



ARPAT
Dip. di
Massa
Carrara



AMIA
Carrara



Comune
di
Carrara

Progetto di risanamento igienico e di riqualificazione ambientale della Fossa Maestra e del territorio circostante

Agosto 1999



Risanamento igienico e riqualificazione ambientale della Fossa Maestra e del territorio circostante

Premessa

Situazione attuale e problemi

- 1) gli scarichi fognari che si riversano nel reticolo idrografico della Fossa Maestra –relativamente esteso e articolato– ne deteriorano la qualità delle acque, con ripercussioni negative sulla balneazione (divieto permanente in prossimità della foce);
- 2) l'area umida compresa tra la Fossa Maestra, il mare e la strada lungomare ha subito un profondo degrado a causa di vari interventi:
 - a) presenza dello scheletro di un edificio (“residence”) la cui costruzione è stata abbandonata;
 - b) presenza di cumuli di rifiuti di varia natura, prevalentemente inerti;
 - c) riempimento e spianamento della porzione lato mare;
- 3) i terreni spondali, pur essendo percorribili in diversi tratti, presentano una fruibilità ricreativa e turistica fortemente limitata da situazioni di degrado delle aree adiacenti e dalla presenza di strettoie e interruzioni;
- 4) la funzionalità ecologica della Fossa Maestra è compromessa da modalità degli interventi di manutenzione irrispettose degli aspetti naturalistici e favorevoli all'erosione delle sponde (es. dragaggi periodici);
- 5) l'area di Battilana e le aree circostanti sono soggette a frequenti allagamenti.

Obiettivi del progetto

Il progetto si pone obiettivi di carattere igienico, ambientale, idraulico e ricreativo-turistico:

- 1) eliminare o, comunque, ridurre sostanzialmente il carico inquinante apportato dalla Fossa Maestra, in modo da migliorare la qualità delle acque di balneazione marine antistanti e contribuire alla eliminazione del divieto permanente di balneazione;
- 2) risanare l'area circostante il tratto prefociale della Fossa Maestra dagli elementi di degrado;
- 3) riqualificare profondamente la fascia compresa tra la strada litoranea e il mare attraverso un insieme di interventi, tra i quali:
 - ampliamento e ripristino naturalistico della zona umida;
 - risistemazione della fascia che fiancheggia la strada lungomare, da destinare ad una fruizione turistica e ricreativa di tipo tradizionale;
 - creazione di una ampia fascia dunale mediante il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica;
 - assicurare una adeguata area di parcheggio;
- 4) ripristinare la funzionalità idraulica ed ecologica della Fossa Maestra;
- 5) offrire ai residenti ed ai turisti percorsi ricreativi-naturalistici altamente appetibili,

facendo dell'area umida e di un lungo tratto rinaturato della Fossa Maestra ad essa collegato (fino all'autostrada) un "biglietto da visita" di elevata qualità e fruibilità.

Interventi proposti

Il presente progetto può essere considerato come un ventaglio di interventi e accorgimenti ciascuno dei quali è relativamente indipendente dagli altri e apporta un proprio contributo specifico alla riqualificazione dell'area. In relazione alle volontà politiche e alle disponibilità economiche è dunque possibile limitarsi a realizzare solo gli interventi essenziali (progetto di minima) oppure associare ad esso uno o più accorgimenti complementari in modo da sfruttarne gli effetti sinergici (progetti intermedi) o, infine, realizzare tutti gli interventi proposti per conseguire la massima riqualificazione (progetto completo).

I possibili livelli di realizzazione vengono illustrati in chiusura; di seguito viene invece elencato il complesso degli interventi.

- 1) realizzazione di un ecosistema filtrante (zona umida artificiale, ma con struttura naturalistica) nell'area triangolare di circa 8.000 m² posta a levante del depuratore in località Battilana. Le acque della Fossa Maestra, deviate in tale area con vegetazione palustre, vi depongono il loro carico torbido e vengono depurate dal carico microbiologico ad opera del perfiton (biofilm di batteri, ciliati ed altri organismi microscopici adesi alla superficie della vegetazione palustre); le acque depurate rientrano poco più a valle nella Fossa Maestra, che apporta così al mare acque pulite;
- 2) ampliamento, approfondimento e rinaturazione del tratto di Fossa Maestra interessato mediante:
 - a) creazione sul lato destro idrografico, attraverso lavori di scavo, di una banchina destinata ad ospitare vegetazione idrofila;
 - b) realizzazione sul lato destro idrografico di una siepe arbustivo-arborea plurispe-
- c) adozione di accorgimenti di manutenzione idraulico-naturalistica, basati sullo sfalcio a festoni della vegetazione acquatica, in modo da creare un "canale di corrente" serpeggiante tra due fasce di vegetazione acquatica;
- 3) realizzazione di un circuito pedonale anulare che dalla foce della Fossa Maestra risale lungo la sua sponda sinistra fino all'autostrada, per ricongiungersi con la foce scendendo lungo la sponda destra del Fosso del Carlòn;
- 4) completo risanamento ambientale della zona umida posta tra Fossa Maestra e strada lungomare attraverso:
 - a) demolizione dello scheletro del "residence";
 - b) creazione di un rilevato dunale vegetato con cespugli, arbusti ed alberi, avente la duplice funzione di incremento della diversità ambientale e paesaggistica e di separazione tra le due fasce descritte di seguito ai punti c (tipo giardino pubblico) e d (zona umida);
 - c) realizzazione di un marciapiede affiancato da una siepe arborata provvista di ingressi alla adiacente fascia verde (a levante della duna), attrezzata a giardino pubblico;
 - d) creazione di una zona umida (attraverso l'ampliamento del fossetto attuale) risanando e riqualificando l'intera fascia posta a ponente della duna;
 - e) destinazione a parcheggio (per i fruitori del sentiero naturalistico-ricreativo e degli stabilimenti balneari) dell'angolo sud dell'area, da contornare con un filare di caducifoglie di media altezza e d'alto fusto (con funzione di delimitazione e di ombreggiamento);
- 5) ristrutturazione e riqualificazione ambientale dell'area a ponente della Fossa Maestra, ricollocando l'attuale campeggio e ricostituendo una duna tipica, con le rispettive fasce di vegetazione, la "lama" retrostante e un boschetto retrodunale.

1. Ecosistema filtro

1.1 Struttura

Alla realizzazione dell'ecosistema filtrante viene destinata l'area triangolare di 8.150 m² (lati ca. 100 x 170 x 200 m) posta a sud-est del depuratore Fossa Maestra (Tav. 1).

L'area viene scavata e suddivisa in due bacini, il secondo dei quali è trasformato in un lungo canale tortuoso mediante pennelli inseriti alternativamente su una sponda e sull'altra.

Le acque della Fossa Maestra vengono deviate nell'ecosistema filtrante mediante una traversa mobile posta a valle dell'immissione del Fosso della Macchia (sotto il ponte che accede alla piazzuola P1); la traversa sbarra il fosso determinando un innalzamento del livello idrico a monte, sia nella Fossa Maestra che nel Fosso della Macchia.

La creazione di una larga soglia sfiorante nell'argine destro della Fossa Maestra (S1), a monte della traversa, costringe le acque a riversarsi nel primo bacino; da qui, superata la soglia sfiorante (S2), passano nel bacino tortuoso (suddiviso in due tratti da un'altra soglia: S3) e, infine, vengono restituite, depurate, alla Fossa Maestra attraverso la soglia finale (S4).

Il livello idrico nei bacini è determinato dalla soglia sfiorante in uscita mentre il battente idrico è determinato dalla differenza tra il livello idrico e la quota del fondo. Le quote del fondo sono tali da determinare un battente idrico decrescente, da circa 180 cm nel primo bacino a poche decine di cm al termine del secondo.

La diversa profondità consente l'insediamento di una vegetazione differenziata, esaltando la biodiversità del sistema. Nella prima vasca prevale la funzione di sedimentazione dei solidi sospesi mentre nel canale tortuoso prevale la funzione depurante esplicata dal biofilm adesivo agli steli sommersi della vegetazione.

I volumi di terra scavati vengono utilizzati per

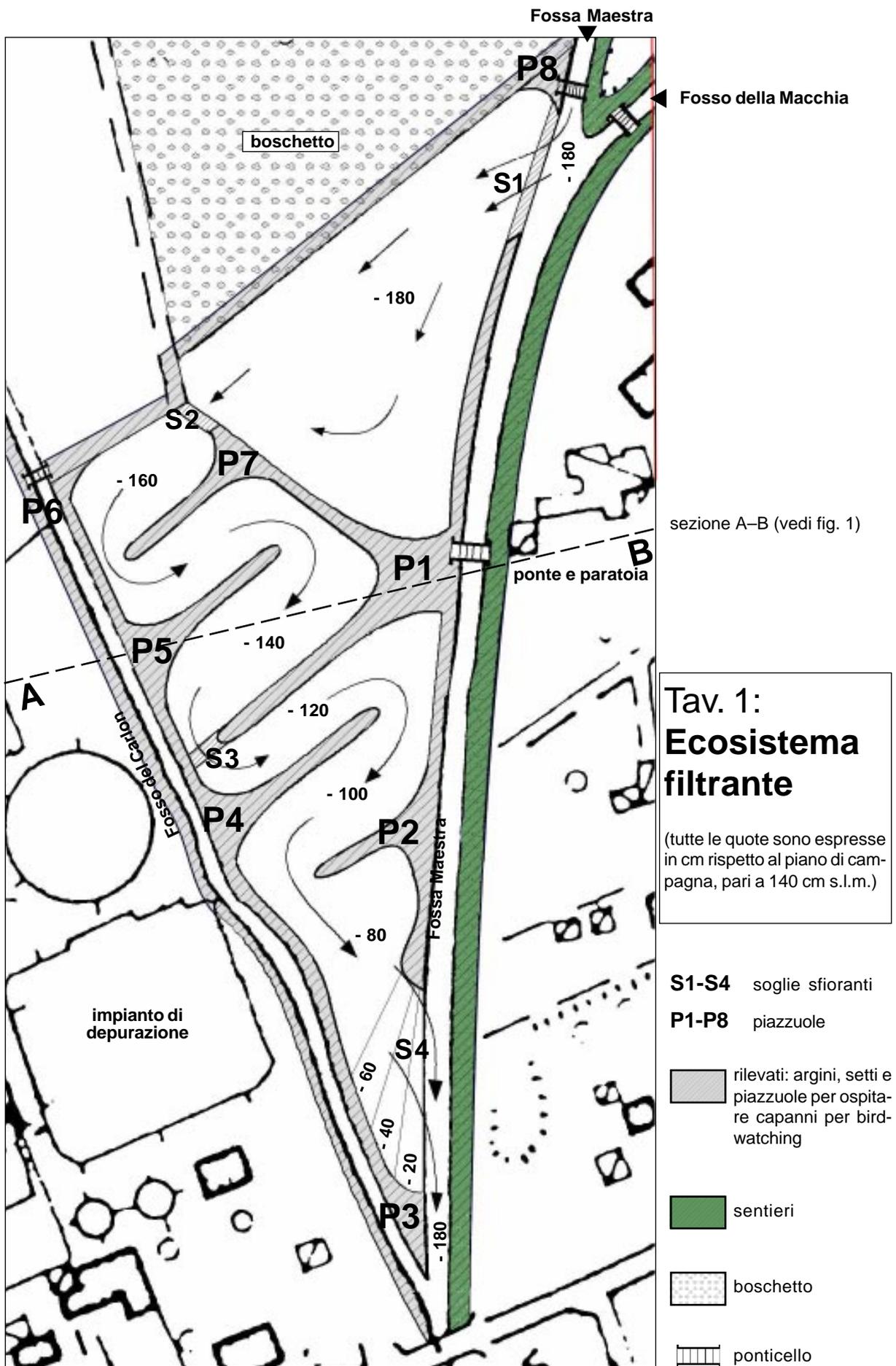
realizzare gli argini rilevati, i pennelli e le piazzole destinate ad accogliere capanni per bird-watching.

1.2 Vegetazione acquatica

La completa colonizzazione spontanea dei bacini da parte di una comunità stabile –pur favorita dalle acque della Fossa Maestra che li alimentano, apportatrici di semi e di propaguli– richiederebbe alcuni anni.

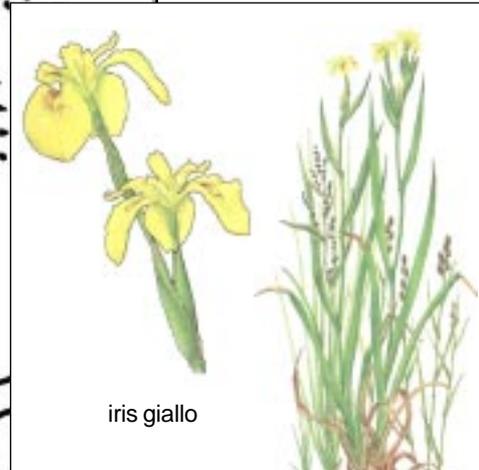
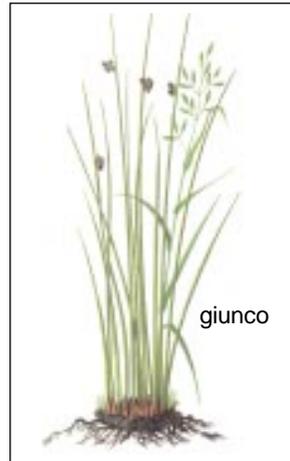
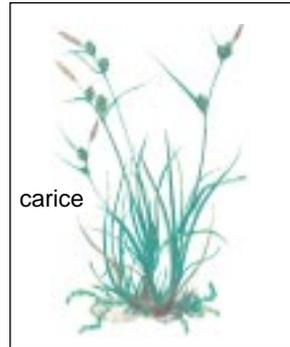
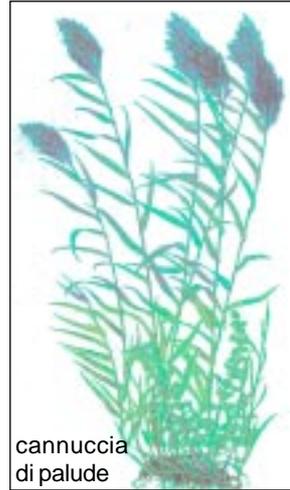
Per accelerare il processo occorre innescarlo: per la cannuccia di palude (*Phragmites australis*) si può procedere impiantando –nella parte emersa del perimetro dei bacini e dei pennelli– steli in fase vegetativa o pani di terra con rizomi, prelevati da ambienti naturali contigui. Nel tratto terminale del canale tortuoso, con bassa profondità delle acque, vengono messe a dimora elofite tipiche delle acque palustri, formanti cespi piuttosto compatti: giunchi (*Juncus effusus*, *J. inflexus*, *J. compressus*, *J. bufonius*, ecc.), carici (*Carex elata*, *C. otrubae*), scirpi (*Bolboschoenus maritimus*, *Holoschoenus australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Schoenus nigricans*) e iris gialli (*Iris pseudacorus*). L'ulteriore sviluppo della comunità vegetale può essere lasciato a processi spontanei, facendo affidamento sui semi e sui propaguli trasportati dalle acque della Fossa Maestra e dagli uccelli acquatici, eventualmente potenziato da un innesco ottenuto mediante trasferimento di sedimenti da altri stagni.

A colonizzazione stabilizzata, il canneto occuperà parte della prima vasca (lasciando un "chiaro" centrale) e l'intero primo tratto del canale tortuoso, mentre giunchi, scirpi, carici e iris domineranno l'ultimo tratto del canale tortuoso (Tav. 2).



Tav. 2:
Vegetazione

① capanni per birdwatching



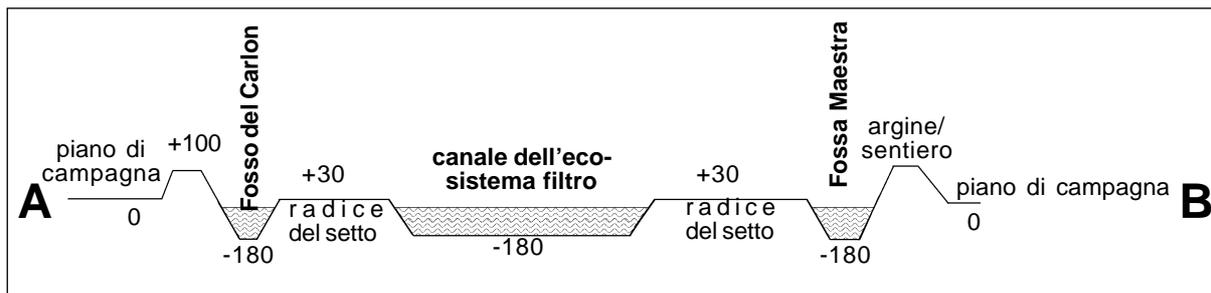


Fig. 1. Sezione schematica quotata dell'ecosistema filtrante lungo la traccia A-B della Tav. 1.

1.3 Funzionamento

Le funzioni depuranti dell'ecofiltro sono:

- sedimentazione del carico torbido (con fuoriuscita di acque limpide);
- depurazione biologica del carico batteriologico fecale (igienizzazione);
- rimozione di nutrienti (acque meno eutrofiche).

Le funzioni accessorie, descritte più avanti, sono di carattere naturalistico (creazione di habitat per uccelli, anfibi, rettili, ecc. e incremento della biodiversità), idraulico (cassa di espansione delle piene), ricreativo e didattico. La prima vasca, per la sua ampia superficie e la discreta profondità, determina una forte riduzione della velocità che favorisce la sedimentazione delle particelle sospese e realizza la chiarificazione delle acque.

La vegetazione acquatica sommersa ed emergente svolge un'ulteriore azione chiarificante rimuovendo le particelle più fini, che restano invischiata nella sottile pellicola mucillaginosa (perifiton) che riveste la superficie sommersa dei vegetali.

La funzione igienizzante di rimozione dei batteri fecali, dei virus, delle cisti di protozoi e delle uova di elminti viene svolta attraverso diversi processi. I microrganismi adesi alle particelle sospese sedimentano con esse e giungono poi a morte per competizione batterica e per la lunga permanenza in un ambiente sfavorevole. Gran parte della rimozione batterica è svolta dal perifiton che, rivestendo la vegetazione sommersa, costituisce un filtro biologico sviluppato su una vastissima superficie attiva.

Questa pellicola cattura i batteri sia per un processo di adesione, sia per l'azione attiva di ciliati e di altri organismi microscopici (es. rotiferi) che producono microvortici attirando i batteri sospesi dei quali si nutrono. Altre azioni igienizzanti sono svolte dalla radiazione solare e da fenomeni di antibiosi generate da alghe e da funghi microscopici.

In sintesi, la velocità estremamente ridotta delle acque, la grande estensione della superficie attiva e i lunghi tempi di permanenza forniscono le condizioni ambientali ideali per l'abbattimento del carico microbiologico.

A differenza delle altre, la funzione anti-eutrofizzazione richiede un intervento diretto di manutenzione periodica: i nutrienti presenti nelle acque vengono infatti assorbiti e assimilati dalla vegetazione acquatica nella fase di accrescimento ma, in assenza di intervento, vengono in seguito restituiti alle acque con la decomposizione delle piante morte. Per esaltare la rimozione dei nutrienti è dunque necessario mantenere la vegetazione acquatica in fase di crescita attiva: ciò può essere ottenuto procedendo allo sfalcio e alla raccolta periodica di una parte della vegetazione acquatica, che può essere compostata nella vicina area del depuratore o all'impianto del CERMEC.

1.4 Manutenzione e accorgimenti idraulici

Le operazioni di manutenzione ordinaria sono ridotte a un paio di sopralluoghi al mese (e dopo ogni pioggia di rilievo) per verificare il

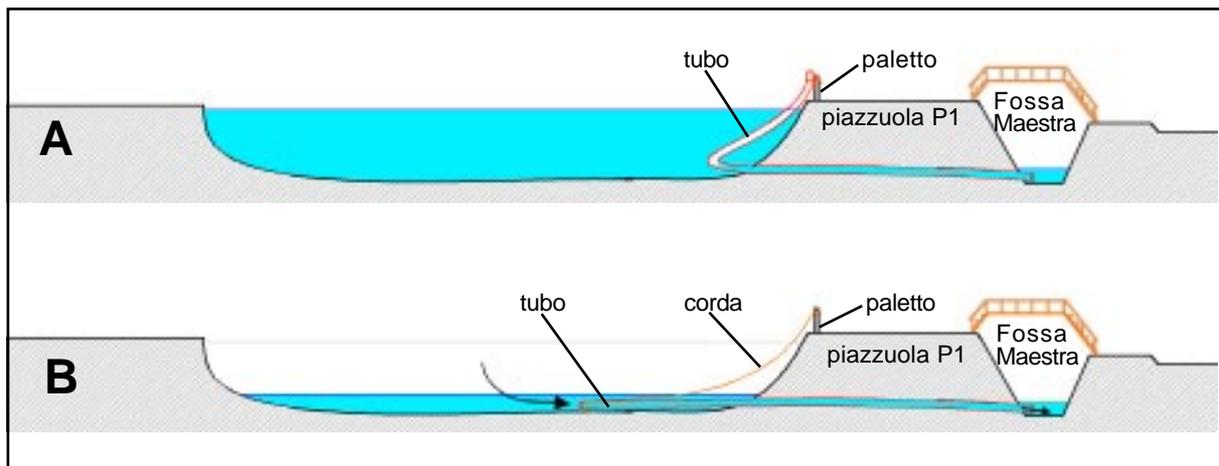


Fig. 2. Schema del dispositivo per la regolazione del livello idrico nei bacini.

A - Condizioni d'esercizio (bacino pieno): l'estremità del tubo viene sollevata e legata ad un paletto.

B - Svuotamento del bacino: il tubo viene slegato e la sua estremità viene calata sul fondo del bacino.

buon funzionamento delle soglie sfioranti e rimuovere eventuali accumuli vegetali. Annualmente occorre provvedere allo sfalcio del canneto, mentre la rimozione dei sedimenti che tenderebbero a colmare i bacini può essere effettuata con minore frequenza (circa 5 anni). Sebbene le esigenze manutentive siano veramente minime, va sottolineata la necessità di non abbandonare il sistema a se stesso, per evitare il deterioramento delle strutture e la riduzione dell'efficienza depurante. L'affidamento della manutenzione all'AMIA –il cui personale opera costantemente nelle immediate adiacenze– può consentire lo svolgimento di tutti gli interventi necessari con costi minimi.

Per lo svolgimento delle operazioni di manutenzione ciascun bacino può essere svuotato indipendentemente dagli altri mediante accorgimenti di estrema semplicità costruttiva. A tal fine sono sufficienti tre robusti tubi flessibili di gomma o di plastica che attraversino, interati, la piazzuola adiacente al ponticello P1 (Fig. 2). Un'estremità dei tubi sfocia sul fondo della Fossa Maestra mentre l'altra, in condizioni normali d'esercizio, viene sollevata e legata ad un paletto con una corda. Per abbassare il livello in un bacino o per svuotarlo completamente basta slegare l'estremità del tubo e abbassarla all'altezza desiderata.

All'interno dei bacini vengono scavate alcune

aree più profonde in modo da realizzare alcune pozze permanenti. Ciò consente alla fauna acquatica di superare il periodo di prosciugamento dei bacini (Fig. 3).

La gestione del canneto richiede la conoscenza ed il rispetto delle sue esigenze ecologiche. *Phragmites australis* richiede una profondità minima di 5-10 cm, con un optimum di 10-30 cm e può tollerare profondità fino a 150 cm nel periodo di riposo vegetativo (novembre-febbraio). Cresce più rigoglioso se sottoposto ad un periodo di asciutta di 1-3 mesi, purché il suolo resti umido.

Per non disturbare la riproduzione degli uccelli (anatidi, ardeidi, muscipidi, rallidi) occorre evitare lo sfalcio del canneto nel periodo da febbraio a metà luglio.

Come già detto, lo sfalcio annuale del canneto è necessario per rimuovere la biomassa cresciuta ed esaltare l'azione anti-eutrofizzante dell'ecosistema filtrante. Tale obiettivo può essere raggiunto –nel rispetto delle esigenze ecologiche del canneto e senza arrecare disturbo all'avifauna nidificante– prosciugando le vasche per un periodo di 2 mesi (dicembre-gennaio o, meglio, novembre-dicembre), durante il quale si procede allo sfalcio del canneto (lasciandone indisturbati a rotazione vari tratti, per circa il 30%, per fornire rifugi alla fauna). A febbraio si chiude la traversa nella Fossa Maestra e

si sollevano le estremità dei tubi immersi nei bacini per determinare il graduale riempimento di questi ultimi.

Per garantire la certezza e la periodicità della manutenzione del sistema filtro (ma anche delle opere idrauliche connesse: scarico e traversa mobile) verranno resi carrabili due percorsi di accesso al filtro ed ai setti interni: uno da via Bassagrande al ponticello P1 e l'altro direttamente dal depuratore. Infatti la manuten-



Fig. 3. Alcune aree più profonde permettono il mantenimento di pozze d'acqua permanenti, consentendo la sopravvivenza della fauna acquatica anche nel periodo di prosciugamento dei bacini.

zione sarà prevalentemente manuale, ma non potrà prescindere dall'ausilio di macchine agricole ordinarie (trattore attrezzato, motofalciatrice, decespugliatore).

1.5 Opere idrauliche connesse

La creazione dell'ecosistema umido filtrante equivale, dal punto di vista idraulico, ad un "ritorno al passato", a ricreare cioè un luogo nel quale le acque si spandono, così come capitava prima della bonifica per effetto della naturale conformazione del territorio costiero. Quindi l'area dell'ecofiltro, dallo stato di "bonifica" viene riportata allo stato di "stagno", seppure in condizione controllata e strutturata per il raggiungimento degli scopi definiti dal presente progetto.

Perché il ripristino di un luogo (detto in antico "loco, loco basso, lochi, bassine") con caratteristiche topologiche tali da garantire le funzioni descritte nei precedenti paragrafi possa avvenire senza aggravare lo stato di rischio idraulico del sito (rischio certo per la sua cadenza annuale), si deve governare una nuova circolazione delle acque, facendole transitare lentamente attraverso l'ecofiltro durante le condizioni meteo-idrauliche "normali" e correre, invece, velocemente lungo la Fossa Maestra durante le condizioni meteorologiche a rischio. Infatti per ottenere la nuova circolazione si impone l'inserimento, nell'alveo della Fossa Maestra di un'opera d'arte (una traversa mobile) capace di indirizzare la portata proveniente da monte verso l'ecofiltro, quando è necessario attivarlo, e capace di reintrodurla entro il canale di bonifica, tutte le volte che eventi meteorologici, eccezionali od a semplice rischio, lo impongano.

In pratica, le paratoie della traversa mobile – abitualmente chiuse per sbarrare la Fossa Maestra e deviarne le acque nell'ecofiltro – devono essere capaci di aprirsi automaticamente (ripristinando il deflusso nel canale di bonifica) non appena la situazione meteo-idraulica volti al peggio. (In termini strettamente ingegneristici, deve essere cioè una valvola "normalmente

aperta”, chiudibile mediante apposito comando, ma che ritorni allo stato normalmente aperto non appena questo divenga necessario).

La presenza dell’ecofiltro può svolgere anche una interessante funzione idraulica per eventi meteorologici a rischio, agendo come cassa di espansione delle piene; tale funzione oggi non esiste in tutta l’area. Anche l’assetto idraulico dell’intero reticolo idrografico appare trasandato e, comunque, insufficiente ad assicurare il transito delle piene.

In effetti bisogna considerare che le canalizzazioni furono senza dubbio progettate per garantire lo scarico a mare delle acque risorgive e delle polle naturali durante il periodo estivo, consentendo così l’utilizzo agricolo delle “bassine” nei mesi caldi. Dal dimensionamento dei canali e delle opere appare palese che non rientrava tra gli obiettivi progettuali la protezione invernale di tali terre dalla sommersione causata dalle copiose piogge.

Le bassine erano cioè coltivate solo d’estate, mentre d’inverno venivano abbandonate alla fauna selvatica e ai processi naturali.

Solamente l’introduzione di grosse pompe idrovore (dai primi anni trenta) ha consentito di dare una agibilità anche invernale a simili luoghi. Nel caso della Fossa Maestra la meccanizzazione fu in realtà molto più recente (attorno agli

anni ’50).

Tenuto conto dei frequenti allagamenti (ricorrenti anche più volte all’anno) e del fatto che l’insediamento umano permanente ha reso oggi la funzione di agibilità anche invernale ancor più indispensabile di quella agricola, il presente progetto si propone di dare una risposta concreta anche a tali problemi attraverso la realizzazione di alcuni lavori di sistemazione idraulica (cassa di espansione, sfondamento delle quote di scorrimento dei canali, ampliamento delle sezioni di deflusso) che saranno meglio individuati nelle successive fasi di dettaglio progettuale.

Tornando alla traversa meccanizzata, il funzionamento di apertura e chiusura di tipo idraulico, sarà assistito da una sonda di livello, analoga a quella che oggi regola l’azionamento delle pompe dell’idrovora a mare. Il funzionamento automatico sarà, a sua volta, telecontrollato da una stazione posta presso il vicino depuratore per garantirne comunque, anche in stato manuale, il funzionamento. Il sistema a valvola “normalmente aperta” consente che un innalzamento di livello dell’acqua di monte, opportunamente tarato, agisca con una spinta idraulica sulla traversa in modo da provocarne l’apertura anche in assenza di elettricità od in caso di avaria del meccanismo.

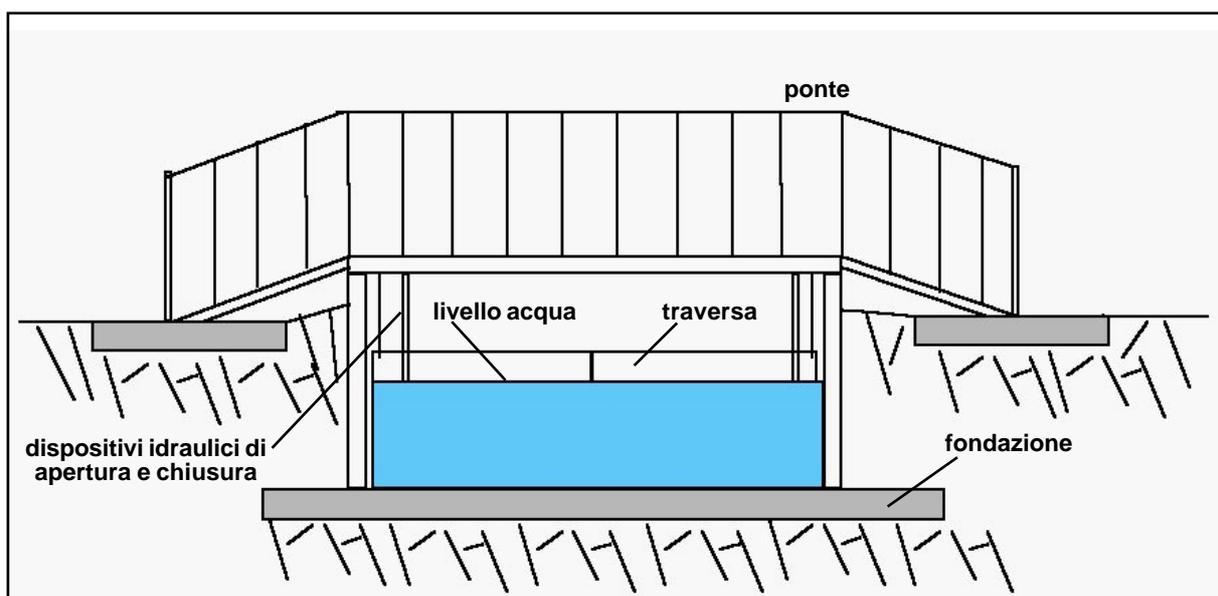


Fig. 4. La traversa a porte vinciane installata sotto il ponticello carrai P1.

La traversa mobile –del tipo “a porta vinciana”, come quelle dei grandi canali navigabili (canale di Panama)– verrà installata al di sotto del ponticello P1 che ne maschererà l’impatto visivo (Fig. 4).

Ai lavori di creazione del bacino destinato ad

ecofiltro seguiranno quindi lavori di sfondamento delle quote dei canali limitrofi oltre a quelli di rinaturazione delle loro sponde, come indicato in Fig. 7, dalle sezioni dell’autostrada fino alla sezione dell’idrovoia a mare.

2. Rinaturazione, didattica ambientale, ricreazione

2.1 Birdwatching e didattica ambientale

L’area da destinare all’ecosistema filtrante è già oggi apprezzabile per il suo interesse naturalistico, legato alla presenza di due fossi (Fossa Maestra e Fosso del Carlòn), di un boschetto, di prati, incolti, siepi e al suo inserimento in un più ampio contesto agricolo solcato da un reticolo di fossi e zone umide.

Tutta l’area è di particolare interesse avifaunistico nonostante la composizione in specie del boschetto abbia limitate caratteristiche di naturalità (platani, robinie, ontani, olmi, pioppi). Infatti nel corso dei due sopralluoghi sono stati censiti speditivamente (a vista o dal canto) Passeridi, Fringillidi, Silvidi, Accipitridi, Turdidi, Falconidi, Columbidi, Cuculidi, Strigidi, Picidi, Motacillidi, Muscicapidi, Paridi.

A seguito della realizzazione del progetto è prevedibile un incremento delle specie ornitiche (soprattutto Ardeidi, Timalidi, Rallidi) assieme ad un generale incremento della biodiversità (erbe, arbusti, invertebrati e vertebrati di piccola taglia) e del valore naturalistico, paesaggistico e ricreativo.

L’area dell’ecofiltro, pur svolgendo la funzione primaria della depurazione delle acque della Fossa Maestra, verrà così ad acquisire altre funzioni che si prestano ad essere valorizzate

per la didattica ambientale e l’osservazione dell’avifauna.

La realizzazione del ponticello centrale (presso la piazzuola P1: vedi Tav. 1), i pennelli rilevati rispetto al piano di campagna e le passerelle in corrispondenza delle soglie S2 e S3 (Tav. 1) consentiranno la percorribilità di tutto l’ecosistema filtrante, sia al suo interno che lungo il suo perimetro.

L’osservazione diretta delle acque della Fossa Maestra in ingresso e di quelle in uscita dal sistema permetterà di apprezzare già visivamente l’efficienza depurante dell’impianto. La crescita del fitoplancton e dello zooplancton e l’osservazione delle comunità microscopiche che costituiscono il perifiton consentiranno interessanti osservazioni ed esperienze didattiche sulle catene alimentari che si insediano negli ecosistemi dulciacquicoli.

La realizzazione di siti protetti alla vista per il birdwatching nelle piazzuole poste alla radice dei pennelli consentirà l’osservazione del ricco popolamento ornitico senza arrecare disturbo ad esso. Queste strutture per birdwatching possono essere realizzate con uno scheletro in pali rivestito da pareti di cannuce dotate di finestrelle (Fig. 5).

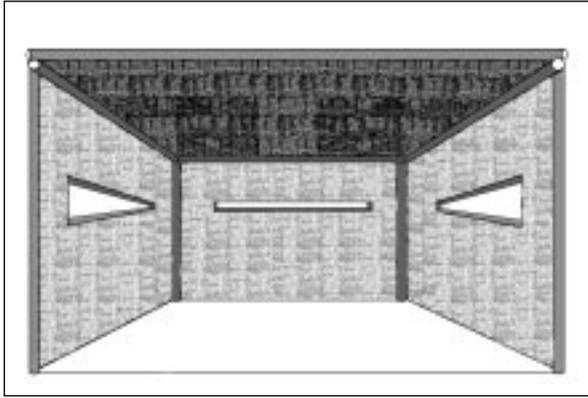


Fig. 5. Schema di capanno per birdwatching visto dall'interno, con finestrelle per l'osservazione.

2.2 Percorso ricreativo

Con l'attribuzione delle funzioni didattiche e di osservatorio degli uccelli, l'ecosistema filtrante viene ad assumere un interesse naturalistico e valenze ricreative così elevate da poter essere sfruttate come fulcro per un'ulteriore valorizzazione di tutta l'area di Battilana.

Tale risultato può essere conseguito con l'allestimento di un sentiero anulare (Tav. 3) che, partendo dalla foce della Fossa Maestra, risale lungo la sua sponda sinistra idrografica, raggiunge l'ecosistema filtrante e prosegue fino all'autostrada; percorso un tratto ai piedi di quest'ultima, il sentiero riprende lungo la destra idrografica del Fosso del Carlòn ritornando all'ecosistema filtro e, infine, alla foce della Fossa Maestra lungo il sentiero già esistente. "Tagliando" lungo via vicinale Battilana può essere percorso un anello più breve.

Va osservato che buona parte di tale percorso è già esistente, ma la percorribilità dell'intero circuito è impedita dalla mancanza dei tratti superiori e dalla presenza di strettoie e interruzioni. Col completamento del circuito l'intera Battilana acquisterebbe una attrattiva ben più elevata della vicina area della tenuta di Marinella, già frequentata per passeggiate e per il footing.

In un primo momento può essere sufficiente rendere percorribile l'anello più breve attraverso l'eliminazione delle strettoie, la realizzazione di tre ponticelli (per superare rispettivamente

la Fossa Maestra, il Fosso della Macchia e il Fosso del Carlòn) e l'apertura dei tratti di sentiero mancanti. Tuttavia, tenuto conto dell'elevata frequentazione che verrà attratta dal circuito, è opportuno prevedere una sua sistemazione durevole.

A tal fine appare necessaria la realizzazione di una recinzione protettiva lungo i fossi, di un fondo in terra battuta per il sentiero e di una siepe lungo il suo lato esterno (Fig. 6). Per proteggere la riservatezza delle proprietà adiacenti al sentiero la siepe può essere realizzata con arbusti autoctoni spinosi: crespino (*Berberis vulgaris*), agazzino (*Pyracantha coccinea*), biancospino (*Crataegus monogyna*), prugnolo (*Prunus spinosa*).

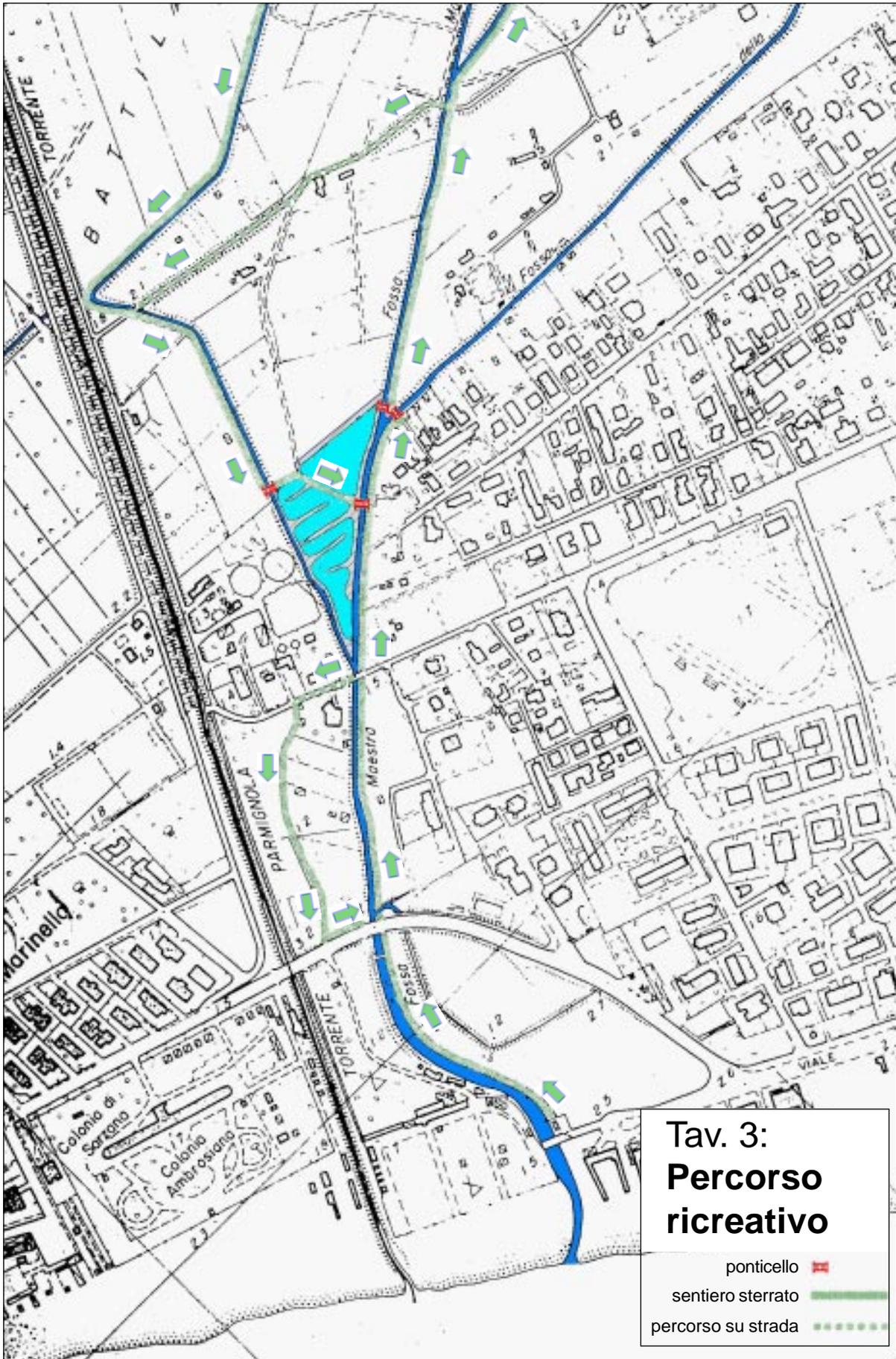
Considerato il prevedibile elevato gradimento del percorso proposto, è opportuno prevedere fin da oggi la sua prosecuzione verso monte, lungo il reticolo dei fossi, fino al rilevato autostradale, realizzando cioè l'anello più lungo.

2.3 Rinaturazione della Fossa Maestra

Attualmente la Fossa Maestra ha una sezione trapezoidale insufficiente al transito delle portate di piena.

Per accrescere al massimo l'officiosità dell'alveo si ricorre a manutenzioni periodiche di sfalcio della vegetazione acquatica e riparia e, talora, a ricalibrature della sezione e dragaggi dei sedimenti. Tali operazioni, condotte lungo tutto l'alveo della Fossa Maestra e dei suoi affluenti, alleviano l'insufficienza dell'alveo (pur senza risolverla), ma esercitano un considerevole impatto ambientale sulle comunità di organismi acquatici, legato principalmente allo sconvolgimento dell'habitat. D'altronde, in assenza di sfalcio, la vegetazione acquatica invaderebbe l'intero alveo creando un ostacolo al deflusso delle acque e condizioni predisponenti ad ancor più frequenti allagamenti delle aree circostanti.

La rinaturazione della Fossa Maestra e diverse modalità manutentive condurrebbero al soddisfacimento di entrambe le esigenze (officiosità



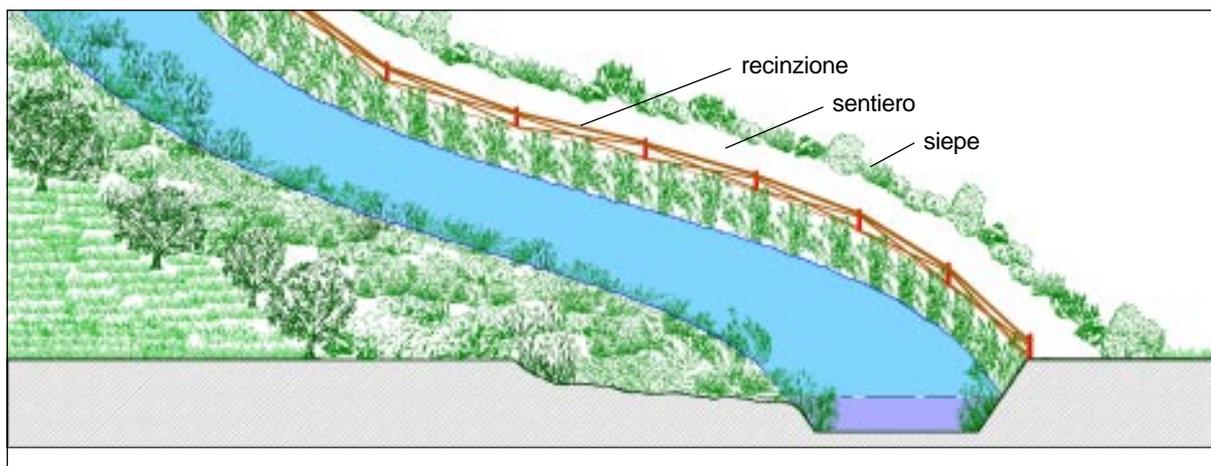


Fig. 6. Sentiero lungo la Fossa Maestra, fiancheggiato da una recinzione in legno e da una siepe.

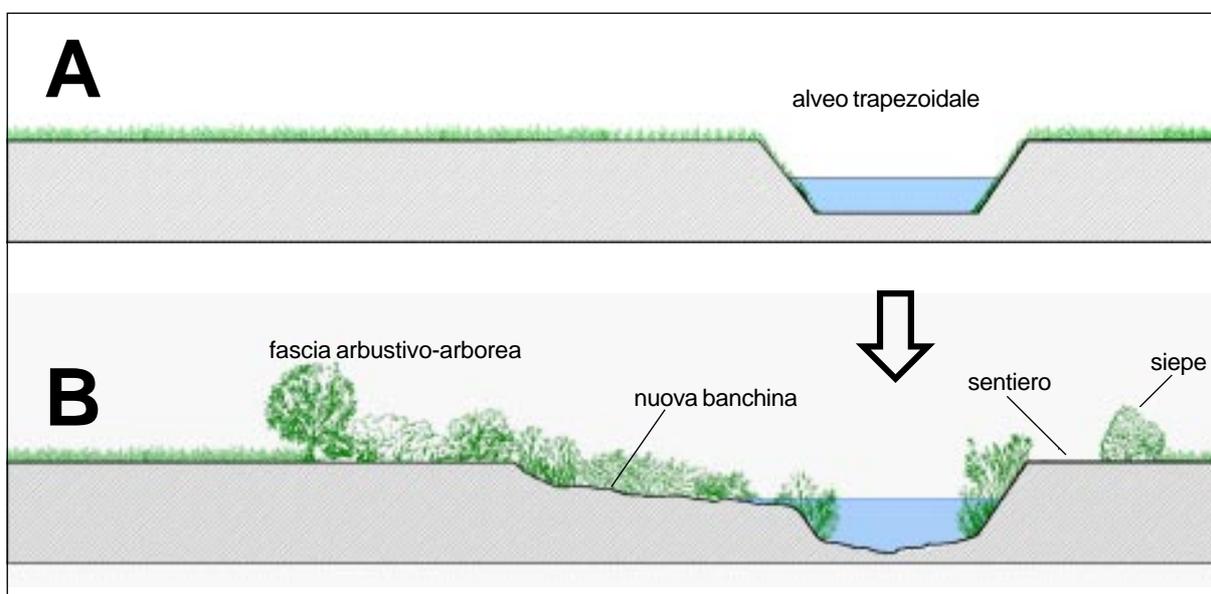


Fig. 7. Rinaturazione della Fossa Maestra. **A:** sezione attuale. **B:** alveo ampliato, approfondito e rinaturato mediante scavo e rivegetazione con specie autoctone della nuova banchina e della fascia adiacente.

idraulica e rispetto delle comunità acquatiche) apportando vantaggi collaterali di grande rilievo, quali un miglioramento paesaggistico e la creazione di aree rifugio per la fauna e di un corridoio ecologico per i suoi spostamenti.

A tal fine occorre procedere ad un approfondimento dell'alveo e ad un ampliamento della sua sezione, creando in sponda destra (dal lato opposto al sentiero) una fascia arbustivo-arborea e una banchina che può essere rivegetata con specie erbacee o arbustive idrofile o lasciata alla ricolonizzazione vegetale spontanea (Fig. 7).

La realizzazione di una sezione più ampia, consentendo di veicolare maggiori portate, permette una gestione della vegetazione acquatica più consona ad assicurare la capacità autodepurante e migliori condizioni sia per i macroinvertebrati che per i pesci e il contingente erpetologico.

A tale scopo, lo sfalcio completo della vegetazione acquatica va sostituito con uno sfalcio mirato che lasci indisturbati cespi di vegetazione su tratti alterni delle sponde, in modo che nel giro di pochi anni si crei un "canale di corrente" più ristretto e ad andamento sinuoso (Fig.

8). La maggior profondità favorisce l'ittiofauna mentre l'ombreggiamento fornito dalla vegetazione riparia ostacola il riscaldamento delle acque e la loro eutrofizzazione.

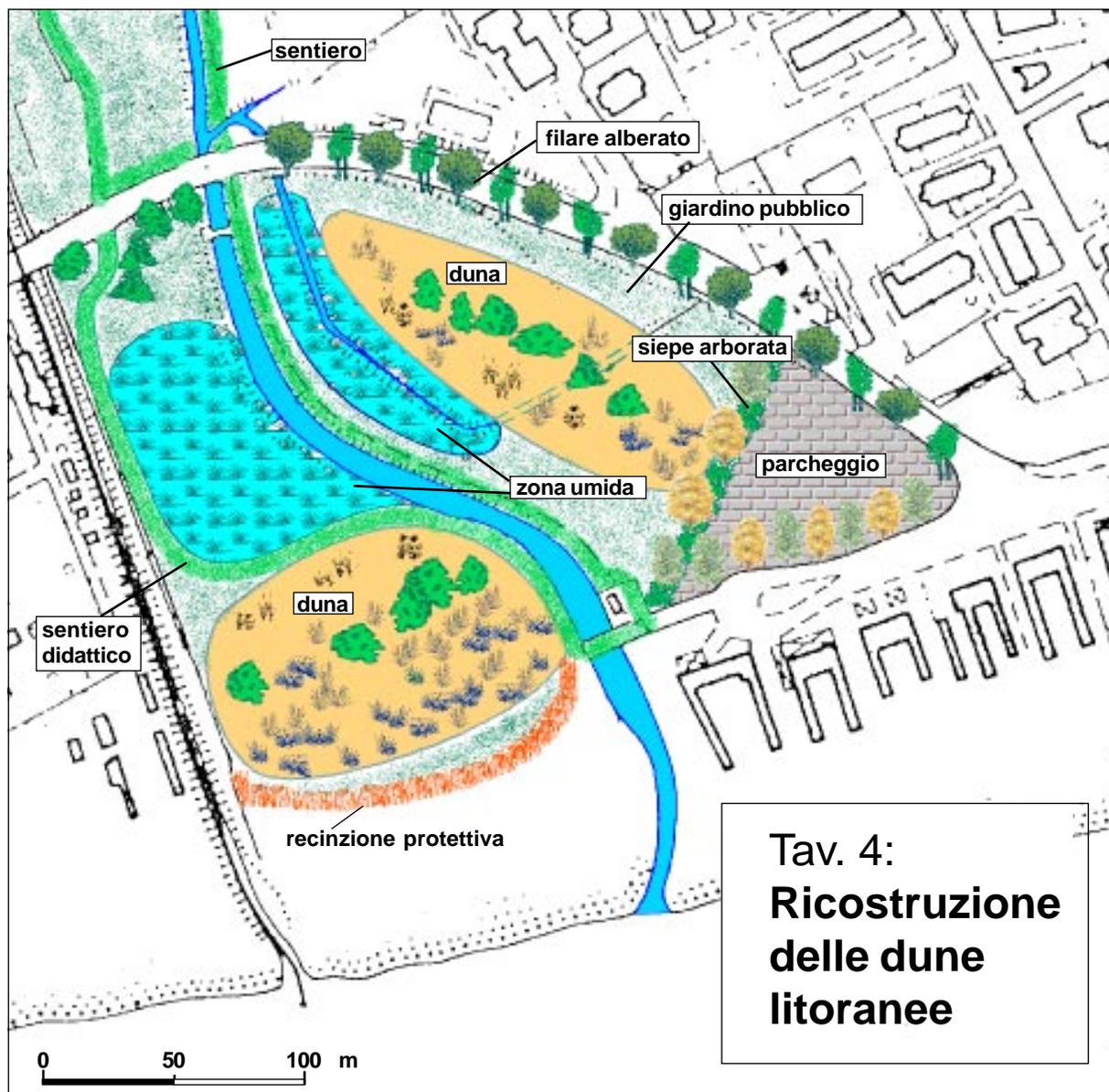
2.4 Ricostruzione di una duna litoranea

A coronamento dell'intero progetto viene prevista la ricostruzione di un ambiente dunale,

particolarmente prezioso se si tiene conto che tali ambienti sono ormai quasi scomparsi dai litorali italiani. I cordoni dunali paralleli alla linea di riva sono infatti stati spianati da diversi decenni per costruirvi sopra le strade litoranee e le infrastrutture balneari. L'eliminazione delle dune, l'intenso calpestio connesso alla frequentazione balneare e il raschiamento/sestacciamento della spiaggia per la sua pulizia quotidiana stanno conducendo alla scomparsa o alla rarefazione numerose specie animali e



Fig. 8. Col metodo dello sfalcio mirato è possibile ricreare un canale di corrente. Le foto mostrano i risultati conseguiti tra il 1987 (in alto a sinistra) e il 1990 (in basso a destra) nel fosso Skiveren (Danimarca).



vegetali che in tali habitat trovavano rifugio esclusivo o privilegiato.

Restituire a queste specie una possibilità di sopravvivenza e ai cittadini la possibilità di ammirarle e di conoscerne i mirabili adattamenti a condizioni di vita estreme è forse il contributo più qualificante che il comune può dare alla tutela della biodiversità.

Con la ricostituzione di un ambiente dunale – un tipo di intervento quasi unico in Italia– il comune di Carrara offrirebbe quindi ai visitatori provenienti dalla Liguria e, più in generale, ai turisti un “biglietto da visita” meritevole di vanto perlomeno a livello regionale.

Il progetto prevede la creazione di una duna e di una bassura retrodunale umida su entrambi i lati della Fossa Maestra (Tav. 4).

Sul lato di levante può essere ricostruita una duna parallela alla Fossa Maestra stessa, in modo da realizzare l’area umida col semplice ampliamento del fossetto già esistente, riducendo così al minimo gli scavi e i movimenti di terra necessari.

Sul lato di ponente, invece, la duna avrebbe il naturale andamento parallelo alla riva e l’area umida retrodunale verrebbe alimentata dalle acque della Fossa Maestra.

La realizzazione di questa parte del progetto

richiede l'allontanamento del camping Carrara (unico campeggio dell'intero litorale apuo-verosilese ed oltre rimasto a valle della strada litoranea), la demolizione del "residence", il recupero di situazioni di degrado, lavori di scavo per creare le zone umide e movimenti di terra per creare le dune.

Durante gli scavi occorre aver cura di conservare in cumuli separati le varie frazioni granulometriche. Gran parte dei rilevati dunali (alti 3-4 metri) può essere realizzata con frazioni granulometriche grossolane (compresi inerti provenienti da demolizioni) per assicurare un elevato drenaggio idrico, mentre la copertura dovrà essere sabbiosa.

Per la colonizzazione vegetale vengono utilizzate le specie tipiche delle associazioni dei litorali sabbiosi. Nella fascia antistante la duna (lato mare) si utilizzano specie del cachileto, un'associazione psammoalofila pioniera i cui componenti hanno habitus tendenzialmente grasso: ravastrello marino (*Cakile maritima*), erbacali (*Salsola kali*), poligono marittimo (*Polygonum maritimum*), nappola (*Xanthium italicum*). Sul pendio lato mare vengono messe a dimora specie dell'agropireto, un'associazione pioniera di fissaggio delle dune (Fig. 9): graminia delle spiagge (*Agropyron junceum*), zigolo delle spiagge (*Cyperus kalli*), euforbia delle spiagge (*Euphorbia peplis*), soldanella marittima (*Calystegia soldanella*: Fig. 10).

Sulla cresta, specie dell'ammofileto, una associazione epidunale consolidante: sparto pungente (*Ammophila littoralis*: Fig. 11), calcatrepola marittima (*Eryngium maritimum*: Fig. 12), carota spinosa (*Echinophora spinosa*), euforbia marittima (*Euphorbia paralias*).

Sul pendio interno delle dune –come pure presso l'ingresso dalla strada litoranea– vengono collocati il cisto rosso (*Cistus incanus*), il cisto femmina (*Cistus salvifolius*) ed alcune specie a portamento arbustivo: tamerici comuni (*Tamarix gallica*), tamerici maggiori (*Tamarix africana*) e ginepro coccolone (*Juniperus communis* subsp. *macrocarpa*).

Nel retroduna possono essere reimpiantate due endemiche esclusive dei litorali toscani –la ver-

ga d'oro delle sabbie (*Solidago litoralis*) e il fiordaliso tirreno (*Centaurea subciliata*)– assieme al perpetuino profumato (*Helichrysum stoechas*) e alla scabiosa a fiore bianco (*Scabiosa rutifolia*).

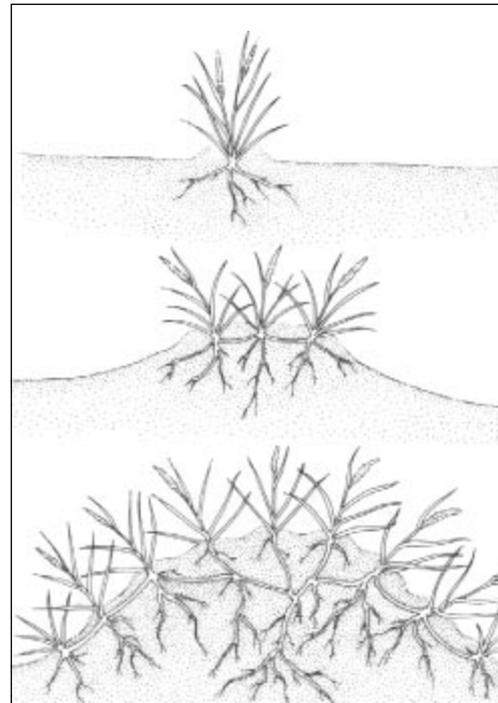


Fig. 9. Schema della colonizzazione della sabbia e della formazione di una duna: man mano che il vento accumula sabbia contro una pianta dunale, questa sviluppa il suo apparato radicale e si moltiplica. La giovane duna, fissata dall'apparato radicale, può accrescersi accumulando altra sabbia.



Fig. 10. Come le altre specie dunali pioniere, la soldanella marittima (*Calystegia soldanella*) riesce a sopportare condizioni ambientali proibitive.



Fig. 11.

Lo sparto pungente (*Ammophila littoralis*) forma vistosi cespugli alti 1 m, resistentissimi all'azione eolica; col suo grande sviluppo di rizomi e radici è la principale responsabile del consolidamento delle creste di duna.

Negli avvallamenti umidi retrodunali, invece, si utilizzano specie dei giuncheti igro-alofili: giunchetto minore (*Holoschoenus romanus*), giunchetto meridionale (*H. australis*), giunchetto comune (*H. vulgaris*), giunco nero comune (*Schoenus nigricans*), falasco (*Cladium mariscus*) e giunco pungente (*Juncus acutus*).

Il valore scientifico di questo lembo di ambiente dunale-retrodunale ricostruito è tale che merita l'allestimento di un percorso didattico con pannelli esplicativi illustrati che mostrino le varie specie e i loro adattamenti.

Vanno ricordate infatti le condizioni ambientali estreme che esse devono affrontare: il substrato incoerente e mobile, con una capacità di ritenzione idrica quasi nulla e con una salinità elevata, l'esposizione al vento marino carico di salsedine, grandi escursioni termiche quotidiane con un forte surriscaldamento diurno (condizioni "desertiche"). L'osservazione degli

adattamenti a queste condizioni è di estremo interesse: forme prostrate, striscianti o a cuscinetti appiattiti o a cespugli finemente suddivisi



Fig. 12.

La calcatreppola marittima (*Eryngium maritimum*) presenta evidenti adattamenti all'aridità: foglie fortemente spinose per ridurre la traspirazione (e proteggere dal calpestio!), fusto grosso carnoso immerso nella sabbia (per accumulare riserve idriche) con un grosso rizoma alla base (1 m sotto la sabbia).

per resistere al vento; riduzione e indurimento della superficie fogliare, spinescenza e peluria per ridurre la traspirazione; fusti e rizomi carnosì e pressioni osmotiche elevate per esaltare la ritenzione idrica e ricavare l'acqua dolce da quella salata.

Il sentiero didattico costeggia entrambe le zone umide e la duna di ponente; nei primi anni dall'impianto quest'ultima è protetta dai venti provenienti dal mare mediante una fitta recinzione. Lungo la strada viene realizzata una fascia con caratteristiche da giardino urbano: un marcia-

piedi, un filare di lecci e tamerici e un prato resistente al calpestio attrezzato con panchine e giochi per bambini. Il triangolo a sud-est viene destinato a parcheggio, con perimetro alberato.

Sulla strada litoranea, in prossimità del parcheggio e del confine regionale, due grandi cartelli illustrati con la scritta "AREA RINATURATA FOSSA MAESTRA. AMBIENTE DUNALE, ECOSISTEMA FILTRANTE, BIRDWATCHING, PERCORSO DIDATTICO-RICREATIVO" richiamano l'attenzione dei visitatori.

3. Priorità d'intervento

Come già accennato, in relazione alle disponibilità economiche e alle volontà politiche, il progetto può essere realizzato interamente o in parte. Schematizzando, possono essere individuati tre lotti, il primo dei quali comprende gli interventi essenziali, il secondo quelli di completamento del primo lotto (non indispensabili, per quanto altamente auspicabili) e il terzo la creazione dell'ambiente dunale.

Primo lotto

Comprende la sistemazione della fascia lungo la strada litoranea (marciapiede, filare alberato, giardino pubblico, parcheggio), la rinaturazione della Fossa Maestra e la realizzazione dell'ecosistema filtrante, dell'area umida a levante della Fossa Maestra e del percorso anulare più breve con le sue infrastrutture essenziali (ponticelli).

Secondo lotto

Comprende il consolidamento e il miglioramento di tutto il percorso (completamento dell'anello lungo, fondo in terra battuta, recinzione in legno sul lato dei fossi, siepe spinosa) e la realizzazione delle strutture per birdwatching.

Terzo lotto

Comprende la rinaturazione dell'area a valle della strada litoranea (ricostruzione delle due dune, della zona umida retrodunale di ponente) e il relativo sentiero didattico.

L'articolazione dei lotti e altri dettagli tecnici saranno comunque oggetto di un approfondimento progettuale non appena l'Amministrazione Comunale avrà espresso le sue indicazioni.

Hanno collaborato al progetto:

Per l'ARPAT, dip. di Massa Carrara: G. Sansoni, B. Borghini, P. Sacchetti

Per l'AMIA: R. Vercelli, C. Benvenuti

Per il Comune di Carrara: F. Fortunati