

Studi propedeutici agli interventi di salvaguardia fisica

Si tratta di *studi propedeutici alla progettazione e alla realizzazione* del sistema di interventi volti alla difesa fisica della laguna.

Riguardano, pertanto, le *opere di regolazione delle maree alle bocche di porto, la ristrutturazione dei moli alle bocche di porto, il rinforzo dei litorali, le difese locali dei centri abitati e delle "insulae"*.

Per questa tipologia di interventi, gli studi propedeutici sono già conclusi da tempo, trattandosi di interventi già tutti passati alla fase di progettazione esecutiva e realizzazione.

In questo modo, la realizzazione degli interventi, in relazione alla natura delle opere, è stata preceduta da approfondimenti storici con riferimento ai metodi costruttivi e ai materiali utilizzati ed è stata supportata da analisi, ricerche, sperimentazioni con modelli matematici e fisici con le quali sono stati valutati i complessi processi di interazione tra gli elementi fisici e la struttura delle opere, per l'ottimizzazione delle loro caratteristiche e per il loro dimensionamento.

Il complesso degli studi svolti per la progettazione preliminare, di massima, definitiva ed esecutiva si può suddividere nelle tipologie di seguito elencate:

- a) *campagne di indagini geognostiche, di rilievi batimetrici, correntometrici e ondometrici* svolte in laguna, alle bocche di porto, lungo i litorali e in prossimità dei moli foranei;
- b) studi finalizzati alla conoscenza dell'idrodinamica e della propagazione del moto ondoso in laguna mediante *modelli matematici* della laguna di Venezia e delle tre bocche di Lido, Malamocco e Chioggia. I modelli matematici nelle diverse tipologie oggi disponibili, con l'ulteriore fondamento che potrà ottenersi con nuove osservazioni e misure, potranno anche essere utilizzati per la futura gestione del sistema lagunare nei vari aspetti e implicazioni che presenta;
- c) *modelli fisici*, per lo più presso il Centro sperimentale per modelli idraulici di Voltabarozzo (Padova), che proprio a seguito dell'attività svolta per la salvaguardia di Venezia, oggi dispone

di una attrezzatura che sicuramente lo qualifica come il più importante centro di ricerca italiano in questo campo;

- d) *studi strettamente funzionali alla progettazione/ottimizzazione di elementi o fasi costruttive critiche e/o innovative delle opere alle bocche di porto*, quali: posa dei cassoni di soglia e di spalla, gruppo cerniera-connettore e mezzi di manutenzione, anche mediante modelli fisici e matematici.

L'insieme di queste attività ha consentito di acquisire un bagaglio di conoscenze non immaginabile fino a pochi anni fa per gli approfondimenti raggiunti, ma soprattutto per la coerenza con cui sono stati affrontati. Ciò ha consentito anche di mettere a punto e di calibrare sofisticati modelli matematici con i quali prevedere gli effetti prodotti con gli interventi.

Studi propedeutici agli interventi di salvaguardia ambientale

L'importanza che hanno assunto, nel quadro dell'azione di salvaguardia, gli interventi di riequilibrio ambientale trova una precisa corrispondenza nel piano degli studi sviluppato dal Magistrato alle Acque tramite il concessionario Consorzio Venezia Nuova, nell'ambito del quale un elevato numero di studi riguarda direttamente l'analisi dei processi inquinanti e delle condizioni dell'ecosistema.

E' stato, pertanto, possibile definire un programma generale di interventi di risanamento ambientale che non ha precedenti in Italia e che, per la sua qualità e dimensione, si colloca tra le esperienze più avanzate a livello internazionale.

Gli studi di carattere strettamente ambientale possono essere distinti in *studi di identificazione delle problematiche generali* e in *studi su aspetti specifici* dell'ecosistema, sia per quanto riguarda la morfologia lagunare, sia per quanto riguarda il processo di degrado ambientale. I primi costituiscono degli studi di inquadramento delle conoscenze e di ridefinizione in termini sistemici dell'approccio all'intervento di risanamento. Questi studi costituiscono il punto di arrivo di una serie molto ampia di analisi e di campagne di rilievi delle condizioni dell'ecosistema lagunare che riguardano la tendenza evolutiva della morfologia della laguna e le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque e dei sedimenti; i secondi riguardano, invece, aree della laguna o elementi settoriali dell'ambiente sui quali è necessario, a fini progettuali, condurre degli approfondimenti.

Studi propedeutici alla gestione della laguna e delle opere di regolazione delle maree

Con il progredire della realizzazione delle opere alle bocche di porto, il Magistrato alle Acque ha ritenuto opportuno iniziare, in parallelo, lo sviluppo delle attività finalizzate all'avviamento del Sistema, prima, e alla futura gestione, poi.

Il Magistrato alle Acque, pertanto, si è dotato, tramite il concessionario, di specifici strumenti, quali:

1. L'approntamento e la gestione di un *Centro di Simulazione della Navigazione*: istituito in località Alberoni dal Magistrato alle Acque di Venezia, d'intesa con i soggetti che operano in ambito portuale, per verificare la sicurezza della navigazione nei canali di accesso alla laguna nelle diverse condizioni meteomarine, in particolare durante le fasi di costruzione delle opere alle bocche di porto e, in futuro, nella fase di gestione delle opere mobili. Alle attività di gestione del sistema di simulazione della navigazione del tipo "real time", si aggiungono le attività di gestione del simulatore del mezzo di manutenzione. Inoltre si è provveduto all'allestimento di strumenti per il monitoraggio del traffico navale delle aree direttamente interessate dalle barriere mobili, sia nella fase di costruzione sia in quella futura di gestione delle stesse (sistema SIMNAV, ovvero del Sistema Informativo e di Monitoraggio della Navigazione); si è provveduto, infine, allo sviluppo di uno strumento di supporto decisionale nella gestione del traffico portuale (STIM, ovvero Sistema Telematico Integrato di Monitoraggio e gestione portuale).
2. Verifica in scala reale degli effetti prodotti dalle opere alle bocche in costruzione nell'ambito lagunare e quindi dell'evoluzione morfologica e idrodinamica delle bocche e degli effetti sulla propagazione della marea in laguna. Sono state realizzate e vengono gestite delle reti di monitoraggio meteomarino ed è stata creata una banca dati allo scopo di integrare le misure ottenute con quelle già fornite dalle altre reti di monitoraggio meteomarino disponibili nell'ambito dell'area lagunare (misure di portata, vento, onda, livello, meteo). Questa banca dati permette di monitorare in modo integrato l'ambiente lagunare nel suo insieme al procedere dei lavori alle bocche di porto e di sviluppare nuove conoscenze sulla complessa realtà lagunare.

3. Sviluppo di un sistema di previsione dell'acqua alta e delle condizioni meteomarine. Con lo *"Sviluppo di uno strumento operativo informatizzato (modello decisionale) per la gestione delle chiusure delle opere mobili"* si è sviluppata una procedura di gestione della chiusura delle paratoie in funzione della previsione delle acque alte, verificandone gli effetti sul traffico portuale. Ad oggi il sistema è composto da un modulo di previsione acque alte a partire dalla previsione meteorologica e da dati meteomarini rilevati nelle ore precedenti, che si interfaccia con un modulo decisionale per la chiusura delle paratoie. Lo studio si è sviluppato per fasi. In questo ambito è anche in corso la realizzazione della *Sala Operativa* del sistema di gestione delle opere mobili in cui confluiscano, in tempo reale, tutte le informazioni necessarie (previsioni e misure) per il funzionamento del Sistema di supporto alle decisioni. Parallelamente è in corso di creazione la banca dati delle informazioni provenienti dai monitoraggi.
4. Gestione del modello degli apporti in laguna e gestione delle stazioni nel bacino scolante: vengono valutate le portate d'acqua immesse in laguna dal bacino scolante con un sistema costituito da una rete di monitoraggio e da modelli idrologici-geomorfologici dei diversi sottobacini, tenuto conto delle possibilità di regolazione delle maree grazie alle opere mobili alle bocche di porto.
5. Gestione della rete GPS lagunare e monitoraggio della subsidenza e dell'eustatismo: il controllo nel tempo della quota relativa del suolo rispetto al livello medio del mare è di fondamentale importanza, sia per pianificare la protezione dagli allagamenti dei centri abitati, sia per lo studio delle trasformazioni morfologiche dell'ambiente lagunare collegate all'aumento della profondità dei fondali e alla scomparsa delle barene.

Nel corso del 2012, inoltre, il Magistrato alle Acque ha dato incarico al Consorzio Venezia Nuova di sviluppare il Piano specifico di avviamento alla gestione, come specificatamente riportato nel paragrafo 3.2.

**3.2 Difesa dalle
acque alte
eccezionali
e interventi
collegati e
connessi**

(interventi di cui all'art.
3 lettera a) legge n.
798/84)

Obiettivo

Attuare la difesa della laguna e dei centri abitati dalle alte maree eccezionali - ovvero quando il livello della marea in laguna supera la quota delle difese dei centri abitati -, fino a raggiungere i massimi livelli prevedibili in futuro, mediante la realizzazione di opere che separano, momentaneamente, la laguna dal mare.

Descrizione degli interventi

Il fenomeno delle acque alte a Venezia ha registrato, negli ultimi 50 anni, una rilevante evoluzione negativa, sia sotto il profilo della frequenza, sia dal punto di vista della sua durata e intensità.

La causa è da tempo nota: si tratta, principalmente, dell'effetto congiunto tra l'abbassamento del livello del suolo (-23 cm, in parte dovuto a processi naturali ma, soprattutto, fino agli anni '70, all'estrazione di acque per uso industriale dalle falde sotterranee), e l'innalzamento del livello medio del mare registrato in questo secolo.

E' inoltre prevedibile che la situazione possa diventare ancora più critica in futuro per il sovrapporsi degli effetti del riscaldamento dell'atmosfera.

La complessità delle cause che nel tempo hanno messo a rischio i centri abitati lagunari ha indirizzato lo studio e la scelta della soluzione.

Si è previsto di attuare la difesa attraverso un piano organico di interventi che comprende le difese locali dagli allagamenti (vedi scheda specifica), gli interventi morfologici che, tra l'altro, attenuano la velocità di propagazione della marea in laguna (vedi scheda specifica) e le opere per isolare momentaneamente la laguna dal mare quando il livello di marea in laguna supera comunque la quota delle difese locali, fino a raggiungere i massimi livelli prevedibili in futuro.

Gli interventi previsti per la protezione di Venezia e della sua laguna dagli effetti delle alte maree eccezionali ("Sistema MOSE"), si incentrano sul sistema di opere mobili alle bocche di porto in grado di separare la laguna dal mare per il tempo necessario a evitare gli allagamenti degli abitati lagunari.

Il sistema delle opere di regolazione delle maree alle bocche di porto rappresenta nel campo dell'ingegneria un progetto originale e complesso e, come tale, ha richiesto un "iter" approvativo e

amministrativo particolarmente lungo e articolato (vedi *Appendice 1*).

Il progetto di massima, completato nel 1992, fu elaborato nel rispetto dei criteri indicati dal voto n. 209, espresso dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel 1982, secondo il quale le opere non devono alterare lo scambio idrico tra mare e laguna per evitare effetti ambientali negativi, non devono costituire un ostacolo alla navigazione e, quindi, una penalizzazione delle importanti attività economiche ad essa collegate, non devono, infine, costituire un'alterazione del paesaggio.

Il progetto definitivo, completato nel 2002, recepisce i risultati di anni di confronti, approfondimenti e studi e tiene conto degli indirizzi e dei pareri emessi in sede di approvazione del progetto di massima e nel corso della successiva procedura di V.I.A..

Il progetto esecutivo, infine, in corso dal 2003, sviluppato per stralci in base alla disponibilità finanziaria per le relative opere, viene formulato tenendo conto dei pareri e dei criteri espressi sul progetto definitivo da parte delle diverse Istituzioni competenti.

Le opere progettate consistono, per ciascuna bocca di porto, nell'installazione di dispositivi mobili (paratoie) che si sollevano dalla posizione di riposo negli alloggiamenti sul fondale (trincee o recessi) del canale di bocca quando il livello di marea supera i 110 cm rispetto al livello misurato al mareografo di Punta della Salute, e nella realizzazione di opere fisse, cosiddette *opere complementari*, (in ottemperanza a quanto richiesto dalla deliberazione del Consiglio dei Ministri del 15 marzo 2001) atte ad aumentare gli attriti nei canali di bocca al fine di smorzare la vivacità delle correnti di marea, attenuando i livelli di quelle più frequenti.

I dispositivi mobili, collocati nei canali di bocca, rappresentano il cuore del sistema e sono costituiti da paratoie a ventola a spinta di galleggiamento, a scomparsa, ciascuna delle quali è costituita da un cassone in acciaio a sezione rettangolare, vuoto all'interno. Le paratoie, quando si trovano in posizione di riposo, sono trattenute sul fondo dal proprio peso e da quello dell'acqua che contengono e sono incernierate lungo un lato sulla struttura di fondazione. In caso di attivazione, le paratoie vengono svuotate dell'acqua mediante immissione di aria compressa e si sollevano per effetto della spinta di galleggiamento, formando una barriera contro la marea.

Il numero totale delle paratoie è 78 per le quattro schiere (Lido-Treporti 21, Lido S. Nicolò 20, Malamocco 19 e Chioggia 18). Il tempo medio di chiusura delle bocche di porto è di 4 o 5 ore, compresi i tempi di manovra per il sollevamento e l'abbattimento delle paratoie. Con le paratoie in funzione, l'operatività del porto sarà sempre garantita dalla conca di navigazione per le grandi navi già in avanzata costruzione alla bocca di Malamocco.

Il sistema è in grado di proteggere la laguna e le sue città da maree fino a 3 metri, per cui potrà essere efficace anche in presenza di un rilevante aumento del livello del mare nei prossimi decenni.

Il "Sistema MOSE", in corso dal 2003, riguarda la contemporanea costruzione delle *opere di regolazione delle maree* alle tre bocche di porto della laguna di Venezia (quattro barriere: Lido-Treporti, Lido-San Nicolò, Malamocco e Chioggia) nonché la realizzazione di alcuni interventi complementari e connessi, quali le *dighe foranee di fronte alle bocche di porto*, le *opere di ripristino morfologico all'interno del bacino lagunare*, *studi* per specifici aspetti costruttivi e gestionali, *attività di vigilanza* da imbarcazione dei lavori in corso, richieste dalla Capitaneria di Porto, *prospezioni archeologiche e bonifica bellica*, *monitoraggi* degli effetti dei lavori sull'ambiente circostante.

Riguarda, inoltre, la realizzazione di specifici interventi propedeutici allo svolgimento delle funzioni operative e manutentive delle barriere e di gestione complessiva del "Sistema MOSE", in corso di esecuzione nell'*area nord dell'Arsenale di Venezia*, e la realizzazione di misure di *riqualificazione ambientale* delle aree oggetto di intervento, in adempimento a quanto richiesto dalla Commissione Europea.

Stato di attuazione al 31 dicembre 2012

Attività finanziate

Opere alle bocche di porto

Fino al 31.12.2003, i finanziamenti resi via via disponibili per le opere alle bocche di porto sono stati impegnati e spesi per: la *progettazione preliminare di massima*; per la successiva *progettazione di massima*; per la realizzazione del prototipo in scala reale di una paratoia (*Modulo Sperimentale Elettromeccanico*

- MOSE) e per l'effettuazione di prove sul campo, dal 1988 al 1992; per lo svolgimento dello *studio di impatto ambientale (S.I.A.)* delle opere stesse; per le *attività di approfondimento del progetto di massima* richieste dal Comitato di Indirizzo, Coordinamento e Controllo nella seduta dell'8 marzo 1999 e dal Consiglio dei Ministri con deliberazione del 15 marzo 2001; per la *progettazione definitiva* delle opere alle bocche di porto secondo quanto deliberato dal Comitato ex art. 4 Legge n. 798/84 nella seduta del 6 dicembre 2001; per una complessa e articolata serie di *studi e di sperimentazioni* propedeutici alle suddette progettazioni e attività; infine, per *avviare la progettazione esecutiva*, secondo quanto deliberato dal Comitato stesso nella seduta del 3 aprile 2003.

Nel 2003, a seguito di tale deliberazione, il Magistrato alle Acque di Venezia, ha dato incarico al Consorzio Venezia Nuova di avviare la *progettazione esecutiva per fasi*.

Già nel corso del 2003, quindi, la *progettazione esecutiva* è stata avviata e, per le fasi i cui conseguenti lavori erano prioritari e finanziati, è stata portata a completamento.

Nel corso del 2003, sono stati sviluppati i già citati interventi complementari (dighe foranee di fronte alle bocche di porto di Chioggia e Malamocco).

Nel corso del 2004, si sono quindi avviate le prime opere alle bocche di porto, una volta completato l'iter approvativo dei singoli stralci del progetto esecutivo e resi disponibili i fondi assegnanti.

Dal 2004 a oggi, si sono sviluppati i lavori con continuità, in funzione delle risorse assegnate e rese via via disponibili.

La *costruzione del sistema di difesa dalle acque alte* prevede tre fasi di lavoro: la prima fase consiste nella costruzione delle opere complementari (dighe foranee a Malamocco e a Chioggia già completate; diga foranea a Lido in fase di completamento) e nell'esecuzione di una serie di interventi propedeutici, già completati (campi prove per il consolidamento dei fondali, indagini subacquee per rilevare eventuali presenze archeologiche, bonifiche da ordigni bellici, ecc.).

La seconda fase, sostanzialmente completata, comporta la costruzione delle opere cosiddette "di spalla" delle schiere di paratoie mobili (barriere) nelle bocche di porto, che comprendono

anche i porti rifugio; le conche di navigazione per i pescherecci, per le imbarcazioni da diporto e per i mezzi di soccorso alle bocche di porto di Lido e Chioggia; la conca di navigazione per grandi navi alla bocca di porto di Malamocco.

La terza e ultima fase, in avanzata realizzazione, comporta la costruzione delle opere cosiddette "di barriera", che comprendono le protezioni dei fondali, i recessi nei fondali, i cassoni di soglia e di spalla delle paratoie e le opere civili funzionali ai cassoni stessi, nonché la realizzazione e la messa in opera delle paratoie vere e proprie con le relative opere elettromeccaniche.

I lavori stanno procedendo contemporaneamente nelle tre bocche di porto.

Stato di Attuazione delle Opere alle Bocche di Porto:

- risultano sostanzialmente completati i porti rifugio lato mare e lato laguna, a Lido-Treporti e a Chioggia - per il ricovero delle imbarcazioni, durante la chiusura delle barriere, in attesa del transito attraverso le conche di navigazione;
- è in avanzata realizzazione la conca di navigazione per grandi navi a Malamocco, mentre sono già completate le opere civili relative alla conca per piccole imbarcazioni a Treporti e alle due conche per pescherecci a Chioggia; sono in corso le attività relative alla fornitura e al montaggio delle porte delle conche e delle opere elettromeccaniche connesse;
- è in fase avanzata la realizzazione delle opere di spalla delle barriere: a Lido-Treporti (spalla est), a Lido-S. Nicolò (spalla sud), a Malamocco (spalla nord e spalla sud) e a Chioggia (spalla nord e spalla sud). Sono pressoché completati i lavori nell' "isola nuova" a Lido relativi alle opere di spalla delle due barriere di Lido-S. Nicolò (spalla nord) e di Lido-Treporti (spalla ovest): E' completata anche la realizzazione del tunnel di collegamento tra le strutture di spalla e gli edifici tecnici, destinati a ospitare gli impianti per il funzionamento delle barriere; la costruzione degli edifici tecnici è in corso in tutte e tre le bocche di porto. Per la configurazione complessiva delle spalle, per gli edifici tecnici e per le opere in vista delle spalle è stato predisposto nel 2011 il progetto definitivo generale per il loro inserimento architettonico, in adempimento alle prescrizioni espresse dalla Commissione di Salvaguardia in

sede di esame del progetto definitivo delle opere alle bocche di porto. Il progetto definitivo generale prevede la valorizzazione dei nuovi spazi e delle nuove strutture mediante una serie di elementi e di servizi, fruibili dai cittadini e dai visitatori, come darsene e approdi protetti, spazi verdi, "piazze d'acqua", zone alberate, percorsi pedonali e ciclabili, punti panoramici e di sosta sopraelevati, terrazze a mare. Per gli edifici tecnici direttamente connessi con il funzionamento delle paratoie, sono state, inoltre, definite soluzioni architettoniche secondo forme, materiali e volumi congruenti con le caratteristiche e la natura dei luoghi;

- sono pressochè completate le attività per la protezione del fondale in prossimità delle barriere e dei raccordi con le spalle, verso mare e verso laguna, a Chioggia e a Malamocco, mentre a Lido sono già concluse; a Malamocco sono stati completati i lavori per la creazione di sovralti del fondale lungo la bocca di porto, mediante posa di materiale lapideo di diversa pezzatura;
- sono del tutto completate le attività di costruzione dei cassoni di Lido-Treporti, nella "tura" ora ri-allagata dopo il varo dei cassoni e in fase di ripristino come bacino lato mare; sono pressochè del tutto completate le attività di costruzione dei cassoni di soglia delle altre tre barriere nei cantieri provvisori di Malamocco (su rilevato per le barriere di S. Nicolò e Malamocco) e di Chioggia (nella "tura", ottenuta svuotando il bacino del porto rifugio lato mare); in particolare:
 - barriera di Treporti: è costituita da 21 paratoie che alloggiavano in 7 cassoni di soglia, ognuno da 3 paratoie. I cassoni di soglia e di spalla sono stati completati ed è anche già stato completato nel 2012 il varo dei cassoni stessi e il loro affondamento nel recesso realizzato sul fondale del canale di Treporti;
 - barriera di S. Nicolò: è costituita da 20 paratoie che alloggiavano in 7 cassoni di soglia: 6 da 3 paratoie e 1 da 2 paratoie. Sono ultimati i 7 cassoni di soglia, mentre sono in avanzata fase di costruzione i 2 di spalla;
 - barriera di Malamocco: è costituita da 19 paratoie che alloggiavano in 7 cassoni di soglia: 5 da 3 paratoie e 2 da 2 paratoie. Sono pressochè ultimati i 7 cassoni di soglia. Sono in corso le lavorazioni del cassone di spalla sud, mentre quelle per il cassone di spalla nord devono essere ancora avviate;

- barriera di Chioggia: è costituita da 18 paratoie che alloggiavano in 6 cassoni di soglia, ognuno da 3 paratoie. Sono pressoché completati i 6 cassoni di soglia, mentre i due cassoni di spalla sono in esecuzione;
- per le barriere di Lido S. Nicolò, di Malamocco e di Chioggia, è sostanzialmente completata la preparazione, suddivisa in più fasi realizzative distinte, del recesso situato sul fondo della bocca di porto, che deve ospitare i cassoni di soglia per alloggiare le paratoie. A Lido Treporti il recesso è completato e ospita già tutti i cassoni affondati;
- proseguono le attività relativamente alle opere elettromeccaniche: in particolare, per la barriera di Treporti, sono stati forniti e messi in opera gli impianti e le parti delle cerniere ("femmine" e tensionatori) che richiedono il montaggio nei cassoni di soglia all'asciutto; inoltre, è iniziata la messa in produzione dei "maschi" delle cerniere nonché delle paratoie. Le prime 4 paratoie verranno installate nei primi mesi del 2013. Per le altre barriere, è in corso la fornitura e il montaggio, nei cassoni in fase di costruzione, delle "femmine" delle cerniere e dei vari impianti. Inoltre, è stata avviata la costruzione degli elementi "maschio" anche per le barriere di S. Nicolò. E' in corso di realizzazione il jack up, pontone speciale semovente che verrà utilizzato per la messa in opera delle paratoie e per le operazioni di manutenzione delle stesse. Si segnala, infine, che anche nel corso del 2012 sono state svolte le procedure di gara per la fornitura di alcuni elementi delle opere elettromeccaniche sopra indicate.

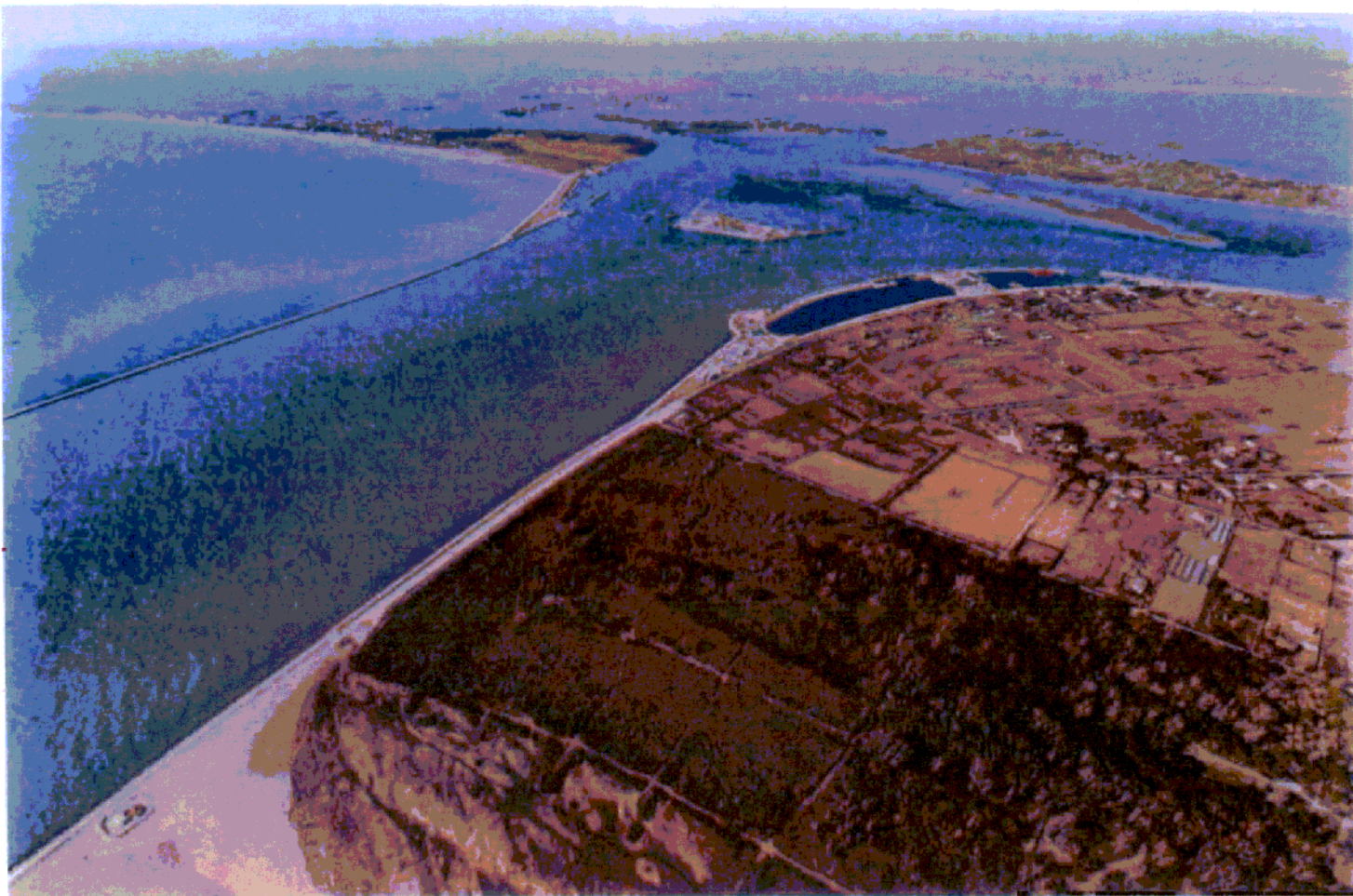
Bocca di Lido

CONFIGURAZIONE OPERE ALLA BOCCA DI PORTO DI LIDO



PLANIMETRIA GENERALE BOCCA DI LIDO





Bocca di Lido: veduta d'insieme



Bocca di Lido – Treporti: particolare delle attività di varo del primo cassone di soglia. Al 30/09/12, tutti i cassoni di Treporti sono stati varati e posizionati all'interno della relativa trincea



Bocca di Lido - Treporti: particolare delle attività di varo di un cassone di soglia. Nel bacino lato mare allagato, gli altri cassoni sono in attesa delle operazioni di varo. Al 30/09/12, tutti i cassoni di Treporti sono stati varati e posizionati all'interno della relativa trincea



Bocca di Lido: veduta d'insieme delle opere a Treporti dopo il completamento delle attività di varo e posizionamento dei cassoni all'interno della trincea