

GIOVANNI CECCONI\*

UN PROGRAMMA INTEGRATO PER PROTEGGERE LE BARENE\*\*

PREMESSA

Gli interventi di ripristino della morfologia lagunare, attualmente in corso, vengono realizzati attraverso il riuso di materiali di dragaggio per la creazione di velme e di barene artificiali conterminata da palificate.

Il programma qui illustrato rappresenta una prima fase di nuovi interventi di salvaguardia delle aree umide della laguna di Venezia (barene e relativi biotopi) attraverso la verifica dell'efficacia di tecniche tradizionali di conterminazione (palificate); la messa a punto di nuove tecniche di ingegneria naturalistica (ripascimento artificiale delle barene depresse, inserimento di fascinate di sedimentazione, rivegetazione a scopo morfodinamico).

Si vuole in particolare verificare l'efficacia della fattibilità tecnica ed economica degli interventi attraverso un programma di controlli delle tecniche impiegate sulla base dei benefici ambientali ottenuti, quali:

- aumento di quota di velme e barene attraverso l'incremento degli apporti sedimentari;
- sviluppo e stabilizzazione della vegetazione spontanea con l'incremento della complessità trofica dell'ambiente barenicolo;
- stabilizzazione della fascia intertidale<sup>1</sup> (velma) attraverso rivegetazione con fanerogame marine.

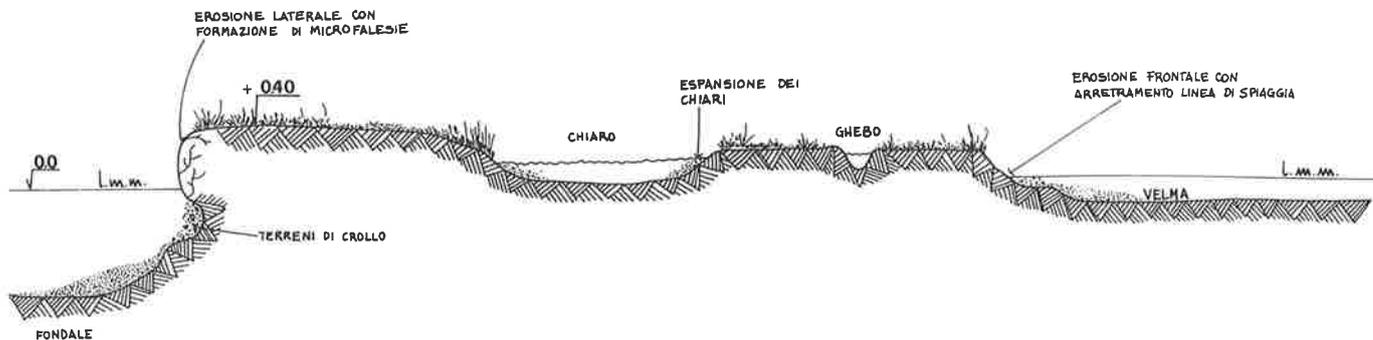
\* Responsabile del Servizio Ingegneria del Consorzio Venezia Nuova

\*\* Il programma è stato elaborato in collaborazione con il prof. Giovanni Abrami dell'Istituto Universitario di Architettura di Venezia

<sup>1</sup> Si veda la nota 2 a pagina 29

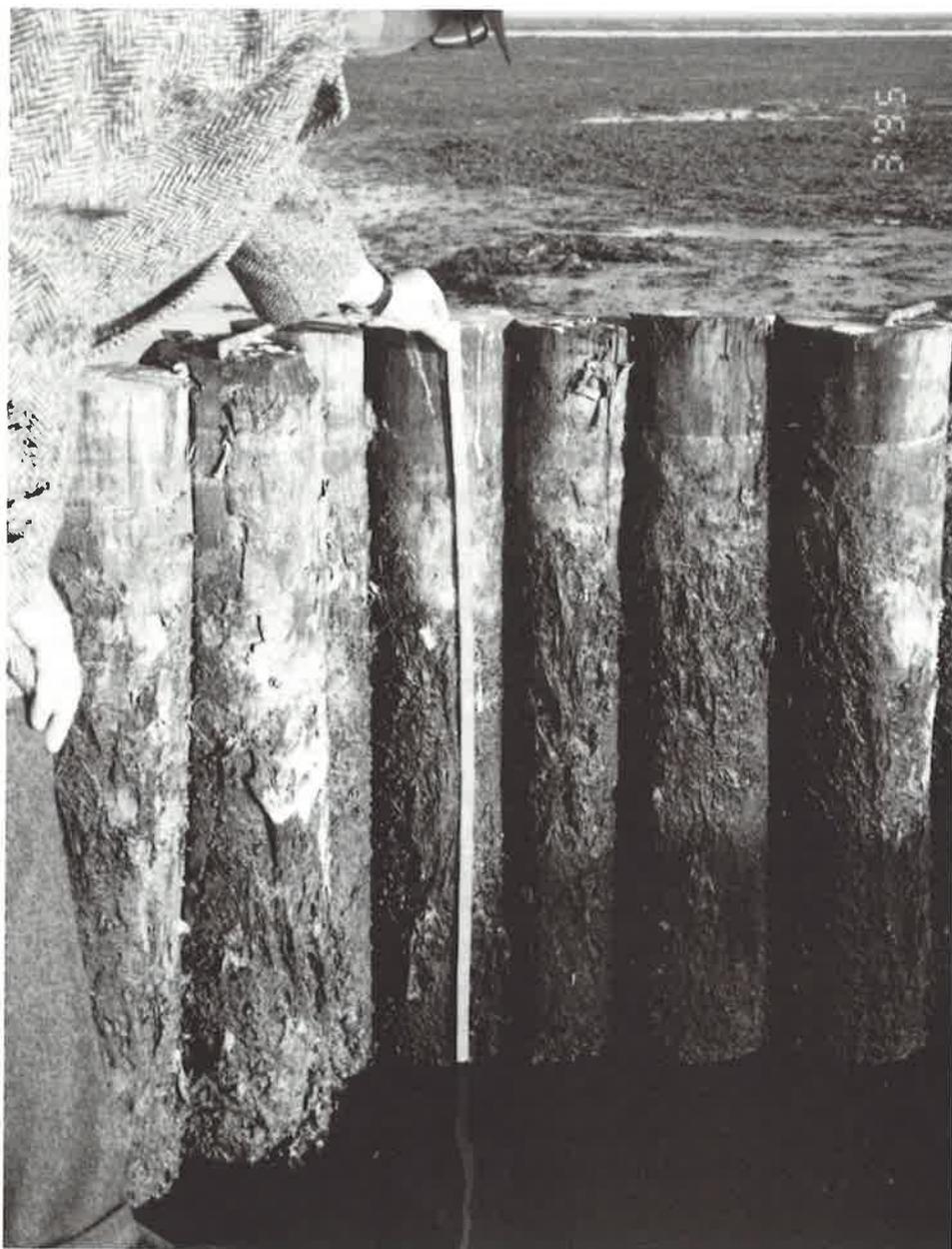
TECNICHE DI INTERVENTO

Le tecniche che verranno impiegate sono descritte, precisandone le finalità e seguendo un ordine che procede dagli interventi di tipo tradizionale a quelli con il maggior grado di naturalità: posa palificate a sostegno dei margini della barena; ripascimento superfici barenali; deposito materiali organici sui margi-



ni della barena; posa fascinate di sedimentazione per la cattura dei sedimenti veicolati dalle acque; stabilizzazione fasce intertidali mediante trapianto di fanerogame marine; risanamento bassifondi attraverso il ripristino di ghebi<sup>2</sup>.

I margini delle barene sono attualmente soggetti a intense azioni erosive dovute al moto ondoso e ad altre concause che portano alla frammentazione e alla perdita di sedimenti lungo microfratture in aree più o meno vaste (fig. 1 nella pagina a fianco). La posa di palificate a elementi contigui (figg. 2 e 3),



<sup>2</sup> Canali naturali meandriformi che solcano bassifondi e barene

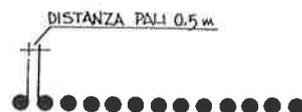
### Palificate a sostegno del margine della barena

Fig. 1 nella pagina precedente. Degrado degli elementi morfologici della laguna.

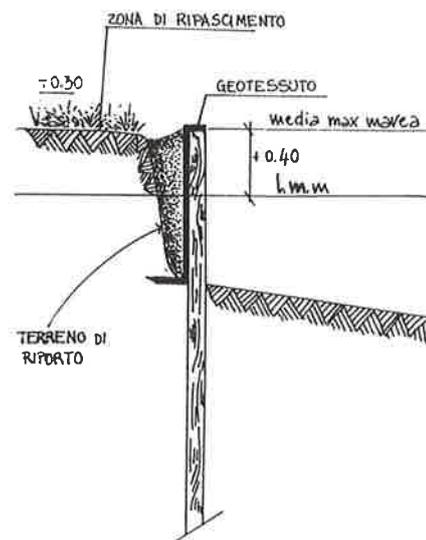
Nel disegno sono schematizzati i processi erosivi del margine delle barene, che a lungo andare ne riducono la superficie, e quelli che causano l'espansione dei chiari

Fig. 2. Una palificata di contenimento viene controllata  
Fig. 3. Consolidamento del margine delle barene, soluzione di progetto

#### PIANTA SCHEMATICA



#### SEZIONE TIPO



mira a difendere e consolidare il margine prima che se ne verifichi il crollo e il successivo asporto. Le palificate saranno poste in aderenza al bordo barena, seguendone le maggiori rientranze e rettificandone il margine quando esso si presenti maggiormente frammentato.

La quota della sommità della palificata sarà uguale o leggermente superiore a quella della barena (circa 30 cm s.m.m.).

Gli eventuali spazi tra palificata e margine barenale esistente saranno colmati con il riporto di materiale idoneo prelevato dagli antistanti bassifondi o dai canali adiacenti. Esso sarà collocato senza aumentarne il contenuto d'acqua iniziale avendo cura di compattarlo, per quanto possibile, per evitarne il dilavamento.

#### Ripascimento delle superfici barenali

<sup>3</sup> Stagni di acqua salmastra  
interni alle barene

Vaste superfici di barena presentano attualmente un deficit di quota con espansione dei chiari<sup>3</sup> interni. Fenomeno che contribuisce alla perdita di materiali sedimentari. Questa situazione produce a sua volta fenomeni di stress della vegetazione alofila presente, dovuti in particolare all'aumento della durata della sommersione alle acque di marea e allo scoprimento degli apparati radicali. Si producono con ciò continue variazioni nella composizione delle associazioni vegetali con l'impoverimento della diversità specifica fino a completa scomparsa della copertura vegetale stessa. Ciò provoca anche la fine di ogni possibilità di accrescimento naturale della superficie barenale che poteva avvenire per cattura dei sedimenti da parte della trama vegetale e per produzione di terreno organico.

Lo scopo del ripascimento è di rallentare i processi di erosione superficiale e di stress vegetazionale avendo cura di non arrecare danno permanente alle piante esistenti.

La tecnica di ripascimento consiste nel prelievo di limitate quantità di

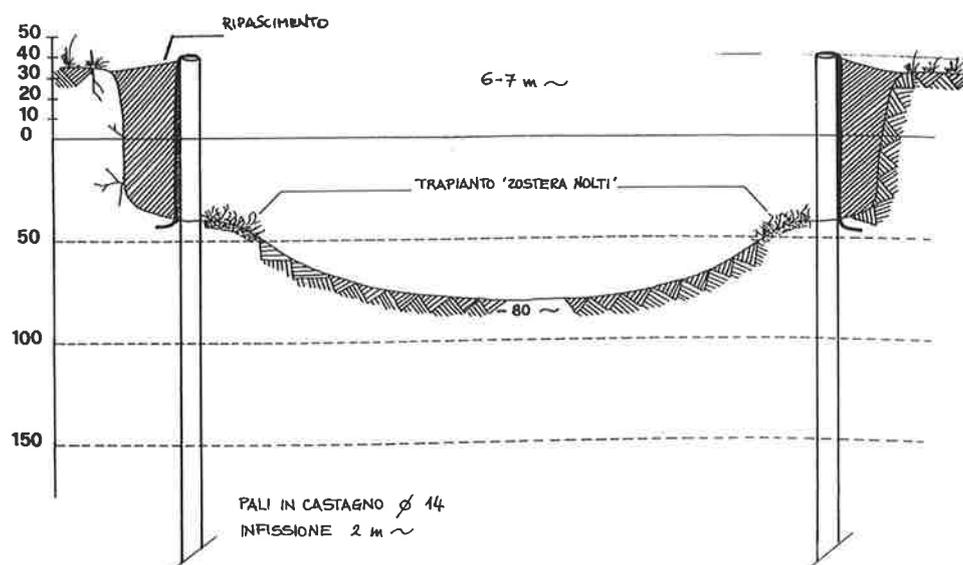


Fig. 4. Contenimento dei chiari, soluzione di progetto. Lungo le sponde dei chiari vengono disposte delle palificate che impediscono l'espansione dello specchio d'acqua. L'intervento viene completato mediante ripascimento delle sponde e trapianto di fanerogame (*Zostera noltii*) capaci, con le radici, di consolidare il terreno

sedimento, provenienti dai bassifondi e dai canali adiacenti, che vengono poi refluite con mezzi meccanici sulla superficie barenale interessata.

La miscela di sedimento e acqua viene pompata sopra la superficie delle barene con getto aereo. A compattazione avvenuta lo strato di riporto dovrà essere uniforme e con spessore non superiore ai 3-5 cm.

Il ripascimento sarà effettuato su barene che mostrano maggiori condizioni di stress vegetazionale e un evidente ampliamento, in atto, dei chiari, con un elevato rischio di transizione verso lo stadio di velma, in conseguenza della perdita di quota per erosione superficiale, subsidenza profonda o costipazione dei sedimenti superficiali a elevato contenuto organico (fig. 4, nella pagina a fianco).

Lungo il margine delle barene più compatte si verificano spesso fenomeni erosivi che determinano un continuo arretramento della copertura vegetale realizzando un profilo a "spiaggia". Tale processo è particolarmente evidente nelle barene esposte ad ampio fetch<sup>4</sup> o dove, nei siti più riparati, vi è continuità tra velma e barena, con un avanzamento della prima a scapito di quest'ultima.

Nelle barene naturali soggette a un accentuato spiaggiamento di materiali organici (frammenti di bivalvi, foglie e rizomi di fanerogame marine) si osserva la formazione di una fascia di materiale, parallela alla linea di spiaggia, che rende il margine più resistente all'erosione: si crea nello stesso tempo un habitat ottimale per la vegetazione alo-nitrofila, come pure per lo sviluppo di specie animali diverse (benthos di margine) e per la nidificazione di interessanti specie di uccelli.

Nelle barene naturali o artificiali oggetto dell'intervento verranno riportati accumuli di materiali costituiti da frammenti di bivalvi e fanerogame marine, in fasce parallele alla linea di spiaggia, imitando così un'azione naturale di deposito che non può verificarsi a causa delle citate azioni erosive.

Dalla letteratura scientifica internazionale e dalla stessa esperienza maturata dalla Serenissima si constata che i bassifondi a maggior tasso di sedimentazione sono quelli dove l'energia del moto ondoso, dovuta al vento, risulta più ridotta. In queste aree, infatti, si depositano i sedimenti asportati dalle zone più esposte e trasportati in sospensione dalle correnti di marea. È pertanto possibile realizzare aree in cui viene favorita la sedimentazione, in adiacenza a margini barenali o a bassifondi in erosione, installando dei dispositivi in grado di ridurre la turbolenza delle acque, ma che allo stesso tempo siano permeabili ai sedimenti stessi.

Precedenti esperienze applicative hanno dimostrato che un possibile dispositivo in grado di favorire la sedimentazione è costituito da fasci di legname fino, stabilizzati in loco tramite doppia fila di pali. Tale struttura garantisce la flessibilità dell'opera che deve adeguarsi alle condizioni locali e

#### **Deposito di materiali organici**

<sup>4</sup> Si veda la nota 3 a pagina 29

#### **Fascinate di sedimentazione**

poter essere rigenerata con interventi rapidi e semplici, senza creare effetti collaterali inaccettabili (si veda la fig. 12 a pagina 28 nell'articolo precedente).

Tali strutture sono già state sperimentate anche in laguna di Venezia, nella barena prospiciente all'aeroporto di Tessera, ottenendo ottimi risultati in termini di sedimentazione, avanzamento della linea di spiaggia, manutenzione limitata. È stato misurato infatti un aumento di circa 2,5 cm/anno che potrebbe portare in una decina di anni a una quota colonizzabile dalla vegetazione barenale.

#### **Stabilizzazione della fascia intertidale mediante fanerogame marine**

È noto che la presenza della fanerogama marina *Zostera noltii* nelle velme e lungo i ghebi delle barene è indice di buone condizioni ambientali. Si tratta di una specie che predilige le aree di cintura barenale e di velma (fascia intertidale) caratterizzate dalla presenza di sedimenti limosi a elevato contenuto di sostanza organica.

La presenza di questo tipo di fanerogama marina contribuisce in modo rilevante alla cattura e alla stabilizzazione dei sedimenti di fondo, impedendone la risospensione. Nei siti dove essa non riesce spontaneamente a insediarsi in breve tempo (perché si tratta di barene costruite di recente o di aree sottoposte a erosione) il reimpianto di questa specie può costituire un "innescò" che, se di estensione sufficiente, è in grado di rimettere in moto i meccanismi di stabilizzazione dei fondali e quindi di autosostenersi.

La rivegetazione di tratti di fondale con questa specie è prevista lungo la fascia intertidale di alcune barene artificiali (a stabilizzazione del riporto presso la palizzata abbattuta a livello del sedimento) come pure lungo ghebi naturali soggetti a erosione.

Applicazioni simili con *Zostera noltii* già condotte in laguna, anche su velme artificiali, hanno dato risultanti documentati molto incoraggianti.

#### **Riapertura dei ghebi**

Ampie zone della laguna hanno perduto la rete minore dei canali che garantiva un maggior grado di vivificazione delle acque riducendo il grado di confinamento delle zone di bassofondo. I bassifondi più resistenti all'erosione sono quelli che hanno mantenuto la struttura meandriforme dei canali minori.

Con questo tipo di intervento si mira a reinnescare, con il principio della "scomenzera", lo sviluppo dei ghebi collegati ai maggiori canali a servizio delle zone di bassofondo (scomenzera è l'invito scavato dall'uomo perché le correnti, procedendo naturalmente per erosione, diano luogo al tracciato di un nuovo canale).

Questa tecnica consiste nel dragare ghebi della larghezza di circa 4 m per uno sviluppo di circa 1 km, trasportando e depositando il materiale dragato a lato di barene già esistenti entro una palificata di contenimento. A questo scopo saranno individuate, nell'area, le barene in stato di sofferenza che più necessitano di tale intervento di ripristino.

## ZONE DI INTERVENTO

Le aree di intervento sono state scelte sulla base di numerosi sopralluoghi e di informazioni raccolte nel quadro delle indagini ambientali finalizzate alla ricostruzione delle barene di Valle Millecampi (fig. 5). Si è tenuto conto altresì delle informazioni contenute nella *Carta delle trasformazioni delle aree barenali dal 1810 al 1992* realizzata dal Servizio Informativo del Magistrato alle Acque di Venezia nel 1994.

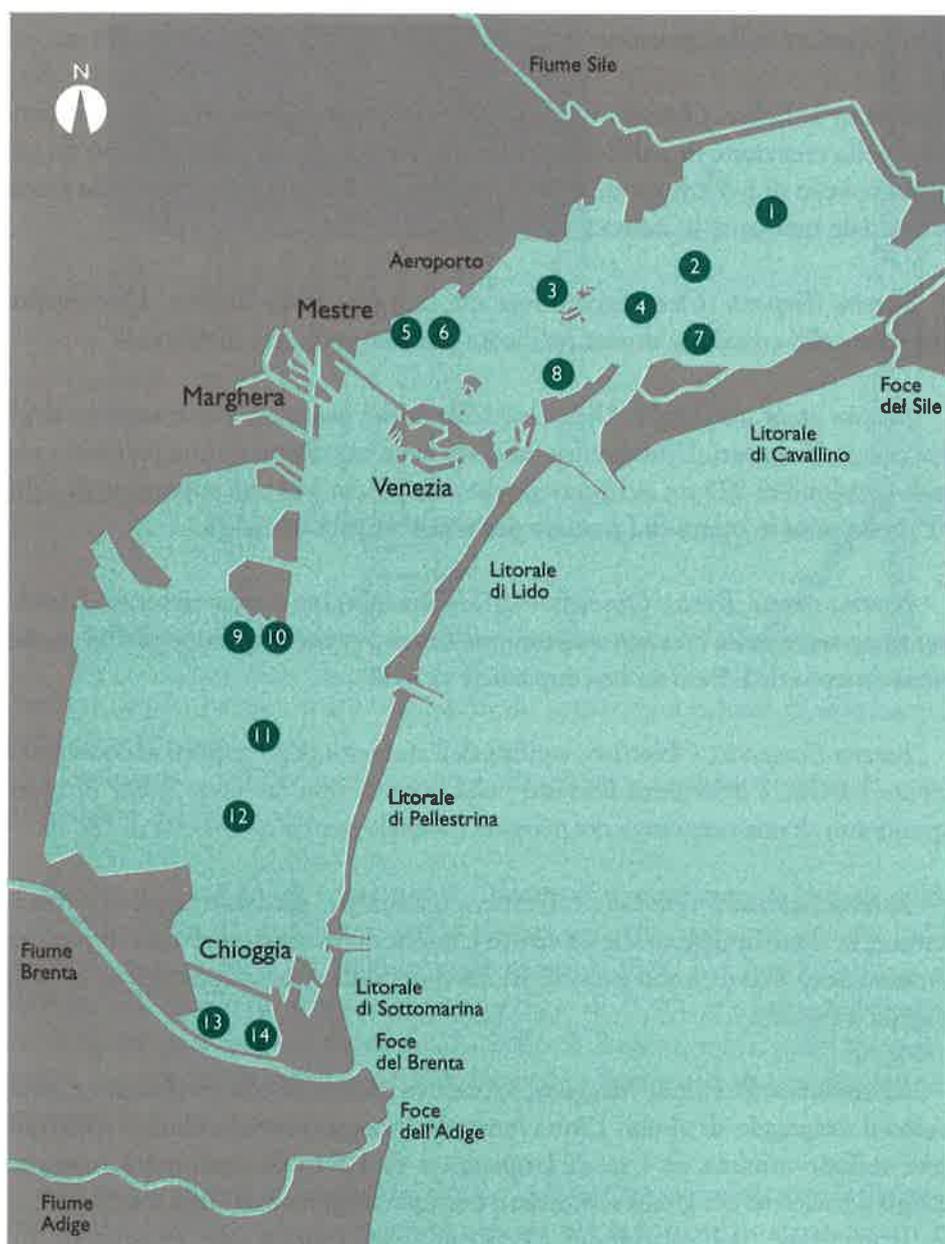


Fig. 5. Laguna di Venezia. Nella carta sono localizzate le aree selezionate nell'ambito del programma dei nuovi interventi di protezione di barene

1. Bassifondi della Palude Maggiore
2. Barena Salina S. Felice
3. Barena isola dei Laghi
4. Barena S. Felice
5. Barena Campalto
6. Barena Campalto-Osellino
7. Barena Treporti
8. Barena canale Tresso
9. Barena di Tezze Fonde
10. Barena di Torson di Sotto
11. Barena Punta Vecia
12. Barena Punta Cane
13. Barena Val di Brenta
14. Barena Chioggia B1

Il criterio di scelta è di duplice natura:

- esistenza di gravi fenomeni di stress ambientale in loco (erosione e scomparsa della vegetazione) documentata anche dalla velocità delle trasformazioni in atto;
- massima idoneità dei siti per l'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica indicate (palificate di contenimento, ripascimento, deposito di materiali, fascinate di sedimentazione, rivegetazione della fascia intertidale).

#### Laguna nord

*Barena Salina S. Felice.* Obiettivo: difesa dei margini della barena. L'intervento consiste nella creazione di una palificata per uno sviluppo di 280 m.

*Barena S. Felice.* Obiettivo: difesa del margine dei ghebi. L'intervento consiste nella creazione di palificate lungo i ghebi per uno sviluppo di 660 m; nel ripascimento di 3-5 cm su un'area di 8000 m<sup>2</sup>; nella stabilizzazione della fascia intertidale mediante la messa a dimora di 400 zolle di *Zostera noltii*.

*Barena Treporti.* Obiettivo: difesa del margine della barena. L'intervento consiste nella creazione di una palificata per uno sviluppo di 650 m.

*Barena isola dei Laghi.* Obiettivo: difesa del margine e incremento degli apporti sedimentari. L'intervento consiste nella creazione di una palificata per un'estensione di 825 m; nel ripascimento di 3-5 cm per una superficie di 3200 m<sup>2</sup>; nella posa in opera di fascinate per uno sviluppo di 175 m.

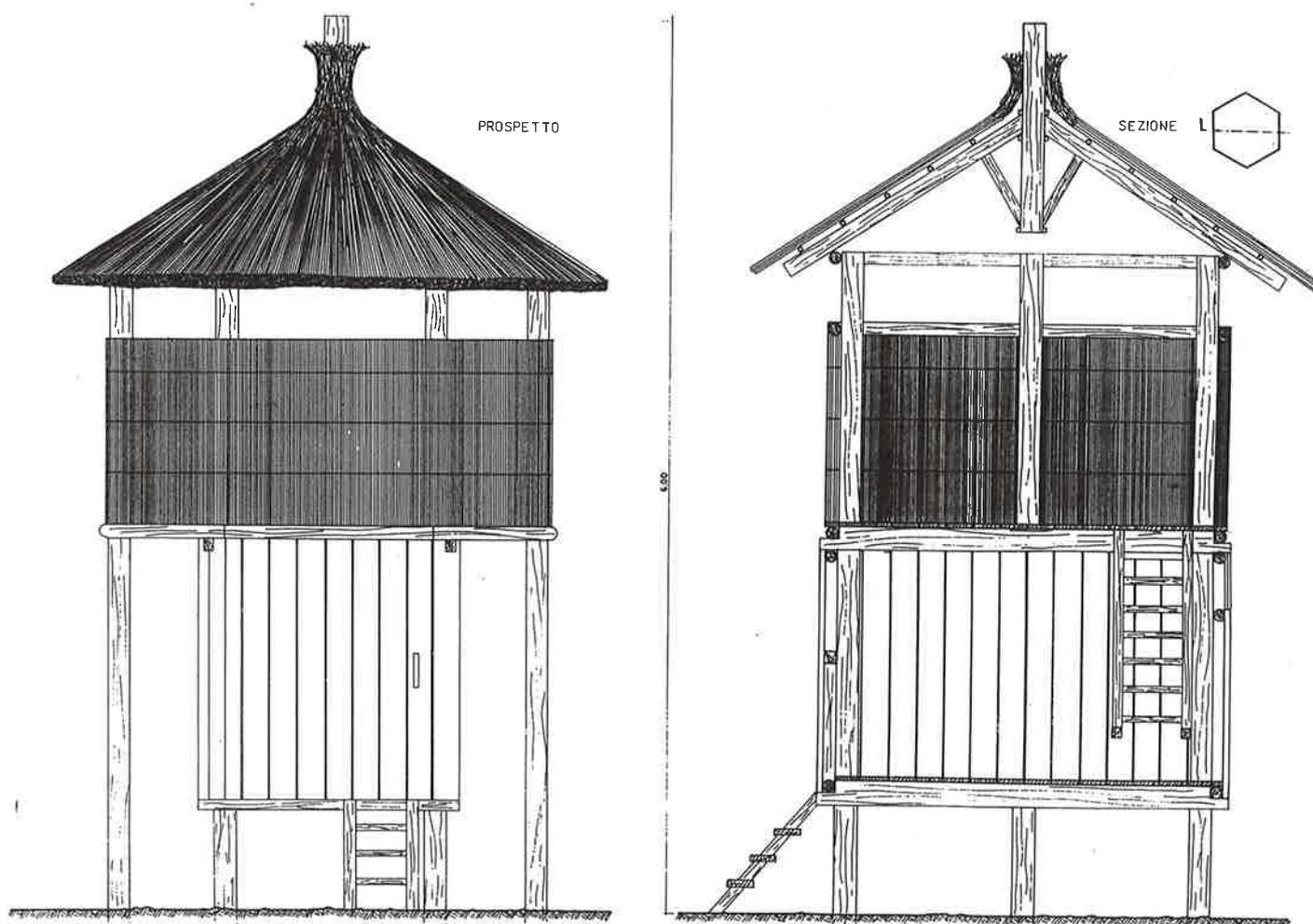
*Barena canale Tresso.* Obiettivo: difesa del margine e ripascimento. L'intervento consiste nella creazione di una palificata per un'estensione di 160 m; nel ripascimento di 3-5 cm su una superficie di 4100 m<sup>2</sup>.

*Barena Campalto.* Obiettivo: verifica dell'aumento degli apporti sedimentari a fronte barena. L'intervento consiste nella posa di una fascinata posta in corrispondenza di una rientranza del margine barenale per un'estensione di 180 m.

*Barena Campalto-Osellino.* Obiettivo: consentire, mediante apposite attrezzature, le visite in laguna. Le strutture consistono in sentieri attrezzati per una lunghezza di 800 m; sono previsti anche due ponti e due capanni (fig. 6, nella pagina a fronte).

*Bassifondi della Palude Maggiore.* Obiettivo: aumentare la vivificazione attraverso il dragaggio di ghebi. L'intervento di dragaggio sarà limitato a realizzare una sezione minima di 4 m di larghezza e di 1,5 m di profondità massima, lungo il tracciato dei ghebi scomparsi, per una lunghezza di circa 6 km.

Il materiale, dell'ordine dei 25.000 m<sup>3</sup>, sarà refluito con l'ausilio di una



stazione di pompaggio, entro una palificata realizzata a ridosso di due barene prescelte nella palude.

L'evoluzione delle sezioni d'escavo sarà rilevata successivamente al completamento del dragaggio.

*Barena di Tezze Fonde (ricostruita).* Obiettivo: naturalizzare la barena artificiale. Gli interventi consistono nella rimozione della porzione emersa della palificata per un tratto di 1000 m; nell'escavo di ghebi per una lunghezza di 5000 m; nell'escavo di chiari per una superficie di 25.000 m<sup>2</sup>; nel rinverdimento mediante la messa a dimora di 750 zolle di *Zostera noltii*; nello spiaggiamento di materiali organici (materiale vegetale e frammenti di conchiglie) per un totale di 40 m<sup>3</sup>.

*Barena di Torson di Sotto (ricostruita).* Obiettivo: naturalizzare la barena artificiale e migliorare la sua integrità nel lato più esposto al moto ondoso. Gli

Fig. 6. Prospetto e sezione di un capanno previsto per consentire l'osservazione dell'avifauna caratteristica

### Laguna centrale

interventi consistono nella rimozione della parte emersa della palificata per un tratto di 15 m; nel riporto di materiale a tergo della palificata per 300 m<sup>3</sup>; nell'escavo di ghebi per una lunghezza di 3200 m; nell'escavo di chiari (profondità circa 0,4 m) per una superficie di 10.000 m<sup>2</sup>.

*Barena di Punta Vecia.* Obiettivo: difesa della barena, cattura di sedimento e naturalizzazione delle velme e delle spiagge. Gli interventi consistono nella creazione della palificata per uno sviluppo di 525 m; nel ripascimento di 3-5 cm su due aree per complessivi 16.175 m<sup>2</sup>; nella messa in opera di due tratti di fascinata per un totale di 615 m; nel rinverdimento mediante messa a dimora di 500 zolle di *Zostera noltii*; nello spiaggiamento di materiali organici per un totale di 40 m<sup>3</sup>.

#### Laguna sud

*Barena di Punta Cane.* Obiettivo: difesa della barena. Gli interventi consistono nella creazione della palificata per uno sviluppo di 1000 m e nella messa in opera di una fascinata per uno sviluppo di 250 m.

*Barena Val di Brenta.* Obiettivo: consentire, con apposite attrezzature, le visite in laguna. Nella barena Val di Brenta saranno approntati sentieri attrezzati per visite educative. Le strutture consistono in sentieri attrezzati per una lunghezza di 800 m; sono previsti anche due ponti e due capanni.

*Barena Chioggia B1 (ricostruita).* Obiettivo: naturalizzare la barena artificiale. Gli interventi consistono nel livellamento al sedimento della palificata per 1120 m; nell'escavo di ghebi per una lunghezza di 6000 m; nell'escavo di chiari per una superficie di 30.000 m<sup>2</sup>; nel rinverdimento mediante la messa a dimora di 500 zolle di *Zostera noltii*; nello spiaggiamento di materiali organici per un totale di 80 m<sup>3</sup>.

---

#### RILIEVI, CONTROLLI, VALUTAZIONI

---

I rilievi topografici, morfologici e vegetazionali condotti avranno lo scopo di fornire tutte le informazioni necessarie alla realizzazione e ottimizzazione dell'intervento nei vari siti prescelti. Essi saranno condotti all'inizio, durante e a termine delle opere previste, per il periodo necessario a verificare l'efficacia degli interventi e gli effetti nei confronti dell'ecosistema barenale.

I risultati ottenuti nel corso delle attività, oltre che essere utilizzati al fine di ottimizzare il proseguo degli interventi nel quadro dell'attivazione dei piani esecutivi, saranno tenuti in considerazione per il perfezionamento dei futuri interventi che saranno decisi per la conservazione dell'ambiente naturale della laguna di Venezia.

Al fine della redazione dei programmi operativi saranno condotti rilievi topografici per verificare i limiti delle aree barenali, la consistenza delle aree limite e le caratteristiche geotecniche. A tale proposito saranno inseriti i necessari capisaldi finalizzati al controllo altimetrico e all'evoluzione morfologica della barena.

I rilievi pedologici hanno lo scopo di fissare le basi di riferimento per le successive osservazioni. I rilievi vegetazionali saranno svolti per acquisire lo stato di fatto iniziale in termini quantitativi (densità e biomassa) e qualitativi (associazioni presenti).

I risultati di tali indagini saranno utilizzati per la precisazione degli interventi in sede operativa, sia con riferimento alle aree di interesse che alle modalità esecutive, oltre che per la programmazione dei controlli.

#### *Rilievi durante le operazioni*

I rilievi da effettuare nel corso dell'esecuzione delle opere hanno lo scopo di valutarne l'impatto momentaneo e di apprezzarne i risultati in ordine alla loro utilizzazione per i successivi programmi operativi. Le osservazioni in corso d'opera dovranno servire per una precisazione degli orientamenti successivi, sia per quanto riguarda il tipo di intervento che le modalità d'esecuzione. Per questo motivo non è possibile evitare un controllo pressoché continuo delle fasi esecutive.

Queste osservazioni saranno facilitate dall'esecuzione di rilievi fotografici e dalla descrizione dei dati di campagna.

#### *Rilievi a termine delle operazioni*

Allo scopo di verificare quali sono le modifiche delle caratteristiche ambientali determinate dagli interventi dovranno essere eseguiti controlli periodici di carattere morfologico-altimetrico e di carattere ambientale. I primi comprenderanno:

- controlli della morfologia dei margini e della superficie interna della barena, facilitati dal rilevamento di riferimenti altimetrici (markers) e dalla misura della variazione di quota (SET<sup>5</sup>);
- controlli della situazione pedologica e vegetazionale in ordine alle variazioni qualitative e quantitative che si saranno verificate nelle associazioni vegetazionali aeree e acquatiche dopo gli interventi e controlli delle condizioni idrodinamiche: in questo stesso comparto saranno comprese le valutazioni dei processi colonizzativi che avranno avuto luogo nel nuovo assetto barenale, lungo i margini del rilevato, nell'interno e nella fascia intertidale. Questi ultimi rilevamenti assumono significato fondamentale per la verifica della validità ecologica degli interventi. Essi comprenderanno il prelievo di minicarote di sedimento e l'analisi del loro contenuto biologico qualitativo e quantitativo.

### **Rilievi per la redazione dei programmi operativi**

### **Rilievi per il controllo degli interventi**

<sup>5</sup> La possibilità di impiego e il funzionamento della livella circolare (SET- Sediment Erosion Table) sono dettagliatamente descritte a pagina 26

*Rapporti di valutazione al termine dei lavori*

Al termine delle opere previste e della serie di controlli temporali, per ogni area di intervento saranno prodotti rapporti di valutazione, comprendenti:

- cartografie;
- documentazione fotografica;
- descrizione dello stato di fatto;
- valutazione della idoneità dell'intervento;
- valutazione generale delle caratteristiche acquisite dall'ambiente in rapporto agli obiettivi previsti dall'intervento.

Questa valutazione dovrà avere aspetto descrittivo, ma sarà corredata da valutazioni quantitative dei fenomeni di stabilizzazione fisico-morfologica, dell'evoluzione granulometrica e del miglioramento ambientale, quali incremento delle biomassa, densità vegetazionale, colonizzazione, diversificazione specifica e stabilità dei popolamenti.