STUDI, PROGETTI, OPERE APRILE · GIUGNO 1998*

DIFESA DALLE ALTE MAREE

OPERE MOBILI ALLE BOCCHE DI PORTO

Studi, indagini, monitoraggi

Studio per attività di mantenimento e aggiornamento della strumentazione del Centro sperimentale per modelli idraulici di Voltabarozzo, Padova (convenzione 7649). Avvio: giugno 1998 (in corso). Lo studio riguarda: la manutenzione e la gestione della strumentazione per prove su modelli fisici e matematici nell'ambito di interventi per la salvaguardia di Venezia e della laguna; l'acquisto di nuovi strumenti; l'adeguamento della palazzina degli uffici.

DIFESE LOCALI, "INSULAE" E MARGINAMENTI

Studi, indagini, monitoraggi

Indagini a supporto della progettazione esecutiva degli interventi per la difesa dell'"insula" di S. Marco dalle acque medio alte (convenzione 7395). Ultimazione: aprile 1998. Nel 1994 Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova hanno ultimato il progetto di massima per la difesa dell'area marciana dalle acque alte fino a +100 cm (rispetto al mareografo di Punta della Salute). Il progetto prevede la predisposizione di un isolamento "orizzontale" ottenuto mediante una membrana di bentonite collocata sotto il piano di calpestìo, oltre ad altri interventi comunque indispensabili quali il restauro della pavimentazione di piazza S. Marco e la sistemazione delle reti dei sottoservizi (gas, luce, telefono, ecc.). Il progetto è stato approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e dal Comitato tecnico del Magistrato alle Acque. Su di esso, inoltre, si sono espressi altri Enti competenti con osservazioni, indicazioni e la richiesta di ulteriori approfondimenti per verificare la possibilità di eventuali soluzioni alternative alla difesa di tipo "orizzontale".

Si è quindi proceduto a nuove accurate ed estese indagini sul sottosuolo della piazza e sulla geotecnica dei terreni che hanno integrato le conoscenze acquisite in precedenza e fornito le informazioni necessarie.

In particolare, sono state eseguite le seguenti attività:

- stratigrafie dei sondaggi meccanici;
- indagini geognostiche;
- prove geotecniche di laboratorio;
- indagini archeologiche;
- descrizione stratigrafica e ricostruzione paleoambientale del sottosuolo di piazza S. Marco;
- saggi di ispezione lungo i muri di sponda sul bacino di S. Marco;

* *Il testo delle rubrica è di Matteo Utimpergher. Per la stesura sono stati consultati i seguenti uffici: Servizio Ambiente, Servizio Informativo, Servizio Ingegneria, Servizio Produzione, Servizio Progetti speciali, Ufficio Programmazione e controllo*

- indagini chimico-fisiche e prove sui materiali dei muri di sponda sul bacino di S. Marco;
- rilievi subacquei dei profili di condotti di scarico;
- rilievi batimetrici e topografici dell'"insula".

I risultati delle indagini hanno confermato l'idoneità della scelta di un isolamento "orizzontale", da realizzare congiuntamente con lavori di restauro dei muri di sponda dell'"insula". D'intesa con tutti gli Enti coinvolti si è quindi stabilito di procedere alla fase finale della progettazione esecutiva.

Progetti

Progetto esecutivo per la sistemazione di rive nel sestiere di Cannaregio a Venezia (convenzione 7637). Avvio: aprile 1998 (in corso). Il progetto riguarda circa 300 m di rive in località S. Giobbe: 200 m di fronte agli edifici dell'ex macello (che oggi ospitano una delle sedi dell'università) e 100 m lungo il rio di Cannaregio. Obiettivi degli interventi in programma sono la ristrutturazione e il rialzo del marginamento; il rinforzo delle fondazioni del muro di sponda; la sistemazione e la risagomatura della pavimentazione.

A supporto della progettazione vengono eseguiti sondaggi geognostici; rilievi planoaltimetrici di dettaglio, rilievi batimetrici e altre indagini.

Progetto esecutivo per la ricostruzione di rive nel quartiere Tombola e a Borgo S. Giovanni, Chioggia, secondo stralcio (convenzione 7322). Avvio: aprile 1998 (in corso). Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova stanno eseguendo una serie di lavori lungo le rive di Sottomarina e del bacino del Lusenzo con gli obiettivi della difesa dalle acque alte e della riqualificazione urbanistica delle aree di intervento.

Di questo programma di opere fanno parte anche i lavori nel quartiere Tombola e a Borgo S. Giovanni dove vengono ricostruiti e rialzati 1,2 km di rive. Le nuove rive vengono realizzate a parete verticale mediante l'infissione di un palancolato di calcestruzzo armato, lungo 8 m, unito nella sommità da un cordolo di calcestruzzo e completato nella parte superiore con un rivestimento di mattoni e un bordo di pietra calcarea bianca. Le rive comprendono anche nuova banchina (larga tra 1,5 m e 2,5 m) con pavimentazione di lastre di porfido. Nell'ambito di un Accordo di programma tra Magistrato alle Acque e Amministrazione locale, vengono eseguite attività complementari per la sistemazione di campo Marconi, la predisposizione dell'illuminazione pubblica, la demolizione delle pile del vecchio ponte Bailey.

I lavori sono inizati alla fine del 1997 con un primo stralcio esecutivo (tuttora in corso) che riguarda 600 m di rive nel quartiere Tombola. Con il secondo stralcio si interverrà invece sulle rive di Borgo S. Giovanni per altri 600 m.

Progetto esecutivo per la ricostruzione delle rive dei Giardini napoleonici a Venezia. Avvio: maggio 1998 (in corso). Le rive dei giardini sono state costrui-

te agli inizi del XIX secolo nell'ambito degli interventi voluti da Napoleone per dare un diverso assetto alla parte sud - est del sestiere di Castello. L'incarico di sistemazione della zona fu affidato a Giannantonio Selva il quale destinò una vastissima area a verde urbano, creando i giardini napoleonici. Realizzati tra il 1808 e il 1812, essi risultarono subito un elemento fortemente caratterizzante dal punto di vista urbanistico e sociale divenendo anche, nel corso del '900, sede dei padiglioni della Biennale internazionale d'arte istituita nel 1895.

Per ottenere uno spazio adeguatamente vasto dove realizzare la nuova area verde si dovette procedere all'imbonimento di una zona paludosa (paludo di S. Antonio) e, soprattutto, alla demolizione di un importante nucleo di edifici religiosi (chiese, ospedali, conventi).

Sul lato verso la laguna i giardini vennero delimitati dal lunghe rive estese fino alla cosiddetta "motta", allora estremo limite della città. A quasi due secoli dalla costruzione, le rive mostrano oggi evidenti segni di un diffuso degrado: la natura dei terreni di fondazione e la notevole intensità del moto ondoso prodotto dalle imbarcazioni a motore hanno determinato gravi danni al muro di sponda oltre a sconnessioni e cedimenti della pavimentazione.

Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova dovranno provvedere alla ricostruzione delle rive a partire dal rio di S. Isepo fino al rio dei Giardini (per complessivi 500 m). Nel progetto, in fase di elaborazione, sono state individuate diverse tipologie di intervento ciascuna delle quali assicura il pieno rispetto delle attuali linee architettoniche e si differenzia dalle altre in funzione, soprattutto, delle caratteristiche dei terreni di fondazione e della profondità dei fondali antistanti.

Lo sviluppo della progettazione richiede la realizzazione di specifiche attività complementari di rilievo e indagine, in parte già effettuate e in parte da eseguire: analisi delle attuali tipologie strutturali delle rive; rilievi topografici e planimetrici, indagini geotecniche e geognostiche; sopralluoghi da terra e subacquei.

Progetto esecutivo degli interventi per la difesa dell'"insula" di Rialto dalle acque medio alte (convenzione 7395). Avvio: giugno 1998, (in corso). Nel 1992 Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova hanno ultimato lo studio di fattibilità del progetto "insulae" nel quale sono state indicate le soluzioni tecniche possibili per la difesa dalle acque medio alte di Murano, Burano e di alcune aree di Venezia e Chioggia caratterizzate da particolare pregio architettonico e monumentale e da quote altimetriche molto basse. A Venezia le aree considerate sono quelle di S. Marco (di cui è in corso la progettazione esecutiva), dei Tolentini (dove i lavori sono stati avviati nell'ottobre del 1997) e, appunto, di Rialto per cui sono stati definiti, a livello generale, interventi specifici in relazione alle particolari condizioni locali.

A Rialto sono state distinte due aree critiche con marea a +100 cm (rispetto al mareografo di Punta della Salute). La prima, molto estesa (circa 3.000 m^2) e

complessa dal punto di vista planimetrico, comprende campo S. Giacomo, campo dell'Erberia e gli spazi e le rive attorno al palazzo dei Camerlenghi. In quest'area gli allagamenti sono dovuti al sormonto dell'acqua lungo le rive sul Canal grande e al rigurgito dai tombini.

La seconda area (con un'estensione di soli 50 m^2) è quella del sottoportico dei Dieci savi dove l'allagamento avviene soltanto per rigurgito.

Nel progetto esecutivo vengono sviluppate le soluzioni previste nello studio di fattibilità e si definiscono modalità, costi e impatti delle opere, affrontando un'ampia casistica sia sotto il profilo tecnico e tecnologico sia sotto il profilo architettonico e funzionale.

Il progetto comporta, tra l'altro, lo studio delle condizioni geotecniche dei terreni e delle fondazioni di edifici e strutture interessate dai lavori, in base ai dati già disponibili e alle informazioni che dovranno essere ricavate da specifiche indagini integrative; la definizione dei metodi costruttivi e dei programmi operativi, considerando oltre alla loro efficacia rispetto alla difesa dalle acque medio alte, anche la compatibilità con le attività socioeconomiche presenti nella zona.

Progetto esecutivo per la difesa dell'insula di Chioggia dalle acque medio alte, secondo stralcio (convenzione 7637). Avvio: giugno 1998 (in corso). Il progetto riguarda la fondamenta del canale Lombardo interno e le calli che si affacciano sulla fondamenta stessa. Obiettivi, criteri progettuali e modalità esecutive sono analoghi a quelli descritti, alle pagg. 67-68 dei "Quaderni Trimestrali" gennaio - marzo 1998, nella scheda del progetto del primo stralcio.

Progetto esecutivo per la difesa dell'abitato di S. Pietro in Volta dalle acque alte, secondo stralcio (convenzione 7649). Ultimazione: giugno 1998. Il progetto riguarda la difesa della parte nord di S. Pietro in Volta, in prosecuzione dei lavori avviati nella zona sud nel giugno 1996. Tipologie e modalità esecutive sono descritte nelle pagine 108 e 109 dei "Quaderni Trimestrali" gennaio - marzo 1995.

Progetto degli interventi per la ristrutturazione delle rive delle Zattere e della Giudecca, terzo stralcio (convenzione 7637). Approvazione da parte del Comitato tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia: 12 giugno 1998. Gli interventi alle Zattere e alla Giudecca sono descritti, nelle linee essenziali, nella scheda successiva. Per quanto riguarda il terzo stralcio dei lavori, esso riguarderà il completamento delle opere lungo la fondamenta S. Biagio (alla Giudecca), per 60 m, e l'intera fondamenta S. Eufemia, sempre alla Giudecca, per 280 m.

Opere

Interventi per la ristrutturazione delle rive delle Zattere e della Giudecca, secondo stralcio (convenzione 7322). Avvio: maggio 1998 (in corso). Le rive delle Zattere e della Giudecca si trovano lungo il canale che separa il centro

storico di Venezia dall'isola della Giudecca. Originariamente erano semplici argini di terra, rinforzati a volte con pali di legno, che delimitavano gli imbonimenti con cui venivano ampliati i terreni ai lati del canale[1]. All'inizio del XVI secolo, la necessità di rendere le rive più solide, funzionali e facilmente accessibili, indusse a sostituire gli argini di terra con sponde di pietra. Alle Zattere i lavori iniziarono nel 1519 e terminarono dopo oltre dieci anni; alla Giudecca vennero avviati alla metà dello stesso secolo e proseguirono, tra interruzioni e parziali rifacimenti per molti decenni.

Le rive delle Zattere e della Giudecca rappresentano oggi due tra le zone più caratteristiche di Venezia: ricche di storia e di relazioni sono tra le mete preferite delle passeggiate dei veneziani. Caffè, gelaterie, pizzerie e ristoranti ne hanno sempre più consolidato un tipo di fruizione legata al tempo libero.

Esposte alla continua azione del moto ondoso, le rive hanno subìto un progressivo degrado, anche di carattere strutturale, dovuto soprattutto all'intensissimo traffico acqueo a motore. In passato sono stati effettuati periodici lavori di ordinaria manutenzione limitati, però, alla parte emersa o alla sola pavimentazione. Nella primavera del 1996, Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova hanno avviato un programma generale di lavori con gli obiettivi di ristrutturare in modo completo le rive e, contemporaneamente, di contrastare gli allagamenti nelle zone dove la quota del piano di calpestìo è più bassa, mediante il rialzo della pavimentazione almeno fino a quota +100 cm (rispetto al mareografo di Punta della Salute).

Alle Zattere gli interventi, nel loro complesso, interessano l'intero percorso della fondamenta, da Punta della Salute fino alla stazione marittima, per 1,3 km, mentre alla Giudecca si sviluppano dall'estremità est della fondamenta, all'interno della caserma della Guardia di finanza, fino al rio di S. Biagio, per 1,7 km. I lavori procedono per stralci successivi individuati tenendo conto delle situazioni di particolare urgenza, ma anche delle esigenze delle attività commerciali.

Il primo stralcio, quasi ultimato, riguarda tre tratti di riva. Uno alle Zattere, tra calle del Vento e rio di S. Trovaso, (370 m), gli altri due alla Giudecca: in corrispondenza della caserma della Guardia di finanza (100 m) e in fondamenta S. Biagio (190 m).

Con il secondo stralcio si interviene sulle rive delle Zattere tra Punta della Salute e rio di S. Vio (700 m). Due le metodologie esecutive adottate:

la prima viene applicata nei tratti maggiormente danneggiati (oltre 500 m) e consiste, in sintesi, nel restauro della muratura, nella ricollocazione dei masegni della pavimentazione alla nuova quota prevista dal progetto, in interventi di rinforzo mediante la realizzazione di una paratia di micropali accostati infissa nel fondale a ridosso del marginamento. I micropali sono collegati nella parte superiore da un setto continuo di calcestruzzo armato (come elemento di sostegno) addossato alla parte esterna del marginamento stesso e dimensionato per sopportare le spinte orizzontali del terreno;

[1] *Gli imbonimenti avvenivano in genere su barene preesistenti e furono una pratica tradizionale attraverso la quale si realizzò l'espansione della città*

- la seconda richiede invece, oltre al restauro della muratura e al rialzo della pavimentazione, la messa in opera di un palancolato d'acciaio alla base della riva, in grado sia di assorbire le spinte del terreno sia di impedire l'erosione del fondale.

Il programma di attività comprende anche il restauro delle scalinate sul canale per cui è necessario smontare gli elementi in pietra d'Istria, ripulirli e ricollocarli, sostituendo quelli deteriorati o mancanti, e l'adeguamento degli scarichi in base alle prescrizioni del regolamento d'igiene del Comune di Venezia.

Interventi per il rinforzo degli argini dei canali Taglio barbieri e Bondantino, completamento dei lavori lungo il canale Taglio barbieri (convenzione 7649)[2]. *Avvio: giugno 1998 (in corso).* All'inizio del 1996, Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova hanno avviato un programma di interventi lungo i canali Taglio barbieri e Bondantino (in località Giare di Mira), per contrastare il degrado dell'argine di conterminazione, l'interramento dei canali e l'erosione delle barene circostanti.

La strategia operativa adottata consente di raggiungere una serie di obiettivi complementari (difesa dalle acque alte, miglioramento della circolazione idrica e della navigabilità, recupero morfologico) mediante tipologie di intervento funzionali le une alle altre. La ricostruzione dell'argine avviene, infatti, utilizzando materiale ottenuto dal dragaggio dei canali[3] e, inoltre, i sedimenti idonei per caratteristiche chimico-fisiche sono utilizzati per l'ampliamento delle barene.

Il programma delle attività è suddiviso in tre fasi esecutive. La prima, per uno sviluppo dei lavori pari a 1,1 km, è stata ultimata nell'aprile del 1997; la seconda, per 2,3 km, è attualmente in corso; la terza riguarda il completamento degli interventi lungo il canale Taglio barbieri, tra l'imbocco dell'idrovia e il canale Fossa, per complessivi 2,4 km circa.

Nella terza fase dei lavori l'argine viene ricostruito secondo un'unica tipologia costruttiva. La nuova struttura sarà più larga e più alta rispetto a oggi: l'attuale quota di sommità risulta, infatti, insufficiente a garantire la difesa completa dei territori retrostanti dagli allagamenti in caso di acque alte eccezionali. L'argine sarà dotato di palancole di fondazione in calcestruzzo armato (lunghe oltre 6 m) e rivestito, lato laguna, con lastre di porfido.

Per ripristinarne la funzionalità idraulica del canale, la cui profondità è oggi inferiore al metro, si procederà a lavori di dragaggio e ricalibratura dei fondali.

Come si è detto, i sedimenti idonei saranno utilizzati per il recupero morfologico delle barene a lato del canale. Le barene caratterizzano questa zona di transizione tra terraferma e laguna dal punto di vista paesaggistico e naturalistico, ma, negli ultimi decenni sono state investite da processi erosivi che ne stanno progressivamente riducendo la superficie. I lavori consentono di stabilizzare i margini delle barene (dove l'erosione è appena iniziata) o di ampliare quelle maggiormente degradate. Le aree di intervento vengono deli-

[2] *Il progetto degli interventi è stato elaborato dal Magistrato alle Acque di Venezia - Ufficio per la salvaguardia*

[3] *integrandolo, se necessario, con materiale arido selezionato proveniente da cava idonea*

Nella pagina precedente Figg. 1 e 2. Una fase dei lavori alla Giudecca e un tratto di riva ricostruito alle Zattere

mitate mediante palificate di legno che impediscono, per il tempo necessario al consolidamento, la dispersione dei sedimenti.

Interventi per la difesa dell'abitato di Treporti dalle acque alte, terzo stralcio (convenzione 7322). Ultimazione: giugno 1998. I lavori sono consistiti nella prosecuzione delle opere di difesa dell'abitato, lungo l'isola nord. Sono stati ricostruiti, in zone diverse, nuovi tratti di riva a quota +1,83 m (rispetto al mareografo di Punta della Salute) per complessivi 3 km.

DIFESA DALLE MAREGGIATE

RINFORZO DEI LITORALI

Progetti

Progetto esecutivo per la difesa del litorale di Lido (convenzione 7637). Avvio: aprile 1998 (in corso). Il litorale di Lido è un'isola che si estende dalla bocca di porto omonima a quella di Malamocco per 11,6 km con una superficie di 7,4 km^2. Compreso in una fascia costiera interessata da particolari dinamiche che determinano un generale arretramento della linea di riva, anche il litorale di Lido è investito da processi erosivi (di origine naturale o indotti da interventi dell'uomo) accentuati dall'orientamento particolarmente sfavorevole del litorale rispetto alla direzione di provenienza delle mareggiate più intense.

Nella zona centro-meridionale la spiaggia è completamente scomparsa e i fondali sono soggetti a un graduale approfondimento. Gli storici "murazzi" di pietra, integrati nel corso del '900 da opere di difesa in roccia perpendicolari alla riva ("pennelli"), non offrono un'adeguata protezione dalla violenza del mare e gli abitati retrostanti sono esposti al rischio di allagamento per sormonto e filtrazione dell'acqua.

Nel resto dell'isola la presenza della spiaggia rende la situazione meno critica anche se, soprattutto nella zona centro-settentrionale, l'azione del moto ondoso e delle correnti costiere sta causando una continua perdita di sabbia. Tale fenomeno non si è arrestato neppure dopo la costruzione di numerosi "pennelli" tra il 1934 e il 1968 e, in seguito, alla fine degli anni '70.

Da questo complesso di fattori è emersa la necessità di realizzare un programma di interventi finalizzato al rinforzo del litorale. Il piano è già stato definito, nelle sue linee generali, in un progetto di massima predisposto nel 1990 da Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova. Nel progetto esecutivo in fase di elaborazione vengono riprese le soluzioni proposte nel 1990, sviluppandole anche in base alle tipologie di intervento e alle metodologie esecutive adottate negli ultimi anni per i litorali di Cavallino e Pellestrina.

Gli obiettivi del nuovo progetto si riferiscono da un lato alla difesa dalle mareggiate e dall'altro lato alla salvaguardia e al ripristino dell'ambiente costiero.

Nel primo caso si procederà alla ricostruzione della spiaggia nella parte centro-meridionale del Lido (in corrispondenza dei "murazzi") con sabbia idonea prelevata in mare. La nuova spiaggia sarà protetta con alcuni pennelli diversi, per dimensione, cadenza e orientamento, rispetto a quelli attuali di cui è prevista la demolizione. Un limitato "ripascimento" della spiaggia esistente sarà eseguito nella parte nord del litorale.

Nel secondo caso, si potrebbe intervenire, a S. Nicolò e agli Alberoni, per il ripristino e la tutela delle dune sia in funzione di difesa dal mare che in funzione del recupero e dello sviluppo delle aree di pregio naturalistico.

Progetto esecutivo per interventi di banchinamento a Caroman (convenzione 7395). Ultimazione: giugno 1998. Nella parte sud del litorale di Pellestrina, poco prima del murazzo di Caroman, c'è un'ampia area in consegna al Magistrato alle Acque di Venezia e attualmente destinata alla movimentazione di pietre e rocce utilizzate per le opere di difesa costiera.

Il progetto per quest'area risponde a necessità diverse e tra loro complementari: far fronte all'attuale degrado della riva; realizzare una banchina attrezzata, che consenta un'agevole accosto alle imbarcazioni da carico e un'efficace stoccaggio e movimentazione dei massi; predisporre una darsena per imbarcazioni di piccola stazza e altre strutture di servizio utilizzabili anche in futuro, una volta cessato l'utilizzo da parte del Magistrato alle Acque.

Opere

Interventi per la difesa del litorale di Sottomarina, primo stralcio (convenzione 7601). Avvio: maggio 1998 (in corso). Il programma generale di interventi per il litorale di Sottomarina (5 km di costa tra la bocca di Chioggia e la foce del Brenta) comprende la costruzione di una struttura di difesa nella parte nord; l'ampliamento della spiaggia nella parte sud; la sistemazione della foce del Brenta.

La struttura di difesa viene realizzata sul lungomare tra la spiaggia e l'abitato di Sottomarina, dove la quota dei terreni non offre adeguate garanzie di sicurezza. Avrà uno sviluppo di oltre 600 m e sarà configurata come un muretto continuo in funzione di elemento "paraonde" alle spalle del quale sono previsti un marciapiede e una pista ciclabile. Un apposito Accordo di programma prevede anche il prolungamento del lungomare mediante la realizzazione di una strada (via Valentino) con finanziamenti del Comune di Chioggia.

L'ampliamento della spiaggia con nuova sabbia ("ripascimento") interessa 500 m di arenile a partire dalla zona immediatamente a nord della foce del Brenta e richiede l'utilizzo di circa 100.000 m^3 di sabbia idonea.

Per quanto riguarda i lavori alla foce del Brenta, sulla riva sinistra viene costruito un pennello di roccia lungo 80 m, viene rinforzata la scogliera che delimita l'ultimo tratto della foce (per 300 m) e si consolida e rialza un

ulteriore tratto di argine per 500 m. Sulla riva destra, invece, si procede al consolidamento della sponda con una nuova scarpata sommersa di pietrame, per oltre 400 m.

Interventi per la difesa del litorale di Pellestrina, settimo stralcio (convenzione 7637). Ultimazione: aprile 1998. Sottilissima striscia di terra tra l'Adriatico e la laguna, il litorale di Pellestrina è stato per secoli il punto più vulnerabile dell'arco costiero che costituisce la naturale protezione di Venezia e della laguna dal mare. Proprio a Pellestrina si sono esercitati i maggiori sforzi della Serenissima per realizzare un'adeguata difesa dalle mareggiate, in un continuo confronto sul quale il Governo della Repubblica esercitava un controllo costante e severissimo. Proposte sperimentazioni e interventi culminarono a metà del XVIII secolo nella costruzione dei "murazzi": opere di pietra costruite per chilometri lungo tutto la riva: dalla bocca di Malamocco fino a Caroman. Col tempo i "murazzi" hanno perduto parte della loro efficacia protettiva, lasciando esposti gli abitati retrostanti al pericolo di allagamenti per sormonto e filtrazione dell'acqua (gli attacchi del mare si sono progressivamente accentuati anche per l'approfondimento dei fondali davanti ai "murazzi", per cui la riva è investita da onde sempre più alte).

Per far fronte alle nuove necessità Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova stanno oggi realizzando un ulteriore sistema di difesa che comprende la formazione di un'ampia spiaggia davanti ai "murazzi" (con sabbia idonea prelevata in mare) e la costruzione di scogliere di roccia allo scopo di impedirne l'erosione. La nuova spiaggia, per complessivi 9 km, viene formata mediante l'impiego di 4,5 milioni di m^3 di sabbia contenuta entro "celle" definite da 18 pennelli di roccia perpendicolari alla riva, congiunti all'estremità da una scogliera sommersa, parallela alla costa. Fino a oggi sono stati ricostruiti circa 6 km di spiaggia. Di questi 1,1 km (per 600.000 m^3 di sabbia) sono stati realizzati con il settimo stralcio degli interventi che prevedeva anche la costruzione di un pennello e di un tratto di 450 m di scogliera sommersa.

RIEQUILIBRIO AMBIENTALE

RECUPERO MORFOLOGICO

Studi, indagini, monitoraggi

Monitoraggio dell'erosione dei bassifondi e delle barene lagunari (convenzione 7649). Avvio: maggio 1998 (in corso). I monitoraggi intendono analizzare alcuni aspetti specifici dei fenomeni erosivi che interessano le strutture morfologiche della laguna, mediante il rilievo sistematico delle variazioni volumetriche dei sedimenti nei bassifondi e nelle barene. Alla fine dell'estate e dell'inverno, per tre anni, si procederà al bilancio dei sedimenti anche per

valutare i diversi effetti erosivi del moto ondoso dovuto a fattori meteomarini (prevalente d'inverno) o prodotto dalle imbarcazioni (prevalente d'estate).

Per quanto riguarda i bassifondi, poiché le variazioni stagionali di quota che intervengono nel corso di tre anni sono dello stesso ordine di grandezza degli errori delle batimetrie con ecoscandaglio, è necessario utilizzare una particolare tecnica di misura topografica che prevede l'individuazione di un caposaldo fisso e campagne di misura ripetute in numerose aree campione situate nel raggio di circa 500 m dal caposaldo. Questo sistema di rilevamento consente la correzione degli errori accidentali di misura attraverso una tecnica statistica per il calcolo dei valori medi ottenuti. I rilievi devono essere eseguiti su bassifondi tipici e secondo modalità e criteri tali per cui le misure risultino rappresentative delle dinamiche che avvengono nell'intero bacino lagunare.

Per quanto riguarda le barene, vengono rilevate le perdite volumetriche della superficie per effetto dell'arretramento dei bordi, utilizzando misure distanziometriche rispetto ad alcuni punti di riferimento fissi collocati in barena. Inoltre, viene misurata la deposizione di sedimento e di materia organica in numerose aree campione preventivamente marcate con uno strato di caolino o di materiale equivalente.

Propedeutica al complesso delle attività è stata la caratterizzazione di bassifondi e barene in "unità" lagunari. Ciò ha significato la predisposizione di un vero e proprio catasto ambientale-morfologico basato su un nuovo approccio metodologico che comporta la suddivisione della laguna in unità geografiche funzionali. Sulla base di questa suddivisione sono state individuate le aree tipiche su cui effettuare i rilevamenti. Le aree tipiche sono state scelte tenendo conto sia delle loro funzioni idrodinamiche, morfologiche, ambientali e socioeconomiche, sia dell'intensità dei processi erosivi in atto.

I monitoraggi comprendono anche il prelievo di campioni di sedimento da bassifondi e barene per analizzare il peso specifico *in situ*, il contenuto d'acqua e quello di sostanza organica.

Opere

Interventi per il recupero morfologico dell'isola del Lazzaretto nuovo (convenzione 7395). Avvio: giugno 1998 (in corso). L'isola del Lazzaretto nuovo si trova in laguna nord, a lato dell'isola di S. Erasmo. Ha avuto, nel tempo, molteplici funzioni: da luogo di quarantena per le merci, nella metà del XV secolo, a luogo di isolamento durante la peste del 1576, a presidio militare e deposito di munizioni nel XIX secolo e fino al 1975. Oggi, l'isola è del Demanio dello Stato ed è affidata in concessione all'Archeoclub e all'Ekos club che svolgono le loro attività durante tutto l'anno, fornendo anche un servizio di vigilanza e manutenzione, e durante l'estate organizzano campi scuola per ragazzi, per gruppi di 40 persone.

Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova intervengono per ricostruire le sponde dell'isola. Sul lato ovest, lungo il canale S. Erasmo, la

sponda viene risagomata e protetta con massi poggiati su pietrame, mentre sui lati sud ed est, dove il margine dell'isola è costituito da un fronte di barene soggette a erosione, si provvederà a ricostruirne il bordo mediante l'infissione di una palificata continua dietro la quale vengono rifluiti sedimenti idonei provenienti da lavori di dragaggio compresi in questo stesso progetto.

Oltre a questi lavori è prevista anche la realizzazione di un impianto sperimentale di fitodepurazione, dimensionato per circa 40 persone, che abbatta i carichi di inquinanti e nutrienti contenuti nelle acque reflue prima di scaricarle in laguna.

Si provvederà infine alla sistemazione degli attuali accessi all'isola con la costruzione di un nuovo pontile di attracco; l'installazione di un pontile galleggiante per le piccole imbarcazioni; il rifacimento della darsena esistente, il dragaggio dei fondali nella zona di approdo.

Figg. 3 e 4. Lazzaretto Nuovo. Degrado della riva sul canale S. Erasmo e veduta aerea dell'isola

Interventi per il risanamento ambientale del bacino del Lusenzo esterno (convenzione 7395). Ultimazione: aprile 1998. I lavori sono consistiti nel dragaggio dei canali del bacino allo scopo di contrastarne il progressivo interramento e ripristinarne la funzionalità idraulica, anche in funzione delle

esigenze della navigazione. I lavori sono stati eseguiti sui canali Lusenzo primo, per 1,6 km; Lusenzo secondo, per 950 m; canale parallelo al ponte dell'Unione, per 500 m; canale S. Domenico esterno, per 1 km. La profondità dei fondali è stata portata a quota -4,50 m. Nel programma di lavori era previsto anche il dragaggio, fino a quota -5,00 m, di un tratto di circa 600 m del canale Lombardo esterno. Dai fondali dei canali sono stati estratti circa 400.000 m^3 di sedimenti.

Il tracciato della rete di canali su cui operare è stato rilevato mediante indagini sul campo condotte durante la fase progettuale e confrontato, successivamente, con la cartografia dell'area del 1930 e del 1970. L'escavo dei canali non risponde soltanto all'esigenza immediata di avviare il risanamento del bacino esterno, ma contribuisce anche a riattivare la circolazione della corrente di marea con il bacino interno, favorendone la vivificazione.

I sedimenti ricavati dal dragaggio e compatibili sotto il profilo chimico-fisico sono stati impiegati per la formazione di una nuova barena, ampia 34 ettari, in località il Vallone (Valle Millecampi).

Le attività descritte in questa scheda fanno parte del piano di interventi che, dal 1987, Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova stanno eseguendo per il risanamento e il recupero morfologico della laguna attorno a Chioggia.

Interventi per la ricalibratura dei fondali del canale Buello (convenzione 7322). Ultimazione: aprile 1998. I lavori sul canale Buello, situato a nord di Valle Millecampi (laguna sud), sono complementari a quelli già in corso in quest'area della laguna e ne condividono l'obiettivo: contrastare il degrado morfologico della zona, caratterizzato dalla progressiva scomparsa del tessuto delle barene e dall'interrimento dei canali nei quali si deposita parte dei sedimenti trasportati dalla corrente. Scopo degli interventi era restituire la funzionalità idraulica del canale e ricostruire, con il materiale idoneo dragato, tre nuove barene.

I lavori di dragaggio sono stati eseguiti lungo l'intero percorso del canale Buello, compresi i tratti denominati "Taietta" e "Scirocco" e la diramazione che collega il "Taietta" con il "Lova" (in totale, 5 km). I fondali sono stati approfonditi fino a quota -2,50 m, estraendo oltre 200.000 m^3 di sedimenti impiegati per la realizzazione delle barene Buello 1, 2 e 3, per una superficie complessiva di oltre 10 ettari. Le barene Buello 2 e 3 hanno forma lunga e stretta e sono state disposte lungo il lato est del canale (per 1,4 km) in modo da intercettare i sedimenti trascinati dalla corrente trasversale al canale e, dunque, rallentarne l'interrimento.

A supporto degli interventi vengono effettuati periodiche campagne di monitoraggio e rilievi utili per valutare, tra l'altro, i benefici indotti dalle opere eseguite sull'idrodinamica locale e l'evoluzione morfologica del fondale del canale, delle barene artificiali e dei bassifondi adiacenti.

Studi, indagini, monitoraggi

Determinazione degli apporti inquinanti dal bacino scolante - Progetto DRAIN (convenzione 7649). Avvio: maggio 1998 (in corso). Un contributo fondamentale al bilancio complessivo dell'inquinamento in laguna è costituito dal carico inquinante immesso dai corsi d'acqua del bacino scolante. La quantificazione di questo carico nel tempo e la sua caratterizzazione (dinamica, fisico-strutturale, chimica) è essenziale per la tutela dell'ecosistema lagunare e per pianificare e realizzare attività di arresto del degrado ambientale e di controllo della qualità delle acque.

Rispetto a questo problema, mentre vi sono numerosi dati storici su nutrienti e su alcuni metalli pesanti, non vi sono sufficienti informazioni sui microinquinanti organici. Il progetto DRAIN intende appunto fornire una prima quantificazione sperimentale dell'apporto di microinquinanti organici[4] in laguna e un approfondimento aggiornato del quadro conoscitivo anche sul carico di microinquinanti inorganici[5], sui nutrienti e sul volume d'acqua dolce provenienti dal bacino scolante nel corso di un anno. Il progetto riguarda un'intensa attività sperimentale che attraverso rilevamenti sistematici consenta di acquisire serie complete di dati idrodinamici, chimici e chimico-fisici e di mettere a punto protocolli metodologici di misura. Le attività interesseranno i nove principali tributari della laguna: Silone, Dese, Osellino, Naviglio Brenta, Lusore, Lova, Taglio nuovissimo, Montalbano e Trezze ai quali corrispondono sottobacini imbriferi per 1550 km^2, pari all'80% del territorio dell'intero bacino scolante (1880 km^2 complessivi).

Programma generale delle attività di approfondimento del quadro conoscitivo di riferimento per gli interventi ambientali, primo stralcio (convenzione 7695). Avvio: maggio 1998 (in corso). Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova hanno elaborato un programma generale di studio dell'ambiente lagunare e dei suoi problemi e un progetto esecutivo con attività volte a definire in modo completo e aggiornato il problema dell'inquinamento chimico in laguna e i principali legami tra inquinamento ed evoluzione morfologica. Il programma consente di unificare le conoscenze finora acquisite e di elaborare le linee guida degli interventi futuri. Esso prevede la realizzazione di indagini, studi, "attività di ingegneria" e individua gli opportuni strumenti metodologici e operativi.

Il primo stralcio si riferisce in particolare a indagini e studi che comprendono:

- il contributo del *fall out* atmosferico alle immissioni di inquinanti in laguna. Lo studio riguarda le deposizioni atmosferiche mensili misurate in laguna relative a microinquinanti organici e inorganici. Esso è finalizzato a integrare i pochi dati attualmente disponibili e rappresenta un primo passo per valutare l'entità del contributo atmosferico all'apporto di contaminanti nel bacino

[4] *Sono microinquinanti organici sostanze quali gli idrocarburi policiclici aromatici* (IPA), *i policlorobifenili* (PCB), *le policlorodibenzodiossine e i policlorodibenzofurani* (PCDD *e* PCDF), *i pesticidi organo clorurati* (POC), *l'esaclorobenzene* (HCB)

[5] *Sono microinquinanti inorganici: arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), mercurio (Hg), nichel (Ni), piombo (Pb), rame (Cu), Zinco (Zn)*

lagunare. I risultati dei rilievi verranno confrontati con quelli degli apporti di origine fluviale e con analoghe misure di deposizione atmosferica di metalli pesanti effettuate nel nord Adriatico tra il 1994 e il 1996;

- l'analisi radiochimica su sedimenti recenti della laguna di Venezia. Lo studio ricostruisce le caratteristiche evolutive generali del sistema[6] (dedotte per confronto con analisi analoghe eseguite in passato dal Consorzio Venezia Nuova), mette a punto un inventario degli inquinanti nei depositi sedimentari della laguna nord e analizza i flussi all'interfaccia acqua/sedimento con cui inquinanti organici e inorganici si sono depositati nel sedimento durante questo secolo;
- i processi legati alla dinamica del materiale particellato e dei sedimenti. Lo studio prevede l'analisi dei processi di sedimentazione e accumulo di inquinanti nel sedimento, la stima del tasso di "bioturbazione", la misura della risospensione e della ridistribuzione dei sedimenti;
- i livelli di eutrofizzazione e inquinamento delle acque e dei sedimenti nella parte centrale della laguna di Venezia. Lo studio esamina i rapporti tra ambiente biotico e microinquinanti organici e inorganici, soprattutto in relazione ai fenomeni di eutrofizzazione e di proliferazione algale;
- gli effetti dell'inquinamento sull'ecosistema lagunare e sulla salute dell'uomo. Lo studio si propone di accertare, mediante l'adozione di procedure del rischio accreditate a livello internazionale, l'entità e gli effetti dell'esposizione a sostanze tossiche e genotossiche da parte della popolazione e da parte di organismi indicatori e rappresentativi dell'ecosistema lagunare.

Le indagini comportano numerose attività di campo tra cui serie sistematiche di campionamento con prelievo di sedimenti superficiali e profondi, di organismi eduli (molluschi e pesci), di materiale sospeso, di biomasse macroalgali, di acqua, di deposizioni atmosferiche. I campionamenti verranno eseguiti in connessione con quelli in corso da parte di Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova nell'ambito dello *Studio per la mappatura dell'inquinamento dei fondali lagunari.*

Sono in programma anche analisi di laboratorio che si articolano in analisi chimiche, fisiche, radiochimiche, mineralogiche, biochimiche, ecotossicologiche.

Indagini per la messa in sicurezza della barena del Passo a Campalto (convenzione 7322). Ultimazione: giugno 1998. La barena del Passo occupa un'area di 20 ettari situata sulla gronda lagunare e delimitata a nord dal canale Osellino, a ovest dal Canale delle rotte e a sud dalla laguna. Tra gli anni '60 e '70, la barena del Passo è stata utilizzata come discarica per lo smaltimento di materiali e rifiuti eterogenei (in totale 850.000 m^3) che hanno determinato profonde alterazioni dal punto di vista morfologico ed ecologico. Questa attività di smaltimento incontrollato, particolarmente intensa negli anni '70, è oggi cessata.

Per ottenere un quadro conoscitivo completo e aggiornato sui materiali

[6] *Lo studio dei sedimenti può fornire informazioni di enorme importanza per la comprensione dei fenomeni ambientali di una laguna. Qualora indisturbati, infatti, i sedimenti fungono da archivio di quanto è avvenuto in passato e permettono la ricostruzione di condizioni ambientali anche lontane nel tempo. A tale scopo si utilizzano apposite tecniche di datazione, tra cui la misura della radioattività di alcuni radioisotopi presenti nell'aria o nelle acque in concentrazione pressoché costante e nota. Associati al particolato, i radioisotopi si depositano con continuità e regolarità sui fondali e vengono incorporati dai sedimenti. La loro concentrazione inizia a diminuire per decadimento radioattivo dal momento del loro inglobamento nel sedimento e ciò consente di stabilire, su questa base, la storia del sedimento stesso*

depositati in passato e sulla loro pericolosità, Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova hanno eseguito, tra gennaio 1996 e maggio 1998, specifiche campagne di indagini e rilievi inizialmente volti a verificare se e in che misura fosse possibile ripristinare l'ambiente originario dell'area. Le attività sono servite a caratterizzare:

- la morfologia dell'area;
- le caratteristiche qualitative e di contaminazione dei materiali depositati relativamente ai parametri di controllo previsti dalle normative vigenti e ad alcuni elementi indicativi del livello del rischio di contaminazione del terreno superficiale;
- le caratteristiche qualitative e di contaminazione dell'area lagunare circostante la barena, relativamente ai parametri di controllo previsti dalle normative vigenti e ad alcuni elementi indicativi del livello del rischio di contaminazione per l'ecosistema lagunare;
- le caratteristiche del terreno sottostante i materiali depositati;
- la stratigrafia dei materiali;
- l'idrologia della zona (indagine sulle falde).

Le analisi hanno permesso di verificare che i materiali presenti nelle barene sono costituiti da rifiuti industriali diversi, con piccole quantità di rifiuti solidi urbani e macerie, e hanno caratteristiche di pericolosità superiori a quanto inizialmente ipotizzato. Inoltre, la stessa laguna antistante la barena del Passo è risultata inquinata, anche in modo significativo, dai rilasci provenienti dai rifiuti.

Le caratteristiche di inquinamento e di pericolosità dei materiali sono apparse tali da rendere impossibile la loro ricollocazione all'interno della conterminazione lagunare in condizioni di sicurezza ambientale, mentre anche i trattamenti di detossificazione o di inertizzazione, pur sperimentati, così come la collocazione in una discarica autorizzata a terra non sono risultati praticabili (sia dal punto di vista operativo che economico) anche per la grande quantità dei materiali. L'unica soluzione fattibile è risultata quella di intervenire per il completo isolamento dei rifiuti in modo da bloccare qualsiasi rilascio di inquinanti verso l'ambiente.

Le attività sono quindi proseguite, in relazione all'obiettivo progettuale scelto, con l'approfondimento delle analisi sulla qualità dei materiali e sul loro livello di inquinamento, con la determinazione di eventuali fenomeni di inquinamento secondario delle aree circostanti, nonché, in generale, con l'acquisizione di tutti i dati necessari alla progettazione delle opere di isolamento del deposito e di messa in sicurezza dell'area lagunare vicina alla zona di intervento.

Nel corso di questa serie di attività sono stati individuati notevoli quantità di fosfogessi (oltre 300.000 m^3 sugli 850.000 m^3 di materiale depositato), residui della trasformazione delle fosforiti minerali in fertilizzanti (fosfati) a opera di aziende di Porto Marghera[7].

Ciò ha reso necessari ulteriori approfondimenti per verificare l'esistenza di

[7] *Le fosforiti sono minerali naturalmente leggermente radioattivi e il processo chimico di produzione di fertilizzante porta a concentrare nel fango di scarto, cioè fosfogessi o "fanghi bianchi", il contenuto di radio e di altri elementi radioattivi per cui si generano emissioni di raggi gamma ed emanazioni di gas Radon*

uno specifico rischio ambientale e sanitario determinato dalla presenza dei fosfogessi. Le principali attività eseguite sono consistite in indagini radiometriche esplorative allo scopo di rilevare eventuali anomalie radioattive; nella raccolta delle disposizioni della normativa vigente in materia di rifiuti radioattivi; nella raccolta di informazioni di letteratura sul contenuto di radionuclidi caratteristico delle varie specie di rifiuti presenti.

Con queste indagini preliminari si è potuto verificare, tra l'altro, come nell'area dei fosfogessi vi sia un'anomalia radioattiva significativa, con livelli di emissioni gamma pari, in alcuni punti, a 6/8 volte il livello medio dei terreni circostanti.

A seguito di tali risultati è stata emanata un'ordinanza sindacale (13 febbraio 1998) nella quale si disponeva che il Magistrato alle Acque di Venezia, di concerto con gli altri organi competenti completasse le analisi radiometriche e predisponesse un piano di bonifica della zona. Immediatamente sono state avviate nuove attività e indagini e, in modo contestuale, è stato elaborato un progetto per la messa in sicurezza della discarica (si veda la scheda seguente). Le nuove attività hanno comportato interventi immediati di messa in sicurezza (recinzione dell'area e annaffiatura periodica per abbattere la risospensione in atmosfera di polveri radioattive, tuttora in corso); indagini sulla pericolosità del deposito di fosfogessi non solo per quanto riguarda radiazioni ed emanazione di gas Radon, ma anche rispetto all'aggressività chimica dei materiali stessi (rilievi radiometrici di dettaglio, analisi radiochimiche, analisi mineralogiche, prelievo di nuovi campioni, prove di laboratorio).

Questi approfondimenti sono stati effettuati con l'ICTIMA - CNR di Padova e con il Dipartimento di Mineralogia dell'università di Padova.

Progetti

Progetto generale per la messa in sicurezza della barena del Passo a Campalto (convenzione 7649). Ultimazione: maggio 1998. Il progetto definisce una serie di interventi che fanno fronte a un'autentica emergenza ambientale. In passato, infatti, la barena del Passo è stata utilizzata come discarica per collocare rifiuti e materiali inquinanti di diversa origine, tra cui oltre 300.000 m^3 di fosfogessi.

La presenza di rifiuti pericolosi e fosfogessi ha determinato una grave situazione di rischio ambientale e sanitario riconducibile, in parte, all'irraggiamento gamma, all'emanazione di gas Radon e alla diffusione di microinquinanti tossici e radioattivi quali Radio, Polonio, Torio, Piombo (dai fosfogessi) e in parte alla diffusione di microinquinanti organici e inorganici (dal deposito di rifiuti industriali e urbani).

Per mettere in sicurezza l'area sono state quindi studiate numerose alternative di intervento fino alla scelta, operata anche sulla base dei rilievi eseguiti dallo stesso Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova (cfr. la scheda precedente), della soluzione sviluppata nel progetto. La soluzione

adottata comporta la separazione del deposito di rifiuti in due corpi con problematiche omogenee e, quindi, il loro completo isolamento dall'ambiente circostante (rendendo possibile anche il futuro riutilizzo dell'area nell'ambito del parco pubblico previsto dagli strumenti di pianificazione urbanistica). Essa, tra l'altro, assicura anche l'affidabilità dei sistemi utilizzati, cioè la durabilità dei materiali e la ridondanza delle difese, la riparabilità delle opere e la possibilità di eventuali integrazioni successive in condizioni di sicurezza per gli operatori e per l'ambiente.

Il progetto individua sia le soluzioni generali sia le soluzioni specifiche adeguate alle due aree in cui la discarica è suddivisa: quella dei fosfogessi con una superficie di 12 ettari e quella dei rifiuti pericolosi con una superficie di 11 ettari.

Sono previste tre principali modalità di intervento:

- la prima consiste nel circondare entrambe le aree inquinate mediante un diaframma plastico di bentonite (da +1 m a -15 m) con funzione di barriera idraulica, in grado cioè di eliminare i flussi idrici del sottosuolo tra la discarica e la laguna. Il diaframma avrà uno sviluppo complessivo di quasi 3 km e si innesterà nel substrato argilloso presente nel sottosuolo tra -5 e -14 m. Su due lati della discarica, lungo la laguna e sul Canale delle rotte, davanti al diaframma plastico verrà messo in opera un palancolato metallico (da +1 m a -8 m) che servirà a garantire un'adeguata resistenza rispetto all'azione dinamica ed erosiva delle onde e ad includere anche il fondale lagunare antistante le barene (per alcune decine di metri) che è stato contaminato a causa del dilavamento e dell'erosione dei terreni per effetto della pioggia, dell'escursione della marea e del moto ondoso;
- la seconda, specifica per la zona dei fosfogessi, consiste nel realizzare attorno a quest'area, e all'interno della barriera bentonitica, anche un diaframma di sabbia calcarea (da +1 m a -10 m) come barriera geochimica, con funzione "neutralizzante" dei liquidi acidi percolanti dalla discarica, cioè del fluoro residuo lisciviato dalla massa di fosfogessi come acido fluoridrico. Posto come prima barriera attorno ai fosfogessi, il diaframma di sabbia previene l'attacco corrosivo a carico della barriera idraulica e del palancolato metallico. Inoltre cattura elementi e radionuclidi eventualmente disciolti nei fluidi in transito, facendoli precipitare nello spessore del diaframma stesso per effetto delle diverse condizioni elettrochimiche;
- la terza riguarda la realizzazione di una copertura della discarica, costituita, dal basso verso l'alto, da un primo strato di sabbia a matrice calcarea per "neutralizzare" le eventuali acque di infiltrazione superficiale (nell'area dei fosfogessi) o da uno strato di regolarizzazione limoso-argilloso (nell'area dei rifiuti pericolosi); da uno strato impermeabile di argilla o bentonite; da uno strato di materiale di riporto proveniente da scavi lagunari, allo scopo di ritardare il flusso di Radon per un tempo sufficiente a garantirne

il decadimento radioattivo[8] prima che raggiunga l'ambiente esterno; da uno strato ad alta conducibilità idraulica (sabbia grossolana) che interrompe la risalita capillare e crea un livello di aerazione; da uno strato superficiale di terreno vegetale.

I due settori della discarica saranno separati mediante un setto idrogeologico e chimico costituito da un diaframma plastico di bentonite (verso l'area dei rifiuti pericolosi) e da un diaframma di sabbia calcarea (verso l'area dei fosfogessi). È prevista, inoltre, una rete di drenaggio e scarico delle meteoriche.

La sicurezza della chiusura di fondo è garantita da efficaci barriere geologiche: metri di sabbia calcarea, in grado di tamponare efficacemente percolati acidi, e uno strato continuo di argilla di buono spessore.

Il progetto è stato esaminato dalla Commissione per la Salvaguardia che ha espresso il proprio parere favorevole e dev'essere sottoposto all'approvazione del Comitato tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia per quanto riguarda le modalità costruttive e la parte economica.

Progetto esecutivo per la messa in sicurezza della discarica di Val da Rio a Chioggia, secondo stralcio (convenzione 7649). Approvazione da parte del Comitato tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia: 8 maggio 1998 (ultimazione: aprile 1998). La discarica di Val da Rio si trova a sud del centro storico di Chioggia, in un'area di circa 7 ettari, ed è stata formata tra il 1964 e il 1984 con il deposito di circa 450.000 m^3 di rifiuti (rifiuti solidi urbani, ceneri prodotte dall'inceneritore della discarica stessa, calcinacci, rifiuti inerti e residui derivanti da attività commerciali per la trasformazione del pesce).

La diffusione di sostanze inquinanti verso l'ambiente circostante, a causa dell'azione erosiva esercitata dalle correnti di marea e dal moto ondoso, per dispersione attraverso gli strati sabbiosi del sottosuolo o in conseguenza del dilavamento delle piogge ha reso indispensabili urgenti opere di messa in sicurezza dell'area.

Dopo l'analisi di diverse ipotesi operative, la soluzione progettuale adottata è stata quella di intervenire mediante l'isolamento dei materiali utilizzando a seconda dei casi, un palancolato metallico, un diaframma plastico o entrambe le soluzioni. I lavori vengono eseguiti in due stralci esecutivi. Il primo, in corso, comprende la realizzazione del diaframma sui lati nord ed est (verso terra), per complessivi 800 m, e del palancolato sul lato sud (verso la laguna) per 300 m.

Con il progetto del secondo stralcio dei lavori si completerà l'isolamento della discarica sul lato sud, realizzando il diaframma plastico dietro al palancolato metallico e si interverrà sul lato ovest (verso la laguna) predisponendo per un primo tratto di 400 m sia il palancolato che il diaframma plastico e per un secondo tratto di 300 m il solo palancolato metallico. Si procederà, inoltre, alla regolarizzazione della scarpata, sempre sul lato ovest.

[8] *Il gas Radon ha una vita di meno di quattro giorni*

In una fase successiva sono previsti, infine, la copertura superficiale dell'area con materiali a bassa permeabilità; l'eventuale collocazione di un ulteriore tratto di diaframma plastico lungo la laguna; un sistema di tubazioni per l'eliminazione del biogas.

Opere

Interventi per la raccolta di macroalghe nella laguna di Venezia (convenzione 7601). Avvio: maggio 1998. Dal 1989, Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova conducono campagne annuali di raccolta di macroalghe in laguna. La presenza di macroalghe non è di per sé un elemento negativo, al contrario è un indice della produttività biologica primaria dell'ecosistema e della sua capacità di sostenere un'ampia gamma di specie animali. I problemi nascono quando le macroalghe si sviluppano in modo abnorme innescando processi di degrado ambientale con condizioni di ipossia o di anossia (diminuzione o mancanza di ossigeno), emissione di anidride solforosa prodotta dalla putrefazione delle alghe stesse, morie di pesci e di altri organismi bentonici. La proliferazione abnorme di biomassa algale dipende dalla combinazione di diversi fattori: da un lato l'abbondanza di sostanze nutrienti veicolate in laguna attraverso fiumi, scarichi urbani e industriali o rilasciate dai sedimenti del fondale; dall'altro lato condizioni meteoclimatiche, morfologiche e idrodinamiche particolari quali elevate temperature, assenza di vento, bassa profondità dei fondali, scarso ricambio idrico, ecc.

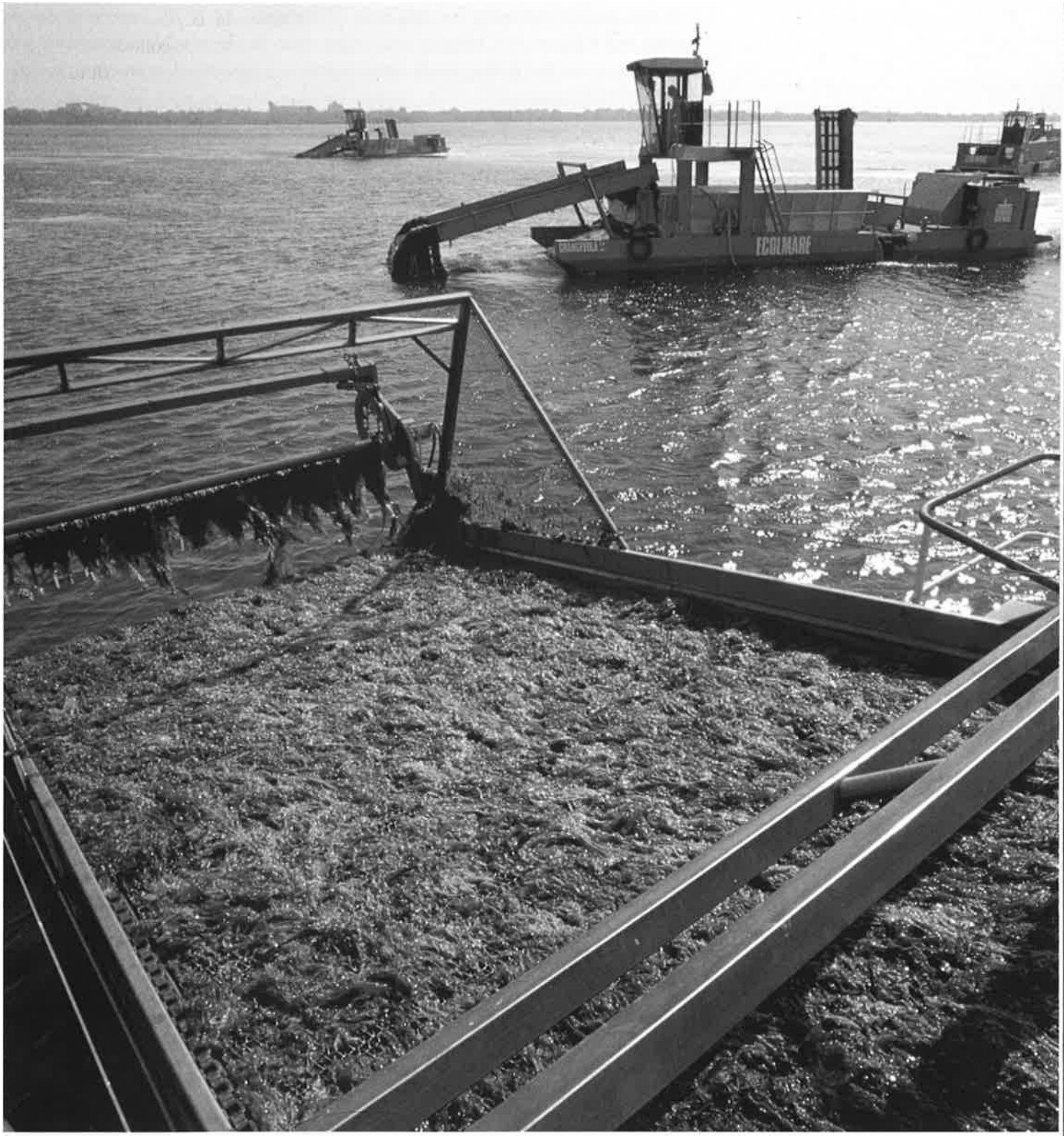
La raccolta meccanica e selettiva[9] di macroalghe (con appositi mezzi dotati di raccoglitori a nastro e con altre imbarcazioni di supporto) costituisce un intervento "tampone", indispensabile per riportarne la quantità entro limiti compatibili con l'equilibrio dell'ecosistema lagunare, cioè con la capacità del sistema acqua/sedimento di degradare il detrito organico prodotto dalla biomassa.

Fino a oggi sono stati raccolti 220.000 m^3 di alghe (con un massimo di 50.000 m^3 nel 1989 e un minimo di 3.500 m^3 nel 1996) mediante interventi mirati eseguiti nelle zone lagunari maggiormente a rischio (Burano, Tessera, Campalto, Lido, Giudecca, Chioggia). L'individuazione e la classificazione delle aree a rischio è un momento essenziale delle attività. Infatti l'efficacia degli interventi non si misura solo dalla quantità complessiva di biomassa prelevata, ma anche dalla tempestività e selettività della raccolta. Le aree prioritarie vengono determinate sulla base di rilievi da satellite, aereo ed elicottero e di sistematiche campagne di monitoraggio sui sedimenti, sulla biomassa e sulla colonna d'acqua, in numerosi punti della laguna. L'elaborazione dei risultati avviene attraverso un modello computerizzato, messo a punto dal Consorzio Venezia Nuova con la collaborazione dell'ENEA, che consente di definire specifici indici di rischio.

Contestualmente agli interventi di raccolta vengono effettuati anche studi e sperimentazioni sul riuso delle macroalghe, opportunamente trattate, nella produzione di carta, come ammendante per l'agricoltura, in processi industriali.

[9] *Le macroalghe raccolte sono del genere Ulva, un genere dotato di elevati* ratei *di crescita, di grande capacità di assunzione di nutrienti e di limitate capacità di accumulo*

Nella pagina seguente
Fig. 5. Raccolta di macroalghe nella laguna di Venezia


ECOLMARE

Per quanto riguarda la campagna di raccolta del 1998, essa interessa le zone del Lido e di Chioggia e avviene secondo le modalità operative già positivamente collaudate negli anni passati. È prevista la raccolta di circa 5000 m^3 di biomassa.

Nel corso del 1998, Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova hanno anche prodotto un CD ROM che descrive attraverso testi, tabelle, grafici, carte tematiche della laguna, dati ambientali, ecc., tutte le attività di studio, monitoraggio, raccolta e riuso delle macroalghe dal 1988 al 1997. Il CD contiene anche un *data base* che fornisce, in oltre 400 schede, l'elenco delle pubblicazioni, degli studi e dei progetti del Consorzio relativi a queste attività, oltre all'elenco dei dati dei rilievi eseguiti in laguna. Dati e documenti sono archiviati presso il Servizio Informativo del Consorzio Venezia Nuova.

SERVIZIO INFORMATIVO

Sezione di lavoro n. 48 (avviamento del sistema di gestione della laguna di Venezia), secondo stralcio (esercizio dei sistemi informatici presso il Magistrato alle Acque di Venezia, attività di supporto), (convenzione 7395). Avvio: aprile 1998, in corso. Il secondo stralcio delle sezione di lavoro n. 48 riguarda: l'avviamento del sistema informatico di gestione della laguna, nell'ottica di sviluppo del Centro sperimentale di Voltabarozzo; l'esercizio del sistema per la gestione delle concessioni per spazi acquei, utilizzato da Magistrato alle Acque - Ufficio per la salvaguardia; l'esercizio del sistema per la gestione delle concessioni allo scarico di reflui da unità produttive, operativo presso Magistrato alle Acque - Ufficio vigilanza; l'esercizio di altri sistemi informatici di supporto già predisposti o in fase di realizzazione e relativi, per esempio, alla gestione delle opere di regolazione idraulica entro la conterminazione lagunare, delle "briccole" e dei segnali di ausilio alla navigazione, delle reti tecnologiche e dei sottoservizi in laguna.

Sezione di lavoro n. 25 (siti archeologici nella laguna di Venezia), terzo stralcio (aggiornamento del sistema SIT.AR. ed esecuzione di rilevamenti archeologici sul territorio lagunare; (convenzione 7649). Avvio: aprile 1998 (in corso). Con la sezione di lavoro n 25 è stata creata una specifica banca dati dove sono raccolti, organizzati e consultabili informazioni su circa 250 siti archeologici sommersi in laguna. In base a questo censimento sistematico è stata prodotta, in collaborazione con la Soprintendenza archeologica per il Veneto, una carta informatizzata del rischio archeologico nell'intero bacino lagunare, la prima in Italia per quanto riguarda i siti sommersi. Grazie a questa carta non solo si possono tutelare le aree di interesse archeologico finora individuate, ma, in particolare, è possibile anche evidenziare i rapporti e le possibili interferenze

tra gli interventi di salvaguardia e il patrimonio archeologico, offrendo utili riferimenti alla progettazione e alla realizzazione dei lavori stessi. Le attività in questo campo specifico sono successivamente proseguite mediante la costituzione di una squadra di archeologi subacquei che ha ripreso i rilievi diretti, sul campo, per un periodo di due anni e mezzo.

Con il terzo stralcio delle attività si intende estendere per altri tre anni l'operatività della squadra di rilevamento allo scopo di proseguire con la schedatura e l'informatizzazione dei siti di interesse archeologico, sia in funzione della verifica dell'eventuale impatto archeologico legato all'apertura di nuovi cantieri in laguna sia per garantire il costante aggiornamento della carta del rischio.

Sezione di lavoro n. 57 (Banca dati monitoraggi ambientali), (convenzione 7649). Approvazione del disciplinare tecnico da parte del Comitato tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia: 17 aprile 1998. La sezione di lavoro è finalizzata alla realizzazione presso il Centro elaborazione dati del Magistrato alle Acque di Venezia di una banca dati ambientali relativa ai monitoraggi previsti nell'ambito del "Programma generale delle attività di approfondimento del quadro conoscitivo di riferimento per gli interventi ambientali" (cfr. la relativa scheda a pagina 32).

I risultati dei rilievi sperimentali verranno raccolti, interpretati, inseriti in una banca dati, rappresentati geograficamente, georeferenziati sul territorio dell'ecosistema lagunare, intergati con dati provenienti da altri Enti e confrontati con quelli già archiviati presso Magistrato alle Acque e Servizio Informativo.

Sezione di lavoro n. 49, secondo stralcio (inserimento e gestione dell'accesso alla banca dati del Servizio Informativo nel sito Internet del Magistrato alle Acque di Venezia), (convenzione 7649). Approvazione del disciplinare tecnico da parte del Comitato tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia: 17 aprile 1998. Con il primo stralcio della sezione di lavoro n. 49 è stato predisposto un sito Internet (http:\\www.salve.it) che illustra le attività svolte da Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova per la salvaguardia di Venezia e il riequilibrio ambientale della laguna. La messa a punto del sito ha comportato l'elaborazione di uno specifico progetto di comunicazione, esplicitamente rivolto a fasce di utenza diversificate. Il sito è articolato in tre sezioni principali:

- *Attività di salvaguardia*: una sezione divulgativa in grado di offrire una visione di insieme semplice, ma esaustiva, dei temi della salvaguardia (il quadro legislativo e finanziario/l'ecosistema/gli elementi di crisi/il sistema degli interventi);
- *Dati, materiali e documenti*: una sezione di approfondimento scientifico, rivolta a un'utenza qualificata, organizzata in modo da offrire un servizio di consultazione più specifico e completo (per esempio: dati sull'ecosiste-

ma e sulle maree, elenco di tutti gli studi eseguiti dal Consorzio Venezia Nuova; testi o indici di pubblicazioni scientifiche);

- *News*: un'area attiva e in continuo aggiornamento che traccia lo stato delle attività (avanzamento di studi, progetti e interventi) e informa sulle principali novità in materia di salvaguardia, come convegni o mostre. Questa sezione comprende anche un'ampia parte dedicata allo Studio di Impatto Ambientale delle opere mobili alle bocche di porto.

Con il secondo stralcio delle attività si renderà possibile l'accesso ad alcuni settori della banca dati del Servizio Informativo del Magistrato alle Acque.

Sezioni di lavoro n. 1, nono stralcio; n. 14, sesto stralcio; n. 18, quarto stralcio; n. 39, settimo stralcio, (convenzione 7649). Approvazione del disciplinare tecnico da parte del Comitato tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia: 8 maggio 1998. Le attività delle sezioni 1 e 18 consistono nell'acquisizione di nuovi documenti e dati informatici nella biblioteca e nella banca dati del Servizio Informativo (settore Competenze territoriali - Demanio). Il sesto stralcio della sezione n. 14 prevede invece la raccolta, l'elaborazione e l'inserimento in una specifica banca dati delle informazioni ricavate da analisi condotte sugli scarichi in laguna di Venezia.

Nell'ambito della sezione n. 39, infine, verrà eseguito un rilievo aereo, mediante sensore multispettrale "Mivis", su alcune tra le zone lagunari maggiormente interessate da trasformazioni ambientali e morfologiche. I dati acquisiti verranno elaborati e analizzati in collaborazione con il CNR che effettuerà, nelle stesse aree e contemporaneamente al volo, monitoraggi, e misure di parametri ambientali.

Sezione di lavoro n. 31 (indagine cartografica sul territorio lagunare), quarto stralcio (convenzione 7637) Approvazione del disciplinare tecnico da parte del Comitato tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia: 12 giugno 1998. Oggetto delle attività è il rilievo batimetrico dei canali nel bacino di Malamocco allo scopo di aggiornare le conoscenze sullo stato attuale di un'area in costante e rapida evoluzione. Successivamente, analoghi rilievi saranno condotti sul bacino di Lido e su quello di Chioggia.