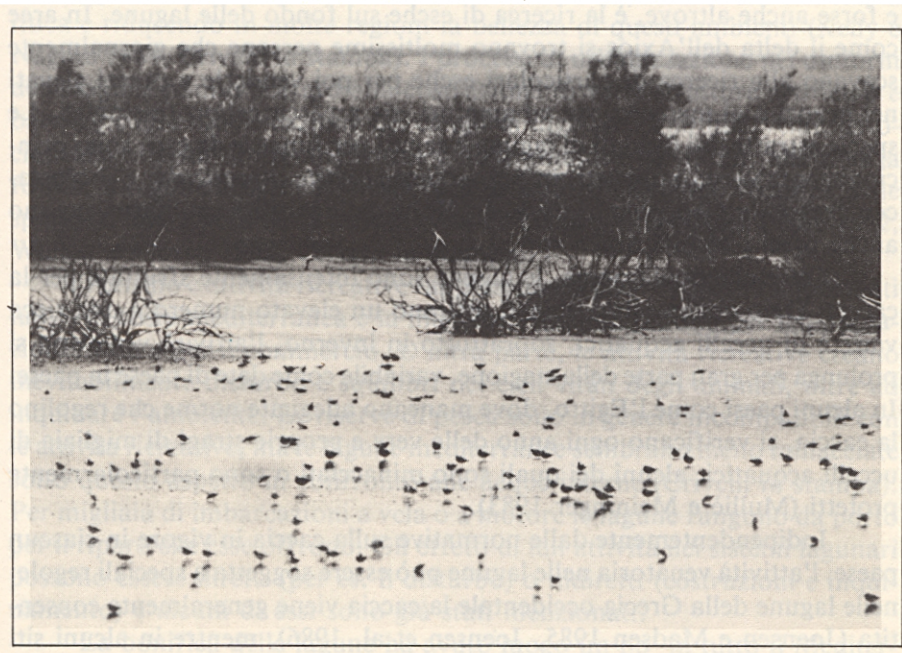


Foto 3 Stormi di limicoli in cerca di cibo sulle distese fangose della Laguna di Drana del Delta dell'Evros in Grecia.

Uomo e lagune

L'uomo è stato legato alle lagune per molti secoli, principalmente per l'elevata quantità di organismi marini eduli che vi trovava: pesci, granchi, gamberetti e molluschi, che sono sempre stati di grande valore nutrizionale ed economico. Tra questi organismi i pesci sono senza dubbio quelli di maggiore importanza. In lagune non inquinate e dove la pesca è praticata non intensivamente, la quantità di pesce può risultare molto elevata ed è vero che la produttività di questi ambienti viene in genere sottostimata (Nixon 1982). Nelle lagune mediterranee la pesca viene selettivamente effettuata su alcune specie migratorie di grande valore economico come anguille, vari Mugilidi, *Sparus auratus*, *Dicentrarchus labrax* e *Atherina* sp.. Queste specie vengono pescate con vari metodi sia in laguna, sia all'uscita della laguna. In molte località viene praticata, oltre alla pesca, anche l'acquacoltura di specie come *Sparus auratus*, *Dicentrarchus labrax*, mitili, ostriche e crostacei (gamberetti) (Crivelli e Ximenes in stampa).

Nel Mediterraneo sono molti i pescatori che lavorano in riserve di pesca lagunari. La quantità del pescato varia a secondo della località (in media 56 kg/ha all'anno (Crivelli in stampa). Sembra che nelle regioni orientali del bacino non si riesca a raggiungere elevate quantità di pescato per le prevalenti condizioni di oligotrofia (Ananiadis 1984).

Un'attività legata alla pesca ma che spesso costituisce una vera e propria professione per molte persone, almeno in alcune zone della Grecia e forse anche altrove, è la ricerca di esche sul fondo delle lagune. In aree come il delta dell'Axios si trovano moltissime persone che giornalmente scavano alla ricerca di particolari esche per poi venderle a prezzi elevati nei negozi o al mercato, sia ad amatori, sia a pescatori professionisti. Le specie estratte dai fondali di lagune e canali per fungere da esca sono principalmente vermi policheti, in particolare *Hediste diversicolor* e il crostaceo decapode *Uboegbia litoralis*. In molte delle località sabbiose vengono anche presi i bivalvi *Solen* spp..

Oltre che per la pesca, le lagune sono intensamente sfruttate per la caccia. Dato che questi ambienti attirano un elevato numero e una ricca varietà di uccelli acquatici, soprattutto in inverno, l'attività venatoria si prolunga per gran parte della stagione, variabile come date di paese in paese. In alcuni paesi come l'Egitto, dove mancano adeguate norme che regolino la caccia, si verificano ogni anno delle vere e proprie stragi di migliaia di uccelli acquatici, alcuni dei quali sono minacciati o sono particolarmente protetti (Mullié e Meininger 1983).

Indipendentemente dalle normative sulla caccia in vigore in ciascun paese, l'attività venatoria nelle lagune può essere soggetta a speciali regole: nelle lagune della Grecia occidentale la caccia viene generalmente consentita (Joensen e Madsen 1985, Joensen et al. 1986), mentre in alcuni siti della Macedonia e della Tracia (Grecia nord-orientale) e nel Delta dell'E-vros, considerate aree particolarmente protette, la caccia è vietata (Gout-

ner e Kazantzidis 1989). Le misure di protezione sono spesso a discrezione degli amministratori locali.

Nei siti non protetti, a parte il gran numero di uccelli uccisi o feriti, un danno ambientale è rappresentato dai residui delle cartucce che rimangono dappertutto. Nelle aree paludose questi si ritrovano soprattutto negli strati più superficiali del fondo (Pain 1991), dove vengono ingeriti dalle anatre mentre si alimentano, determinando elevata mortalità per avvelenamento da piombo (Pain 1990 a, b).

Le lagune mediterranee sono utilizzate dall'uomo in vari altri modi; nelle più grandi si è sviluppata la navigazione: laguna di Venezia, Lago di Tunisi, Lago Manzala in Egitto. In antichi sistemi lagunari, ora trasformati in saline, viene estratto il sale: Camargue, Messolonghi e Alyki Kित्रous (Grecia), Lago di Tunisi. In prossimità delle lagune si sono inoltre sviluppate varie attività legate all'urbanizzazione e all'industrializzazione. Uno dei principali problemi delle lagune mediterranee è l'eutrofizzazione. Ciò è dovuto in gran parte all'eccessivo carico di inquinanti da parte degli scarichi fognari e dei rifiuti delle attività agricole. Inoltre, vari materiali, rifiuti domestici, scarichi di industrie e pesticidi inquinano le lagune. Soprattutto negli anni '80, si è avuta una generale riduzione della circolazione idrica, con conseguente minore ingresso di acqua dolce dall'esterno; ciò a causa dell'azione combinata dei processi di sedimentazione e dei movimenti delle masse d'acqua. L'eutrofizzazione ha così causato il degrado delle lagune e delle acque costiere del Mediterraneo, minacciando la fauna ittica e riducendo in molte regioni la bellezza di questi ambienti (Kelly e Naguib 1984, Crivelli in stampa). I processi di urbanizzazione nei dintorni delle lagune hanno portato alla costruzione di varie strutture artificiali e barriere e alla modificazione dei canali di ingresso. Tali interventi, associati alle attività di manutenzione e all'arginatura dei fiumi, alterano la forma, il regime idrico e la biologia delle lagune, causando erosione delle sponde e alterazioni nella produttività dell'ecosistema (Olsen e Lee 1982, Walker e Mossa 1982, Crivelli in stampa).

Turismo e attività ricreative rappresentano gli sviluppi più importanti lungo la costa mediterranea e la maggiore fonte di reddito per le popolazioni locali e per il commercio. D'altra parte, le attività ricreative creano inevitabilmente disturbo e squilibri nei cicli vitali degli animali, oltre ad inquinare l'ambiente. Le riserve di pesca sono in genere incompatibili con le attività ricreative, ma le lagune mediterranee sembrano meno minacciate sotto questo aspetto in confronto alle acque interne (Crivelli in stampa). Per migliaia di imbarcazioni a vela o a motore le lagune fungono da porto per il riparo che esse offrono. Gli effetti di tali attività nei sistemi lagunari possono essere diretti (per es. il disturbo) o indiretti (costruzioni e inquinamento) e alcuni di essi sono già stati menzionati.

La bonifica delle lagune ha avuto luogo un po' in tutto il Mediterraneo, prevalentemente per scopi agricoli e/o di urbanizzazione. Il prosciugamento, processo irreversibile, ha portato alla totale trasformazione

di molte lagune. Nel complesso di zone umide del Golfo di Thessaloniki, Grecia, una laguna situata alla foce del fiume Loudias fu prosciugata nel corso di un vasto programma di bonifica negli anni '30. Prima di allora essa ospitava una grande colonia di Gabbiano corallino (*Larus melanocephalus*), costretta a spostarsi altrove (Goutner 1986). Un esempio più recente è quello della laguna di Drana (Delta dell'Evros), un'area di grande valore naturalistico prosciugata nel 1987 dai locali e da allora non più ripristinata (Goutner e Jerrentrup 1987).

La gestione delle lagune mediterranee

Gli ambienti naturali di particolare interesse per l'uomo sono oggi soggetti a sfruttamento intensivo e multilaterale. Molti ecosistemi costieri di cui si fa abuso per un aumento dei fabbisogni umani, hanno gravi problemi di sussistenza. Le lagune non hanno avuto una sorte migliore. Tuttavia, ora che le nostre conoscenze sulla loro funzione sono aumentate e la conservazione delle risorse naturali è universalmente accettata, è necessario ripristinare l'equilibrio di questi ambienti e gestirli in modo da poterli mantenere nel tempo.

Come per altri ecosistemi, una domanda basilare da porsi per un'oculata gestione delle lagune è: "quale è il nostro scopo, e con quali mezzi vogliamo raggiungerlo?" Prima di tutto dovremo decidere come sarà utilizzata la laguna: per la pesca e l'acquacoltura e contemporaneamente per lo svernamento degli uccelli acquatici, oppure per la caccia? Dovrà diventare un'attrazione turistica o un'area protetta per la nidificazione degli uccelli coloniali? Queste domande dovrà porsele chi deve gestire il territorio, compito non facile visto il numero di parti interessate e i conflitti che nascono tra loro. Ciò è particolarmente vero per i paesi in via di sviluppo.

La destinazione d'uso di una laguna può essere stabilita anche in base alle richieste delle comunità locali. Le necessità dei locali dovrebbero sempre essere prese in considerazione, anche se spesso le loro richieste guardano al reddito economico, non importa di che provenienza esso sia. Questo atteggiamento negativo si riscontra spesso anche nelle zone dove la conservazione è una tradizione (Tamisier 1991). È difficile convincere i locali ad accettare tipi diversi di uso del territorio, soprattutto quando la loro scelta è dettata dalla tradizione o dalla convenienza. Il ruolo dei politici è spesso controverso al momento di prendere decisioni relative alla gestione del territorio, specialmente nei casi in cui la relativa legislazione lascia dei vuoti che possono essere soggetti a interpretazioni differenti. In molti paesi manca infatti una normativa adeguata e le competenze per una determinata area possono essere suddivise tra vari enti che spesso non hanno la possibilità di collaborare. Ma un minimo di cooperazione tra le parti interessate è sempre necessario quando si deve approntare un piano di gestione. Inoltre, se si vuole mantenere la diversità biologica e la continuità di funzione nei sistemi lagunari, è necessario un certo grado di protezione.

La gestione dovrebbe comunque mirare ad un uso multiplo delle lagune, basato, almeno all'inizio, sui bisogni più vitali. Se un uso multiplo non è possibile, la prima decisione da prendere sarà l'utilizzo primario da parte dell'uomo, quindi gli altri usi che possono essere compatibili con l'obiettivo principale.

La gestione delle lagune per la pesca e l'acquacoltura

Uno dei principali obiettivi della gestione "economica" di una laguna è l'aumento della produttività, soprattutto in termini di ittiofauna e acquacoltura. Le misure pratiche di gestione sembrano a volte di secondaria importanza quando esistono problemi nei rapporti tra i pescatori liberi professionisti e i soci di cooperative. In questi casi, attività come la pesca illegale o il cattivo uso e manutenzione delle reti agli ingressi delle lagune, possono mettere in secondo piano qualsiasi programma di gestione (Kotsonias 1984). Un'altra questione è se si possa incrementare la produzione rispettando i processi naturali e utilizzando metodi come l'allevamento estensivo, oppure l'acquacoltura intensiva. Quest'ultima si è sviluppata nel Mediterraneo negli ultimi 10 anni, in particolare nelle zone più riparate, ed effettivamente pare che le lagune siano le più promettenti aree per questa attività (Barnabè 1990). D'altra parte, sembra che l'allevamento dei molluschi in laguna possa alterare la natura del sedimento (Crivelli in stampa) e che l'uso di gabbie, a parte altri svantaggi, determini inquinamento ed eccessivo deposito di sedimento a causa dei resti di cibo e di feci che si accumulano sul fondo (Barnabè 1990). Vari problemi di natura ambientale e sociale determinati dall'acquacoltura in laguna sono ben riassunti in Kapetsky (1981). Dato che solo poche lagune nel Mediterraneo hanno condizioni favorevoli alla pratica dell'acquacoltura intensiva e che questi ambienti "andrebbero riconosciuti come siti di importanza nazionale e internazionale la cui biodiversità deve essere mantenuta" (Crivelli in stampa), sarebbe preferibile che le attività di acquacoltura si svolgessero in mare aperto o nell'entroterra. L'allevamento estensivo di pesce rimane dunque la più importante attività di pesca da gestire.

Esistono varie tecniche tradizionalmente usate per incrementare la produzione di pesce. Questi metodi, incoraggiati e completati da recenti acquisizioni scientifiche, possono generare un carico sostenibile in laguna. Si tratta delle seguenti tecniche:

1. Una serie di misure possono essere di natura idraulica. Queste consentono di regolare l'ingresso di acqua salata o dolce in modo da aumentare la produttività e dunque il rendimento in pesce (Kapetsky 1981). Per evitare il disseccamento, ridurre la salinità e agevolare la circolazione idrica, può essere realizzato un certo numero di collegamenti con il mare, mantenendoli in modo tale da agevolare i rapidi movimenti di acqua e la cattura delle specie bersaglio. Per attirare un maggior numero di pesci e crostacei migratori le lagune dovrebbero essere alimentate periodicamente

con acqua dolce di buona qualità nelle zone dove manca un'alimentazione naturale e nei casi in cui è disponibile una fonte idrica. Per questo scopo sarebbe bene non utilizzare le acque di scolo provenienti dai terreni agricoli, che andrebbero invece deviate in canali periferici. Nei collegamenti permanenti con il mare potrebbero verificarsi problemi di ostruzione con melma e sedimenti per cui è opportuno effettuare frequenti interventi di pulizia dei canali. Il deposito di sedimento è causato anche dalle derivazioni di acqua dolce tra laguna e laguna e può seriamente minacciare la loro esistenza (Hervé e Bruslè 1981).

2. Per proteggere la fauna ittica durante l'ibernazione, possono essere realizzati dei canali alla periferia delle lagune. Questi interventi possono essere costosi e, a seconda della velocità di deposito dei sedimenti, dover essere ripetuti periodicamente. Nel caso di lagune con acque basse, tali canali possono fungere anche da barriere contro la pesca e la caccia illegali oltre ad evitare l'ingresso di mandrie di bestiame al pascolo, soprattutto dove vi siano isolotti con uccelli acquatici nidificanti. In Grecia il materiale di risulta dei lavori di dragaggio è stato usato spesso per interrare molti stagni salmastri con gravi conseguenze per l'ambiente naturale; ciò è successo per esempio nelle lagune di Porto Lagos (oss. pers.) e di Messolonghi (Pergantis 1988). Questo materiale può essere invece utilizzato proficuamente per altri aspetti della gestione: per esempio la manutenzione degli argini, necessaria di tanto in tanto. Questi possono essere erosi dal vento, soprattutto quando sono composti in buona parte da sabbia. Oppure per la gestione degli habitat degli uccelli. Una proposta di gestione di questo tipo dovrebbe comunque tenere conto degli svantaggi che derivano dalla costruzione di canali in una laguna: a) alterano il valore estetico di alcune lagune con la realizzazione di argini, b) modificano la circolazione idrica, alterando la funzione stessa della laguna, c) richiedono frequenti interventi di dragaggio a causa dei processi di sedimentazione. In alcuni casi sarebbe meglio realizzare un bacino invernale per i pesci ai margini della laguna.

3. Sembra che, per la combinazione di vari fattori come la pesca eccessiva o il blocco dei canali di accesso con attrezzatura da pesca di piccole dimensioni, la mancanza di un sistema di permessi e di stagioni chiuse alla pesca, abbia condotto ad una errata gestione della fauna ittica nelle lagune del Mediterraneo come di altre zone (Kapetsky 1981, Kotsonias 1984, Pergantis 1988). Dove si è provveduto a regolare tali fattori, si è ottenuta una ripresa e un aumento del rendimento produttivo; ciò si è verificato nella laguna di Bardawil in Egitto (Kapetsky 1981). Senza dubbio la gestione delle risorse non può avere successo senza adeguati studi sulla biologia degli ambienti e delle specie che si intendono gestire. Questi studi possono risolvere problemi di tipo tecnico come per es. l'uso di trappole alternative che permettano la migrazione dei pesci (Kapetsky 1981), ma servono anche ad approfondire i nostri livelli di conoscenza per una migliore comprensione degli ecosistemi (Halim e Guerguess 1981). Tuttavia,

quando si devono gestire specie particolari, a volte anche dopo seri e approfonditi studi, non si riesce con facilità a fornire suggerimenti pratici per la gestione (Gatto et al 1982), fatto questo che dimostra la complessità del problema.

La gestione delle lagune per la conservazione dell'avifauna

Gestire le lagune con l'obiettivo di proteggere gli uccelli può significare semplicemente rendere l'ambiente idoneo a questi animali. A questo scopo bisogna evitare di disturbarli durante lo svolgimento delle loro normali attività giornaliere: alimentazione, nuoto, riposo, sonno; ciò vale anche per le fasi delicate del loro ciclo vitale come la muta, l'accoppiamento, la nidificazione, così come in condizioni ambientali molto sfavorevoli, per esempio precipitazioni nevose prolungate o temperature molto basse.

In inverno, il principale fattore di disturbo nelle zone umide è la caccia. Tra i fattori limitanti che possono influire sulle dimensioni delle popolazioni di avifauna acquatica, sembra di particolare rilievo l'estensione dell'area vitale, soprattutto nel tardo inverno (Scott 1982 a). Dato che gli uccelli tendono a rifugiarsi nelle aree chiuse alla caccia, un'efficace misura di protezione potrebbe essere il divieto di tale attività nelle lagune di maggiore importanza. Proteggere un certo numero di lagune di limitata estensione con caratteristiche ambientali tali da essere utili ad una buona varietà di specie è preferibile rispetto a proteggere un'unica laguna, grande, ma relativamente povera. Molte specie di uccelli acquatici fitofagi hanno una dieta simile (Allouche e Tamisier 1984) e attirare troppi animali in una stessa area può determinare forte competizione. Bisognerebbe dunque evitare il sovraffollamento che può essere causa di esaurimento delle risorse trofiche e di diffusione di malattie (Goutner e Kazantzidis 1989). Per evitare gli effetti dell'avvelenamento da piombo bisognerebbe vietare di sparare lungo le rive delle lagune protette, creando delle zone cuscinetto sufficientemente estese.

Come è già stato evidenziato, la gestione delle lagune per le colonie nidificanti di uccelli acquatici è di primaria importanza. Particolarmente utile per molti interventi di gestione può risultare l'uso di materiale proveniente dalle attività di dragaggio, costituito da ghiaia e sabbia (Walmsley, in questo volume). L'uso di questo materiale per il rifacimento degli argini può attirare anche uccelli terrestri che nidificano in buchi. Nella laguna di Drana, per esempio, gli argini perimetrali ospitavano annualmente colonie di almeno 10.000 coppie di Topino (*Riparia riparia*). Ciò aveva determinato una considerevole erosione, accelerando gli effetti distruttivi del maltempo. La ricostruzione degli argini ha consentito la conservazione di queste colonie. Il materiale di risulta può essere utilizzato anche per la costruzione e la manutenzione di piccoli isolotti, se necessario. Se utilizzate con le già note tecniche e se queste vengono ben applicate (Giles 1969, Harrison 1976, IWRB 1976, Scott 1982b), ghiaia e sabbia possono

essere uno strumento utile per attirare nidificanti in una laguna. Tuttavia, nei casi in cui non si siano verificate precedenti nidificazioni, bisognerebbe prendere cautele nell'attrarre popolazioni nidificanti da aree vicine che abbiano un ambiente più idoneo e migliori opportunità di nidificazione. Dunque, prima di costruire isolotti artificiali per attirare gli uccelli, bisogna prendere in esame tutti gli aspetti correlati. Forma e dimensioni degli isolotti artificiali dovranno dipendere dalle specie che si intendono attirare. Oggi sono disponibili molte informazioni sulle esigenze ambientali della maggior parte delle specie mediterranee.

qPer esempio, se si vogliono attirare l'Avocetta (*Recurvirostra avosetta*) e le sterne, possono essere appropriati gli isolotti con rive basse, vegetazione sparsa e conchiglie di bivalvi a terra. In genere, i bivalvi come *Cerastoderma* spp. sono abbondanti nei substrati lagunari per cui le conchiglie vengono normalmente depositate sulle spiagge dalle onde. In questo tipo di ambiente la vegetazione alofila si insedia e cresce velocemente, quindi non è consigliabile la semina artificiale (Buckley & Buckley 1978). Sia negli isolotti di origine naturale che in quelli artificiali la vegetazione va tenuta sotto controllo e gestita adeguatamente. A questo scopo è utile tenere presente che in genere le specie possono manifestare una certa plasticità nelle abitudini di nidificazione. Per esempio, il Gabbiano corallino e la Sterna zampanera (*Sterna nilotica*) possono nidificare sia nella vegetazione densa (Goutner 1987), sia sulla sabbia nuda. Inoltre, gli uccelli coloniali acquatici formano spesso colonie miste (Fasola et al., in stampa). Questo comportamento dipende in genere dalla disponibilità di idonei siti di nidificazione. Nel gestire gli isolotti lagunari dovremmo mirare a fornire l'habitat ottimale alle specie oggetto di interesse. Può accadere che i siti sottoposti a gestione attiva attirino specie indesiderate come il Gabbiano reale (*Larus cachinnans*), in espansione e in aumento in tutto il Mediterraneo. Questa specie compete con successo sulle isole e nelle zone umide costiere con altre specie rare e importanti come il Gabbiano corso e varie sterne, allontanandole dai loro siti di nidificazione e predando uova e pulcini. Solitamente il Gabbiano reale si riproduce prima degli altri Laridi (Fasola et al., in stampa). Per prevenire l'invasione degli isolotti lagunari da parte di questi uccelli, è possibile, all'inizio di marzo, cioè prima che abbia inizio la nidificazione, ricoprire le aree interessate con dispositivi formati da corde tese in un telaio (Fig. 1). Questo metodo si è dimostrato efficace negli interventi di controllo di *Larus delawarensis* in Canada (Blokpoel e Gaston 1983). Le corde vanno rimosse quando, tra la fine di Aprile e l'inizio di Maggio, arrivano le altre specie. Il metodo presenta alcuni svantaggi (Bolkpoel e Gaston 1983) e non è stato ancora sperimentato nel Mediterraneo, ma è comunque più vantaggioso e umano rispetto all'eliminazione selettiva e all'uso dei bocconi avvelenati. Infine, una migliore gestione dei rifiuti e delle discariche costituirebbe un'efficace misura per il controllo di specie come il Gabbiano reale e il Gabbiano comune.

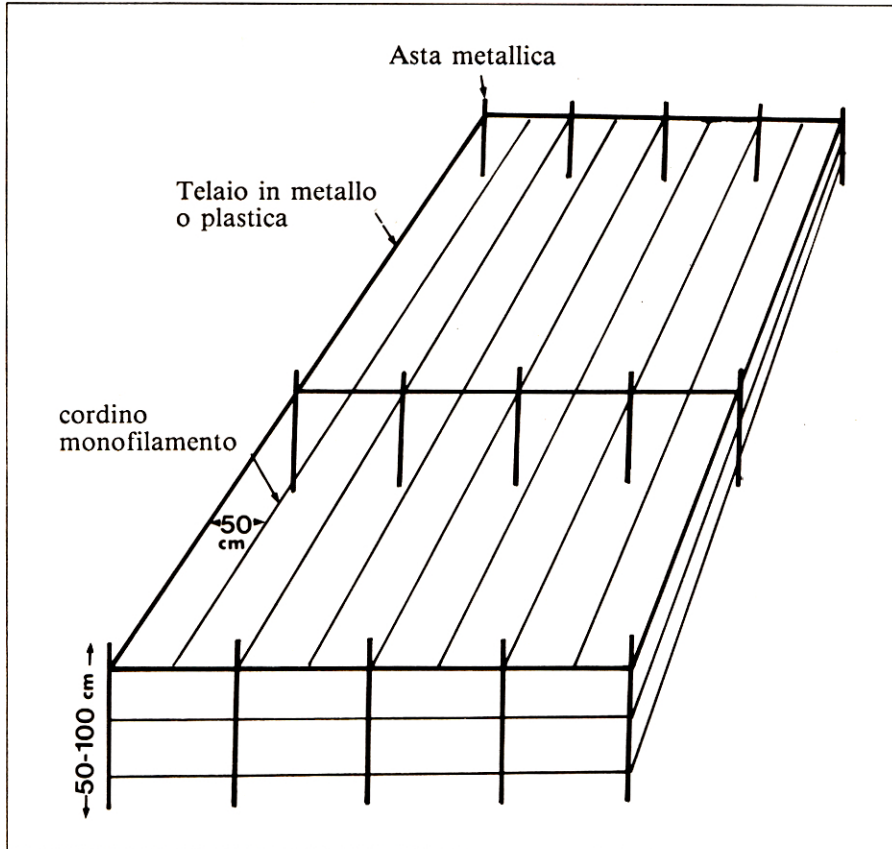


Fig. 1 Dispositivo utilizzato per impedire ai Gabbiani reali di nidificare sugli isolotti lagunari. Da Blokpoel e Gaston (1983).

Stagni salmastri

Descrizione

Si tratta di zone paludose alofite, naturali o semi-naturali, generate dal deposito di sedimenti di origine alluviale in acque salse, il cui livello può fluttuare con o senza le maree. Perché tali ambienti possano evolversi, sono necessarie aree costiere pianeggianti e protette, dove i sedimenti possano depositarsi senza venire erosi dall'azione delle onde. L'insediamento della vegetazione favorisce il deposito dei sedimenti che arrivano attraverso i movimenti di marea o gli immissari. L'accrescimento in senso verticale dei bacini palustri dipende principalmente dalle maree e dalle onde, dal tipo e dalla quantità dei sedimenti e dalla capacità di piante ed erbe di trattenere il terreno (Carter 1988). Negli stagni salmastri si trova una grande varietà di specie eurialine che formano un mosaico, la cui composizione differisce

notevolmente tra il limite inferiore e quello superiore dello stagno, generalmente per differenze nei micro-habitat. Dei sei diversi tipi di stagni distinti da Beeftink (1977) in base alla salinità e ai movimenti di marea, quelli del Mediterraneo appartenerebbero principalmente al tipo “di estuario” o “lagunare”; questi si trovano in genere attorno a lagune, estuari o delta fluviali. Per le scarse precipitazioni sulla costa, gli stagni salmastri del Mediterraneo si estendono spesso verso l'entroterra, venendosi a formare in seguito ad infiltrazioni di acque saline e ad evaporazione. Questi fenomeni sono causati a volte da erronee pratiche di gestione, con il risultato che vengono a formarsi steppe salate - “saline idromorfe” secondo Chapman (1960), diverse dalle “automorfe” che hanno una salinità primaria dovuta alla composizione minerale del substrato.

Gli stagni salmastri del Mediterraneo sono di grande interesse per la loro unicità. La grande varietà fisionomica e la struttura fitosociologica di questi ambienti sono fortemente influenzate dalla posizione geografica e dalla vicinanza o dell'oceano Atlantico o del continente asiatico. Il Mediterraneo, in base alla diversità delle sue comunità alofitiche, è stato suddiviso in cinque sub-regioni. La descrizione è basata sulle informazioni di Gehu e Rivas Martinez (1984) e Gehu (1984).

a) La zona Mediterraneo-Atlantica (A in Fig.2) è quella che segna il confine tra i due mari e include la penisola iberica sud-occidentale e la costa nord-occidentale del Marocco, con elementi di entrambi i mari, oltre che comunità vegetali specifiche.

b) La zona Mediterraneo-Tirrenica (B in Fig.2) comprende la costa orientale della Spagna con le Isole Baleari, la costa mediterranea della Francia e la Corsica, le coste italiane, eccetto l'Adriatico settentrionale, con Sardegna e Sicilia. Il settore orientale di questa zona è caratterizzato da elementi Atlantico-Mediterranei. Sono presenti siti protetti di importanza internazio-

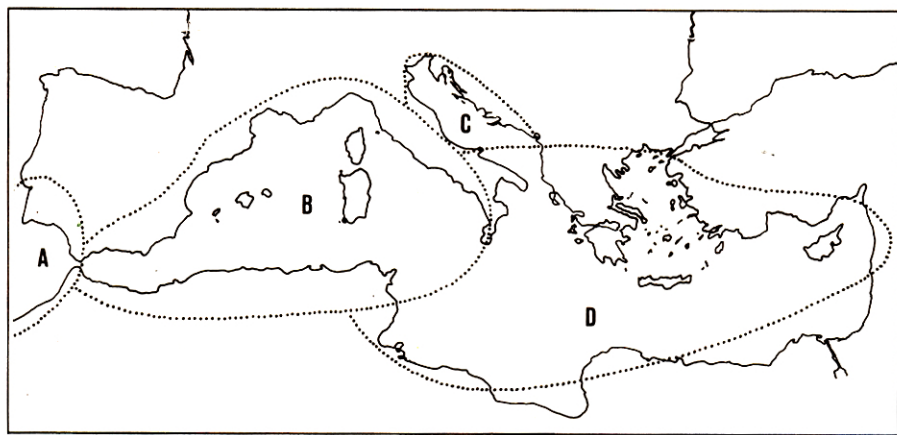


Fig. 2 Sub-regioni della fascia costiera mediterranea distinte in base alle differenti caratteristiche delle comunità alofitiche. Adattato da Ghu e Rivas-Martinez (1984).

nale con vaste aree paludose. Ambienti simili in Spagna sono Punta Santa Elena, Santa Pola, Mar Menor, Horta e Camp de Morvedre, Delta dell'Ebro e altri siti nelle Baleari. In Francia si trovano diverse associazioni nelle regioni del Languedoc e della Camargue. In Italia gli stagni salmastri più importanti sono la Tenuta di Tombolo, Scarlino, Orbetello sulla costa tirrenica, la laguna Salinelle, Salina di Margherita di Savoia e laguna di Lesina sulla costa adriatica. Sardegna e Sicilia hanno alcuni ambienti salmastri unici ma recentemente molto ridotti.

c) La Zona dell'Adriatico settentrionale (C in Fig.2), con elementi Euro-siberiani e Mediterranei, dà un carattere di unicità a questa regione biogeografica. Le aree più importanti, cioè la lagune a Nord e a Sud di Venezia, il Delta del Po e le Valli di Comacchio, presentano associazioni con caratteri sia Mediterranei che Euro-siberici, ma ospitano anche endemismi propri della zona.

d) La Zona Mediterranea Orientale (D in Fig.2) comprende Grecia e Turchia. Per la Turchia sono disponibili solo scarse informazioni di base, mentre per la Grecia si ha qualche dato sulle principali zone umide costiere e su alcune isole, sebbene studi completi siano stati compiuti solo in alcune di queste aree, come il Delta dell'Evros (Babalonas 1979, 1980, 1981). Questa zona ha caratteri fitosociologici particolari, intermedi tra quelli mediterranei e quelli est-asiatici.

Nelle zone sopra menzionate vi sono delle peculiarità dal punto di vista fitosociologico, dovute alla complessità del sistema. Si rimanda a questo proposito a lavori più specialistici (Chapman 1960 e Gehu 1984).

Le zone di cui sopra comprendono anche parti delle coste del Nord Africa. Sebbene manchi una indagine sistematica e dettagliata degli stagni costieri di questa regione, in molti lavori vengono citate le paludi costiere del Marocco (Marais de Moulaya, Morgan 1982a), i "chotts" tunisini e algerini (Morgan 1982) e gli isolotti dei "laghi" costieri egiziani (Meininger e Mullè 1981). Sono comunque necessari nuovi dati sugli stagni salmastri del Nord Africa.

Funzione ed ecologia

Gli stagni salati sono tra gli ecosistemi più produttivi ed è stato il lavoro dei primi ecologi negli anni '60 e '70 che ha rivelato la funzione e il valore di questi ambienti. Questi studi hanno modificato la diffusa opinione che paludi e stagni fossero "terra bruciata" e che il loro unico possibile destino fosse la bonifica. Meritano di essere citati i lavori di Odum, Teal e collaboratori, svolti nel Nuovo Mondo. Questo tipo di indagine manca a tutt'oggi negli stagni del Mediterraneo che, come già evidenziato, presentano molte peculiarità e si evolvono in condizioni ambientali molto particolari (per es. bassa escursione di marea, con il risultato di una scarsa produttività). Tuttavia, dato che le relazioni trofiche e i flussi di energia negli stagni salmastri hanno caratteristiche simili in tutto il mondo (Beef-tink 1977), possiamo brevemente delineare le funzioni di questi ambienti in base ad informazioni ricavate altrove.

Vi sono alcune unità funzionali sulle quali si basa la produzione primaria in uno stagno salato. In primo luogo, i principali produttori, responsabili dai due terzi ai tre quarti della produzione, sono piante alofile capaci di svilupparsi nella zona intertidale. Malgrado la limitata ampiezza di marea nel Mediterraneo, il tipo di area dove si estendono gli stagni salmastri è in genere pianeggiante e poco elevato rispetto al mare, per cui la marea riesce a coprire vaste superfici di stagni costieri. Qui la produzione primaria si riflette in un aumento delle piante palustri per i processi fotosintetici che avvengono durante la bassa marea. La produzione varia a secondo delle specie vegetali, delle loro relazioni dinamiche e dei fattori ambientali come l'ampiezza di marea e il regime idrico generale, l'esposizione, la salinità, le condizioni climatiche e il sedimento (Odum e Fanning 1973, Beeftink 1977, Carter 1988).

Altri organismi produttori, di secondaria importanza, sono varie alghe - in prevalenza diatomee - che vivono nel substrato fangoso della zona intertidale e, infine, fitoplancton e piante microscopiche in sospensione. Le prime, così come le alofite, contribuiscono alla produzione durante la bassa marea, mentre i vegetali in sospensione durante l'alta marea. Il contributo di questi organismi alla produzione primaria dipende da vari importanti fattori ambientali come l'azione delle maree e, più in particolare, la disponibilità di nutrienti. Fenomeni come le crisi distrofiche (vedi capitolo sulle lagune) non sono nient'altro che improvvisi aumenti di fitoplancton o macrofite, dovuti a eccedenza di nutrienti.

Una porzione relativamente piccola della materia prodotta viene utilizzata da altri organismi dell'ecosistema: alcuni granchi, insetti, pesci, uccelli e mammiferi. La maggior parte dei macro-invertebrati non intervengono direttamente sulla vegetazione alofila (Kraeuter e Wolf 1974), in quanto le piante devono essere prima decomposte dai batteri per poter essere consumati da altri organismi quali granchi, anfipodi, anellidi, nematodi, bivalvi, gasteropodi e altri molluschi. Questi detritivori si cibano infatti di materiale parzialmente decomposto (Teal 1962). Anche dopo che una parte della produzione primaria viene consumata dai detritivori e dagli animali superiori, una considerevole parte di materia rimane disponibile. Questa si decompone e rimane nello stagno oppure è in parte trasportata a distanza dai movimenti di marea entrando a far parte del più vasto ecosistema paludoso e alimentando la grande diversità e abbondanza di animali presenti in genere nelle zone umide.

Importanza e utilità degli stagni salati

La produttività degli stagni salmastri come valore in sé stessa, ha importanti applicazioni, sia per la fauna, sia per l'uomo, nelle nuove prospettive di conservazione e gestione di queste risorse naturali.

Utilizzo da parte degli animali superiori

Le varie specie animali che utilizzano le piante degli stagni come alimento, direttamente o come detrito, sono già state brevemente menzionate.

A parte il fatto che la produzione primaria innesca il flusso di energia dello stagno, vari animali superiori utilizzano l'ecosistema in vari modi. Molti uccelli, in particolare specie acquatiche, si alimentano negli stagni in varie fasi del loro ciclo vitale. Granivori come oche, Fischione e Alzavola in inverno si nutrono almeno in parte sulle piante stagnali (Tamisier 1971, Cadwaladr e Morley 1974, Petersen 1982). Consistenze troppo elevate di animali possono a volte determinare la scomparsa di determinate specie di piante e ritardare il processo di successione vegetazionale (Joenje 1985), ma contemporaneamente producono sostanza organica che può essere trasportata nelle vicine acque di estuario per ulteriori usi nella catena alimentare (Smith e Odum 1981). Nel Delta dell'Evros la maggior parte di uccelli di ripa migratori si alimentano in primavera in stagni temporanei non soggetti alla marea e su steppe salate (prevalentemente coperte da vegetazione sparsa a *Holocnemum strobilaceum*) che, soprattutto negli anni con abbondanti precipitazioni piovose, sono ottimi siti di alimentazione (Goutner e Kazantzidis 1989). Insetti, crostacei e anellidi sono abbondanti fino a quando l'acqua evapora, alla fine di giugno - luglio, a meno che non si fornisca acqua artificialmente (Goutner 1985). Nella stessa area, *Numenius tenuirostris*, specie di chiurlo minacciata a livello mondiale, è stata osservata nella maggior parte dei casi negli stagni salmastri (Goutner e Handrinos 1990).

Le piante degli stagni salati non sono utili agli uccelli solo come alimento. La vegetazione offre riparo in caso di condizioni ambientali sfavorevoli, così molte specie di gabbiani, sterne e limicoli nidificano tra le piante in modo che uova e pulcini siano nascosti ai predatori e riparati dal caldo sole estivo e dai forti venti. Tale vegetazione domina su vari isolotti lagunari e le diverse specie di piante sono preferite o evitate a seconda dei fabbisogni dei singoli uccelli (Goutner 1987).

Gli stagni periodicamente coperti dalle maree forniscono rifugio dai predatori e abbondante cibo sotto forma di alghe, detriti vegetali e materia inorganica. Nei mesi più caldi ospitano abbondanti popolamenti ittici (per es. di Mugillidi) - oltre che di crostacei economicamente importanti come i gamberetti (Shanholtzer 1974, Boesch e Turner 1984). Nel Mediterraneo, tuttavia, ciò si verifica solo in alcune limitate zone di Italia e Tunisia.

Utilizzo da parte dell'uomo e relativi problemi

Gli stagni salmastri sono stati da sempre utilizzati dall'uomo per vari scopi. Nel Mediterraneo gli usi principali sono i seguenti:

Pascolo

In alcuni stagni del Mediterraneo si pratica il pascolo estensivo con grosse mandrie di bovini, ovini e caprini, mentre cavalli, tori, conigli e nutrie pascolano in regioni come la Camargue (Basset 1980). In questi luoghi gli animali vengono utilizzati per turismo, produzione di carne ed esperimenti legati al controllo e alla gestione della vegetazione. Nel Mediterraneo l'amministrazione del bestiame è molto libera; gli animali vengono costretti

a compiere determinati tragitti tra una zona umida e un'altra, oppure lasciati pascolare allo stato brado per tutto l'anno, riproducendosi senza alcun controllo. In questo modo i proprietari di bestiame riescono a trasformare la vegetazione delle zone umide senza alcun costo. La perdita di bestie è dovuta a malattie o a intensi freddi invernali. Questo tipo di conduzione, almeno negli stagni costieri della Grecia, porta ad un rapido degrado e alla definitiva scomparsa di questi ambienti.

Il pascolo del bestiame in stagni e paludi è basato sull'abbondante produzione di varie specie di erbacee eduli, come *Puccinellia*, *Agrostis*, *Festuca*, *Limonium*, *Halimione*, *Suaeda*, ecc. In alcune aree del Mediterraneo il numero di oche è limitato, e quando non lo è queste vengono allontanate dai pascoli paludosi (in Fox et al. 1991), per cui il loro impatto si può considerare ridotto. Tuttavia, in alcune aree della Tunisia, Spagna e in Camargue il numero di questi animali è in aumento (Crivelli, com. pers.). Le mandrie di bestiame e di oche sono legate a determinate specie di piante e la loro pressione sugli stagni varia in dipendenza da alcuni fattori come la disponibilità di zone preferenziali di alimentazione, il numero di animali, l'intensità di pascolo, la digeribilità, le caratteristiche fisiche e il valore nutritivo delle piante, le preferenze stagionali associate alla crescita delle piante e al disturbo da parte delle mandrie stesse (Daiber 1986). Un pascolo molto intenso, con l'associato calpestio, influisce negativamente sulla composizione in specie, sulla crescita e sulla produzione della vegetazione stagnale, con il risultato della scomparsa delle specie più sensibili o di variazioni morfologiche o altri adattamenti. Uno stagno soggetto a pascolo tende ad una riduzione della produzione primaria, del detrito e della fauna invertebrata e può inquinare eventuali allevamenti di molluschi nelle vicinanze (Reimold et al. 1975); può inoltre presentare una maggiore diversità di specie vegetali ma una minore altezza delle piante e una minore copertura vegetale e, in generale, un ambiente più uniforme e quindi frequentato da un minor numero di specie ornitiche (Daiber 1986).

Bonifiche

Dopo la metà di questo secolo la maggior parte delle zone umide mediterranee sono andate incontro a un rapido degrado a causa dei progetti di sviluppo agricolo. Tali progetti prevedevano vaste opere di bonifica in combinazione con deviazioni dei maggiori corsi fluviali. Gran parte dei delta mediterranei furono prosciugati con relativa facilità e i terreni si resero velocemente disponibili. Oggi in molti paesi del Mediterraneo gli stagni salati sono considerati terra di nessuno; ciò si può dedurre dall'atteggiamento dell'uomo nei confronti di queste aree (rifiuti di ogni genere, materiale proveniente da scavi, ecc), ma non c'è dubbio che si tratti di terreni difficili da coltivare. Tra gli interventi normalmente effettuati per prosciugare uno stagno vi sono lo scavo di canali per abbassare permanentemente il livello dell'acqua, la costruzione di argini lungo la spiaggia per isolare il bacino dal mare, l'eliminazione dell'acqua, l'essiccamento e il liscivamento del fondo. Altri metodi più complessi, utilizzati nelle regioni con ampi movimenti di marea per migliorare

le caratteristiche del suolo delle zone bonificate (Chapman 1960, Beeftyink 1977), non hanno avuto molto successo nel Mediterraneo. Ciò è dovuto forse ai costi elevati e alla carenza di personale qualificato, oltre a peculiarità ambientali come l'assenza di maree forti. Nel Mediterraneo, dove l'evaporazione in estate supera le precipitazioni (Hopkins 1985), le temperature molto elevate trasformano velocemente gli stagni prosciugati in steppe salate. Nelle zone umide costiere della Grecia vi sono vastissime aree di stagni salmastri che, a causa delle bonifiche, hanno perso i loro valori ecologici, ricreativi, didattici, ecc, e oggi non sono nient'altro che steppe salate in abbandono.

Attività industriali

Una delle più importanti attività industriali sviluppatasi negli stagni salati è la produzione di sale. Vaste aree di stagni naturali furono trasformate a questo scopo in saline commerciali. Tralasciando la potenziale utilità di questi ambienti per la fauna selvatica, l'estrazione del sale distrugge irreversibilmente stagni e paludi naturali. Oggi le saline del Mediterraneo vengono abbandonate sempre di più e trasformate in allevamenti ittici (Walmsley, in questo volume).

Una conseguenza delle attività industriali che danneggia stagni ed ecosistemi correlati, è l'inquinamento proveniente da stabilimenti, terreni agricoli e fognature. Altre minacce per gli stagni sono l'urbanizzazione e tutte le attività ad essa associate che distruggono e degradano la fascia costiera (Beeftink 1977).

Altre attività

Nelle zone umide costiere del Mediterraneo, e quindi in tutti gli stagni salmastri è diffusa la caccia agli uccelli acquatici. In molte aree manca qualsiasi controllo dell'attività venatoria. In Grecia negli stagni costieri i cacciatori usano costruire capanni con materiali reperiti localmente. La densità di questi nascondigli è molto alta (fino a 10 o più per ettaro). La vegetazione viene distrutta, si accumulano i rifiuti e si formano vasti depositi di pallini di piombo sui fondali (Pain 1991).

La raccolta di piante a scopo alimentare (*Salicornia*) od ornamentale (*Limonium*), la cattura di esca, la fotografia naturalistica, le attività di ricerca scientifica in campagna e le attività ricreative sembrano essere ancora limitate e non danneggiano gli stagni, sebbene possano creare qualche disturbo a livello locale. Molte di queste attività sono a volte scoraggiate dal terreno fangoso e dalla grande quantità di zanzare che si riproducono negli stagni e nelle acque ferme circostanti.

Altri valori degli stagni salmastri

Le attività antropiche come gli interventi per il controllo delle inondazioni, le modificazioni degli alvei fluviali, le bonifiche, il prelievo di acqua dal sottosuolo per l'irrigazione, la navigazione, insieme ad un globale

aumento del livello del mare, determinano un incremento dell'erosione delle coste. Il ruolo degli stagni costieri nella protezione dall'erosione del litorale è estremamente importante. Gli stagni si sviluppano su spiagge degradanti sul mare e anche verso l'entroterra. Quelli più vicini al mare hanno la funzione di dissipare le onde e catturare le particelle in sospensione, incoraggiando la colonizzazione di altre piante (Benner et al. 1982). Le radici delle piante stabilizzano e rinforzano questi sedimenti. Queste proprietà limitano l'azione erosiva del mare (Knutson 1988) e sono state sfruttate in diverse aree costiere dove, con successo variabile (Knutson et al. 1981), si è favorita la formazione di stagni mediante la piantumazione di appropriate essenze vegetali. Alla luce di queste prove dell'importante funzione degli stagni per la protezione della costa, diventa ancora più urgente conservarli e proteggerli da degrado e scomparsa.

Altri interessanti aspetti degli stagni salmastri sono quelli connessi alle possibilità di effettuare indagini scientifiche, per esempio sull'ecologia e la produttività dei sistemi naturali "giovani", sul loro valore come riserve genetiche per varie specie vegetali e come sistemi di depurazione delle acque (Beefink 1977).

La gestione degli stagni salmastri

I valori ambientali propri degli stagni salmastri dovrebbero essere ufficialmente riconosciuti in modo che i pochi ancora esistenti nel Mediterraneo possano essere protetti. Sebbene siano disponibili dati sugli stagni di alcune parti del Mediterraneo, con notizie sia sulla fitosociologia, sia sulle minacce al loro ecosistema (Dijkema 1984), non si può dire che non manchi un vero e proprio inventario di tutti gli stagni del Mediterraneo. Dovendo fronteggiare un degrado generalizzato degli ambienti marini, costieri e di acqua dolce, sarebbe di grande importanza uno studio dettagliato sulle risorse presenti negli stagni salmastri. Nella maggior parte dei paesi mediterranei questi ambienti sono considerati di nessun valore, perciò molti sforzi dovranno essere diretti alla gente, perchè divenga consapevole delle loro funzioni e importanza. Inoltre, si dovranno chiarire e valorizzare tutti i processi naturali che intervengono nella formazione e nel mantenimento delle zone umide costiere, processi che interessano tutte le componenti fisiche legate agli stagni cioè terra, mare e aria (Knutson 1988). Tutto ciò viene detto per sottolineare quello che è già stato scritto per le lagune: la gestione dell'ambiente richiede sia la conoscenza dei processi che vi si attuano, sia la consapevolezza dei bisogni della gente, la cui collaborazione e sostegno possono essere molto importanti.

Gli stagni salmastri formalmente protetti possono essere sottoposti a vari interventi gestionali. Il miglior tipo di gestione è comunque la protezione (dei loro processi naturali) o le misure di controllo in caso di interferenze antropiche interne o esterne (Ranwell 1972, Beefink 1977). Le interferenze di tipo esterno sono l'inquinamento o le introduzioni di specie estranee. Queste ultime non rappresentano, almeno per il momento, un grosso problema

per il Mediterraneo, mentre l'inquinamento, in aumento in tutto il bacino, può essere un serio problema. Il controllo di questo fenomeno è molto difficile, non solo per l'indifferenza di molti paesi al problema e quindi la riluttanza a regolamentare lo scarico degli inquinanti, ma anche per il fatto che molti grossi fiumi attraversano più di un paese prima di raggiungere il mare. Purtroppo il coordinamento delle azioni di controllo dell'inquinamento è fortemente carente e intensifica il problema. Parte dell'inquinamento marino è dovuto a scarichi di sostanze oleose, conseguenza del trasporto tra i numerosi porti distribuiti in tutto il Mediterraneo (Lambertini e Leonzio 1986) e al rilascio diretto in mare da parte delle petroliere, specialmente lungo rotte come quella tra il canale di Suez e l'Italia nel Mediterraneo orientale. Anche le piattaforme petrolifere, come quelle nei pressi del Delta del Nestos e a Corfu (X. Gremillet, com. pers.) in Grecia, sebbene non molto diffuse nel Mediterraneo, possono causare inquinamento. Mancano informazioni dettagliate sugli effetti di questo tipo di inquinamento nel Mediterraneo, ma in generale si può dire che esso danneggia gli stagni costieri (Beeftink 1977). Gli idrocarburi, spinti dalle maree, restano intrappolati tra la vegetazione stagnale causando gravi danni agli uccelli (Ranwell 1972).

Le interferenze di tipo interno, come la raccolta di piante, il pascolo, la caccia, le bonifiche, l'estrazione del sale e la trasformazione delle coste, possono essere fronteggiate con appropriate misure di protezione (Ranwell 1972, Beeftink 1977).

Il pascolo viene in certi casi utilizzato come strumento di gestione in questi ambienti. Dall'azione selettiva operata dagli animali al pascolo, si possono trarre dei vantaggi per l'avifauna acquatica. Per esempio, l'azione combinata di taglio e pascolo di greggi sulla *Festuca*, incoraggia lo sviluppo di *Puccinellia-Agrostis* nelle aree nude e richiama i Fischioni su entrambi i tipi di vegetazione (Cadwaladr e Morley 1974). Nell'utilizzare il pascolo come strumento di gestione bisogna avere cura di non superare le densità critiche per evitare danni alla vegetazione. Per gli stagni salati si consigliano non più di 2 pecore per ettaro e 0,33 vacche per ettaro (Beeftink 1977). Malgrado ciò, in molte zone umide della Grecia come il Delta dell'Evros, la densità del bestiame al pascolo può superare anche di 4 o 5 volte questo limite. In questi casi il numero di capi dovrebbe venire ridotto ad un livello più accettabile. In alcuni parchi nazionali la politica gestionale a lungo termine prevede l'interruzione dello sfruttamento economico degli stagni (Lamp 1988), ma bisogna anche tenere presente che consentire il pascolo in aree protette potrebbe servire a reperire fondi per il loro mantenimento (Gordon et al. 1990) e a rendere più accettabile da parte delle popolazioni locali qualsiasi programma di conservazione e gestione.

La questione è più complessa quando tra gli obiettivi gestionali c'è la conservazione degli uccelli nidificanti in uno stagno. Le aree con vegetazione palustre incoraggiano la nidificazione di limicoli, laridi e alcune specie di passeriformi. In questi casi è consigliabile la realizzazione di un mosaico di habitat con zone di transizione dove sia consentito il taglio e il pascolo e l'esclusione di qualsiasi attività nelle altre (Daiber 1986). La vegetazione

palustre è molto importante negli isolotti lagunari, come già evidenziato. Ogni specie ha le sue esigenze in relazione a tipo di vegetazione, copertura del terreno e altezza delle piante e la vegetazione degli isolotti andrebbe dunque gestita in base a queste esigenze. Nella laguna di Drana, nel Delta dell'Evros, un isolotto ampiamente pascolato ogni anno attirava specie come Avocette, Pernici di mare e Fraticelli, mentre un'altro isolotto non soggetto a pascolo attirava prevalentemente Gabbiani corallini e Sterne zampenere. Se si vuole utilizzare il pascolo come strumento di gestione bisogna effettuare gli interventi al di fuori della stagione riproduttiva, in modo da evitare la distruzione dei nidi e l'uccisione dei piccoli in seguito al calpestio del bestiame.

Gli stagni sono siti riproduttivi per le zanzare. Per il Mediterraneo manca un'adeguata informazione sul controllo delle zanzare (Gehu 1984). Le bonifiche degli stagni mediterranei, più che al controllo delle zanzare sono legate al reclamo di terre coltivabili, ad eccezione di quelle effettuate all'inizio del secolo per combattere la malaria. Oggi la lotta alle zanzare viene condotta con vari metodi meccanici e biologici (Daiber 1974), nessuno dei quali può essere considerato del tutto innocuo per l'ambiente. La tecnica dominante in molte aree mediterranee rimane l'impiego di spray chimici.

È già stato detto che una cattiva gestione del regime idrico delle zone umide costiere ha determinato il degrado di estese zone di stagni e la loro trasformazione in steppe salate. Queste aree rimangono frequentemente inutilizzate sia dagli agricoltori, sia dalla fauna selvatica. Tuttavia, la nostra esperienza per il Delta dell'Evros e altre zone umide della Grecia nord-orientale, suggerisce che questo tipo di ambienti, se non previamente soggetti a prosciugamento artificiale, sono in grado di raccogliere e conservare l'acqua piovana, soprattutto nei casi di abbondanti precipitazioni invernali e primaverili. Le steppe salate possono allora trasformarsi in importanti siti di alimentazione per migratori come anatre, limicoli, laridi e altri uccelli acquatici come Mignattaio, Cicogna bianca, Garzetta, ecc. (Goutner et al. 1988). Il valore potenziale delle steppe salate come siti per la protezione degli uccelli è tale da rendere necessaria la creazione di riserve naturali e il controllo del livello delle acque. Malgrado la crescente scarsità di acqua nelle zone costiere e l'ugualmente crescente domanda da parte delle popolazioni, bisogna capire che una certa quantità di acqua dolce è il prerequisito per la creazione di una riserva naturale in questi siti. La realizzazione di appropriate strutture potrebbe agevolare la raccolta di acqua piovana e quindi il suo utilizzo per scopi gestionali. In caso di precipitazioni scarse l'acqua potrebbe essere convogliata direttamente nei bacini da allagare in modo da garantire una profondità costante di almeno 5 - 20 cm. Questi accorgimenti potrebbero risultare di grande importanza se si vogliono attirare e proteggere popolazioni nidificanti di uccelli come il Cavaliere d'Italia o l'Avocetta. Come siti di nidificazione per questi animali si potrebbero utilizzare gli argini realizzati durante le precedenti opere di bonifica. Questi, durante il mese di agosto, potrebbero inoltre attirare vari limicoli e laridi in muta.

Un'altro strumento da utilizzare per la gestione degli stagni, in particolare per la creazione o l'estensione di stagni in determinate aree selezionate, è il materiale derivante dalle operazioni di dragaggio. Invece di utilizzarlo per riempire e distruggere gli stagni, si potrebbe destinare a quei bacini lagunari che ne sono carenti e che non sono sottoposti ad una eccessiva azione erosiva delle onde. Con questa tecnica si otterrebbe inoltre un aumento dell'altezza delle sponde, con la conseguente più facile colonizzazione da parte della vegetazione palustre.

Ringraziamenti

Ringrazio il Dr. Luc Hoffmann e la Fondazione Tour du Valat per avermi dato la possibilità di effettuare stages e di frequentare la biblioteca della Stazione Biologica della Tour du Valat. A. Crivelli, J. Verhoeven, X. Monbailliu e J. Walmsley mi hanno dato preziosi consigli per la redazione del testo.

Bibliografia

- ALLOUCHE L. and A. TAMISIER (1984). - Feeding convergence of Gadwall, Coot and the other herbivorous waterfowl species wintering in the Camargue: a preliminary approach. *Wildfowl* 35: 135-142.
- ATTA G.A.M. (1986). - Status of the breeding population of Little Tern (*S. albifrons*) in the Bardawil nature Reserve (Egypt). MS Thesis, University of Aberdeen.
- ANANIADIS C. (1984). - Quelques aspects du probleme d'amenagement des pecheries des lagunes et des etangs cotieres de Grece. In Management of Coastal Lagoon Fisheries. FAO General Fisheries Council for the Mediterranean. Studies and Reviews, n. 61. Vol. 2, pp. 477-519.
- ATHANASIOU H. (1987). - Past and present importance of the Greek wetlands for wintering waterfowl. IWRB Report.
- BABALONAS D. (1979). - Pflanzensoziologisches Studium der Vegetation des Evros Deltas (Aenission Delta). PhD. Thesis, Sci. Annals, School of Biology, Univ. Thessaloniki, 19 (1): 1-158 (in Greek).
- BABALONAS D. (1980). - Vegetationseiheiten und Vegetationskartierung in dem Mündungsgebiet des Flusses Evros. *Feddes Repertorium* 91: 615-627.
- BABALONAS D. (1981). - Floristischer Katalog des Mündungsgebietes des Evros. *Candollea* 36: 251-269.
- BARNABE G. (1990). - Cages or ponds? Reality and perspectives for the Mediterranean sea. In: Flos R., Tort L. and P. Torres (eds). *Mediterranean Aquaculture*. Ellis Horwood Ltd., pp. 51-68.
- BENNER C.S., KNUTSON P.L., BROCHU R.A. and A.K. HURME (1982). - Vegetative erosion control in an oligohaline environment Currituck Sound, North Carolina. *Wetlands* 2: 105-117.
- BASSETT P.A. (1980). - Some effects of grazing on vegetation dynamics in the Camargue, France. *Vegetatio* 43: 173-184.
- BEEFTINK W.G. (1977). - Salt-marshes. In: Barnes R.S.K. (Ed.) *The coastline*. John Wiley & Sons Ltd, U.K.
- BLONDEL J. and P. ISENMANN (1981). - *Guide des Oiseaux de Camargue*. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, Paris.

- BOESCH D.F. and R.E. TURNER (1984). - Dependence of fishery species on salt marshes: the role of food and refuge. *Estuaries* 7: 460-468.
- BRITTON R.H. and A.J. CRIVELLI (in press). - Wetlands of southern Europe and North Africa: mediterranean wetlands. In: Whigham et al. (eds.) *Wetlands of the world*. Kluwer, Vol. 1, pp. 1-67.
- BUCKLEY P.A. and F.G. BUCKLEY (1978). - Guidelines for the protection and management of colonially nesting waterbirds. U. S. National Park Service Cooperative Research Unit, Center for Coastal and Environmental Studies, 52 pp.
- BURGIS M.J. & J.J. SYMOENS (eds) (1987). - African wetlands and shallow water bodies. Inst. Francais Rech. Sci. Devel. & Cooperation. Collection Travaux et Documents n. 211, Paris.
- CADWALLADR D.A. and J.V. MORLEY (1974). - Further experiments on the management of saltings pasture for wigeon (*Anas penelope* L.) conservation at Bridgewater Bay National Nature Reserve, Somerset. *J. Appl. Ecol.* 11: 461-466.
- CARTER R.W.G. (1988). - Coastal Environments. An introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines. Academic Press, London.
- CHAPMAN V.J. (1960). - Salt marshes and salt deserts of the World. Interscience Publishers, Inc. New York.
- COLOMBO G. (1977). - Lagoons. In: Barnes R.S.K. (ed.). *The coastline*. John Wiley & Sons Ltd. pp. 63-81.
- COMIN F.A. (1987). - Las lagunas costeras del Delta del Ebro: un paradigma de la influencia de sistemas agrícolas sobre medios naturales. In: Bases científicas para la protección de los humedales en España. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, pp. 257-267.
- COMIN F.A. (1982). - Seasonal changes of phytoplankton in three coastal lagoons of tyhe Ebro delta in relation to environmental factors. *Oceanologica Acta SP*: 259-267.
- COTTIGLIA M. (1980). - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. AQ/1/90 I. Pesci Lagunari. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Genova, 141 pp.
- CRIVELLI A.J. (in press). - Fisheries of the Mediterranean wetlands. Will they survive beyond the year 2000? Proceeding of IWRB Conference, Grado, Italy, 3-10 Feb. 1991.
- CRIVELLI A.J. & M-C. XIMENES (in press). - Alterations to the functioning of mediterranean lagoons and their effects on fisheries and aquaculture. Proceedings of IWRB Conference, Grado, Italy, 3-10 Feb. 1991.
- DAIBER F.C. (1974). - Salt marsh plants and future coastal salt marshes in relation to animals. In: Reimold R.J. and W.H. Quenn (eds.) *Ecology of halophytes*. Academic Press, New York, London, pp. 457-508.
- DAIBER F.C. (1986). - Conservation of tidal marshes. Van Nostrand Reinhold Co., Inc., New York.
- DIJKEMA K.S. (Ed.) (1984). - La végétation halophile en Europe. Conseil de l'Europe, Comité Européen pour la Sauvegarde de la Nature et des Ressources Naturelles.
- ECONOMIDIS P.S. (1991). - Check list of freshwater fishes of Greece. Hellenic Society for the protection of Nature, Athens, 48 pp.
- FERRER X. (1982). - Anatidas invernantes en el Delta del Ebro. PhD Thesis, Univ. of Barcelona.
- FASOLA M. - Distribuzione e popolazione dei Laridi e Sternidi nidificanti in Italia. Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina 11: 1-179.
- FASOLA M., GOUTNER V. and J. WALMSLEY (in press). - Comparative breeding biology of the gulls and terns in the four main deltas of North Mediterranean. *Ardeola Supplement* 2.
- FOX T., MADSEN J. and J. VAN RHIJN (Eds.) (1991). - Western Palearctic Geese. *Ardea* 79: 113-371.

- GÉHU J.M. (1984). - La végétation halophile Méditerranée. In: Dijkema K.S. (ed.) La végétation halophile en Europe. Conseil de l'Europe, Comité Européen pour la Sauvegarde de la Nature et des Ressources Naturelles, pp. 132-145.
- GÉHU J.M. and S. RIVAS-MARTINEZ (1984). - Classification des communautés halophiles Européennes. In: Dijkema, K.S. (Ed.) La végétation halophile en Europe. Conseil de l'Europe, Comité Européen pour la Sauvegarde de la Nature et des Ressources Naturelles, p. 34.
- GATTO M., LANIADO E. and R. ROSSI (1982). - The management of eels in the Valli di Comacchio lagoon. *Oceanologica Acta*, SP: 303-307.
- GILES R.H. JR (Ed) (1969). - Wildlife Management Techniques. The Wildlife Society, Inc.
- GORDON I.J., DUNCAN P., GRILLAS P. and T. LECOMTE (1990). - The use of domestic herbivores in the conservation of the biological richness of European wetlands. *Bull. Ecol.* 12: 49-60.
- GOUTNER V. (1985). - Breeding ecology of the Avocet (*Recurvirostra avosetta*) in the Evros Delta (Greece). *Bonn. zool. Beitr.* 36: 37-50.
- GOUTNER V. (1986). - Distribution, status and conservation of the Mediterranean Gull (*Larus melanocephalus*) in Greece. In: Mediterranean Marine Avifauna - Population Studies and Conservation. MEDMARAVIS and X. Monbailliu (eds.) NATO ASI Series Vol. 12, pp. 431-447.
- GOUTNER V. (1987). - Vegetation preferences by colonies of Mediterranean Gulls (*Larus melanocephalus*) and Gull-billed Terns (*Gelochelidon nilotica*) in the Evros Delta. *Seevögel* 8: 29-31.
- GOUTNER V. and H. JERRETRUP (1987). - The destruction of the Drana Lagoon in the Evros Delta Ramsar wetland, and its consequences for waterfowl. *Wader Study Group Bulletin* 50: 18-19.
- GOUTNER V., HANDRINOS G. and S. KAZANTZIDIS (1988). - Conservation action for *Anser erythropus* and *Numenius tenuirostris* in the Evros Delta, Thrace, Greece. Hellenic Ornithological Society - Royal Society for the Protection of Birds, Unpubl. Report.
- GOUTNER V. and S. KAZANTZIDIS (1989). - Evaluation of the relative importance of the zoning of the Evros Delta wetland (Greece) for bird groups of special conservation interest. *Acta Oecologica-Oecologica Applicata* 10: 365-378.
- GOUTNER V. and G. HANDRINOS (1990). - The occurrence of Slender-billed Curlews *Numenius tenuirostris* in Greece. *Biological Conservation* 53: 47-60.
- GOUTNER V. and P. ISENMANN (in press). - Breeding status of the Mediterranean Gull (*Larus melanocephalus*) in the Mediterranean Basin. *Ardeola Supplement* 2.
- GOUVIS N. (1988). - Qualitative and quantitative study of the benthic macrofauna of Evros Delta. PhD. Thesis, *Sci. Annals, School of Biology, Univ. Thessaloniki*, 12: 1-188 (in Greek).
- HARRISON J.G. (1976). - Wetlands for waterfowl. Council of Europe - Information Centre for Nature Conservation, Strasbourg.
- HALIM Y. and K. GUERGUESS (1981). - Coastal lagoon research, present and future. *Unesco tech. pap. in marine sci.* 33 pp. 135-172.
- HERVÉ P. and K. BRUSLÉ (1981). - L'étang de Canet-Nazaire (P.O.). *Ecologie générale et ichthyofaune. Vie et Milieu* 31: 17-25.
- HOPKINS T.S. (1988). - Physics of the Sea. In: Margalef R. (Ed.). *Key Environments. Western Mediterranean*. Pergamon Press, U.K., pp. 101-125.
- I.W.R.B. (1986). - Manual of Wetland Management. I.W.R.B., U.K.
- JOENJE W. (1985). - The significance of waterfowl grazing in the primary vegetation succession on embanked sandflats. *Vegetatio* 62: 399-406.
- JOENSEN A.H. & J. MADSEN (1985). - Waterfowl and raptors wintering in wetlands of western Greece. *Natura Jutlandica* 21: 169-200.
- KAPETSKY J.M. (1981). - Some considerations for the management of coastal lagoon and estuarine fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper* n. 218, 47 pp.

- KELLY M. and NAGUIB (1984). - Eutrophication in coastal marine areas and lagoons: a case study of "Lac de Tunis". Unesco Report in Marine Science n. 29.
- KEVREKIDIS D.T. (1988). - Bionomic study of the benthic amphipod populations in the Evros Delta, with special reference to the *Gammarus aequicauda* (Martynov) populations. Ph.D. Thesis, Sci. Annals, School of Biology, Univ. Thessaloniki, 10: 1-176 (in Greek).
- KIENER A. (1985). - Au fil de l'eau en pays méditerranéen. Milieu aquatiques, Poison et pêche Gestion. Aubanel, Avignon, 307 pp.
- KNUTSON P.L. (1988). - Role of coastal marshes in energy dissipation and shore protection. In: Hook D.D. (Ed.) The ecology and management of wetlands. Mackays of Chartham Ltd, Kent, U.K., pp. 161-175.
- KNUTSON P.L., FORD J.C., INSKEEP M.R. and J. OYLER (1981). - National survey of planted sal marshes (vegetative stabilization and wave stress). Wetlands 1: 129-157.
- KOTSONIAS G. (1984). - The Messolonghi-Etoliko Lagoon of Greece: Socio-economic and ecological interactions of cooperative and independent fishermen. In Management of Coastal Lagoon Fisheries. FAO General Fisheries Council for the Mediterranean. Studies and Reviews, n. 61, Vol. 2, pp. 521-528.
- KRAEUTER J.N. and P.L. WOLF (1974). - The relationship of marine macroinvertebrates to salt marsh plants. In: Reimold R.J. and W.H. Queen (Eds.) Ecology of halophytes. Academic Press, New York, London.
- LAMP J. (1988). - Land use and management of the Wadden Sea salt marshes e.g. in the German Wadden Sea National Parks. Third Int. Wetlands Conf. Proceedings, pp. 155-156.
- LAMBERTINI M. and C. LEONZIO (1986). - Pollutant levels and their effects on Mediterranean seabirds. In: Mediterranean Marine Avifauna - Population Studies and Conservation. MEDMARAVIS and X. Monbailliu (Eds.) NATO ASI Series Vol. 12, pp. 359-378.
- MEININGER P.L. and W.C. MULLIE (1981). - The significance of Egyptian wetlands for wintering waterbirds. The Holy Land Conservation Fund, New York.
- MORGAN N.C. (1982 a). - An ecological survey of standing waters in North West Africa: III. Site descriptions for Morocco. Biological Conservation 24: 161-182.
- MORGAN N.C. (1982 b). - An ecological survey of standing waters in North West Africa: II. Site descriptions for Tunisia and Algeria. Biological Conservation 24: 83-113.
- MULLIE W.C. and P.L. MEININGER (1983). - Waterbird trapping and hunting in Lake Manzala, Egypt, with an outline of its economic significance. Biological Conservation 27: 23-43.
- NEWELL R.C. (1982). - The energetics of detritus utilization in coastal lagoon and nearshore waters. Oceanologica Acta SP: 347-355.
- NICHOLS M. & G. ALLEN (1981). - Sedimentary processes in coastal lagoons. Coastal lagoon research, present and future. Unesco tech. pap. in marine sci. 33, pp. 27-80.
- NICOLAIDOU A., MORAITOU APOSTOLOPOULOU M. and L. IGNATIADES (1983). - A survey of estuarine benthic, zooplanktonic and phytoplanktonic communities of Amvrakikos Gulf, Ionian Sea. Marine Biology 4: 197-209.
- NICOLAIDOU A. & P. PITTA (1986). - Fauna associated with marine plants in a brackish lagoon of Amvrakikos Bay. Biologia Gallo-Hellenica 12: 141-147.
- NIXON S.W. & V. LEE (1981). - The flux of carbon, nitrogen and phosphorus between coastal lagoon and offshore waters. Coastal lagoon research, present and future. Unesco tech. pap. in marine sci. 33, pp. 325-345.
- NIXON S.W. (1982). - Nutrient dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. Oceanologica Acta SP: 357-371.
- ODUM E.P. and M.E. FANNING (1988). - Comparison of the productivity of *Spartina alterniflora* and *Spartina cynosuroides* in Georgia coastal marshes. Bull. Georgia Acad. Science 31: 1-12.

- OLSEN S. and V. LEE (1982). - Inlet modification: an example of an holistic approach to the management of lagoons. *Oceanologica Acta* SP: 373-382.
- PAIN D.J. (1990 a). - Lead poisoning of waterfowl: a review. In Mathews G.T.V. (ed.), *Proceedings of the IWRB Symposium on Management of Waterfowl Populations*, Astrakhan USSR, pp. 172-180.
- PAIN D.J. (1990 b). - Lead ingestion by waterbirds in the Camargue, France. An investigation of levels and interspecific differences. *Environmental Pollution* 66: 273-285.
- PAIN D.J. (1991). - Lead shot densities and settlement rates in Camargue marshes, France. *Biological Conservation* 57: 273-286.
- PERGANTIS F.C. (1988). - Study on the integrated management of coastal wetlands in western Greece. Commission of the E.C. Directorate General for Environment, Consumer Protection and Nuclear Safety, 110 pp.
- PETERSEN W. (1982). - Feeding ecology and biotope requirements of *Anas penelope* in Nordstrand Bay, Schleswig-Holstein. In: Scott D.A. and M. Smart (eds.), *Second Technical Meeting on Western Palearctic Migratory Bird Management*. I.W.R.B., U.K., pp. 166-168.
- PHLEGER F.B. (1981). - A review of some general features of coastal lagoons. *Coastal lagoon research, present and future*. Unesco tech. pap. in marine sci. 33, pp. 7-14.
- RANWELL D.S. (1972). - *Ecology of salt marshes and sand dunes*. Chapman and Hall, London, U.K.
- REIMOLD R.J., LINTHURST R.A. and P.L. WOLF (1975). - Effects of grazing on a saltmarsh. *Biol. Conserv.* 8: 105-125.
- RIDGILL S.G. & A.D. FOX (1990). - Cold weather movements of waterfowl in western Europe. *IWRB Special Publication* n. 13.
- SCOTT D.A. (ed.) (1982 a). - *Managing wetlands and their birds*. I.W.R.B., U.K.
- SCOTT D.A. (1982 b). - Problems in the management of waterfowl populations. In: Scott D.A. and M. Smart (Eds.), *Second Technical Meeting on Western Palearctic Migratory Bird Management*. I.W.R.B., U.K., pp. 89-106.
- SHANHOLTZER F.G. (1974). - Relationship of vertebrates to salt marsh plants. In: Reimold R.J. and W.H. Queen (Eds.) *Ecology of halophytes*. Academic Press, New York, London.
- SMITH T.J. and W.E. ODUM (1981). - The effects of grazing by Snow-Geese on coastal salt marshes. *Ecology* 62: 98-106.
- SUBBA RAO D.U. (1981). - Some aspects of the physical and temporal variations of phytoplankton in coastal lagoons. *Coastal lagoon research, present and future*. Unesco tech. pap. in marine sci. 33, pp. 173-189.
- TAMISIER A. (1971). - Régime alimentaire des Sarcelles d'hiver *Anas crecca* L. en Camargue. *Alauda* 39: 261-311.
- TAMISIER A. (1979). - The functional units of wintering ducks: A spatial integration of their comfort and feeding requirements. *Verh. orn. Ges. Bayern* 23: 229-238.
- TAMISIER A. (1991). - The Camargue: in search of a new equilibrium between man and nature. *Landscape and Urban Planning* 20: 263-267.
- TEAL J.M. (1962). - Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia. *Ecology* 43: 614-624.
- YANEZ A. (1981). - Ecology in the inlet of Puerto Real, Terminos Lagoon. *Coastal lagoon research, present and future*. Unesco tech. pap. in marine sci. 33, pp. 191-231.
- VAN DIJK G. and J.P. LEDANT (1983). - La valeur ornithologique des zones humides de l'Algérie. *Biological Conservation* 26: 215-226.
- VAN DIJK G., VAN DIJK K., DIJKSEN L.J., VAN SPANJE T.M. and E. WYMENGA (1986). - Wintering and waterfowl in the Gulf of Gabes Tunisia, January-March 1984. *WIWO Report* n. 11, Zeist.
- VATOVA A. (1979). - Recentes recherches quantitatives sur la faune benthique des lagunes de Grado-Marano (Haute-Adriatique). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 25/26: 163-164.

- VERHOEVEN J.T.A. (1979). - The ecology of *Ruppia* dominated communities in western Europe. I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autoecology. *Aquatic Bot.* 6: 197-268.
- VERHOEVEN J.T.A. (1979). - The ecology of *Ruppia* dominated communities in western Europe. II. Synecological classification. Structure and dynamics of the macroflora and macrofauna communities. *Aquatic Botany* 8: 1-85.
- VERHOEVEN J.T.A. (1980 b). - The ecology of *Ruppia* dominated communities in western Europe. III. Aspects of production, consumption and decomposition. *Aquatic Botany* 8: 209-253.
- WALKER H.J. and J. MOSSA (1982). - Effects of artificial structures on coastal lagoon processes and forms. *Oceanologica Acta SP*: 191-198.
- WALMSLEY G.J. and M. MOSER (1981). - The winter food and feeding habits of Shelduck in the Camargue. *Wildfowl* 32: 99-106.
- ZIMMERMAN J.F.P. (1981). - The flushing of well-mixed tidal lagoons and its seasonal fluctuations. *Coastal lagoon research, present and future. Unesco tech. pap. in marine sci.* 33, pp. 15-26.