

9

STUDIO PER SALVARE VENEZIA

centro storico dalle alte maree
e da eventuali inquinamenti
di prodotti petroliferi

ERMENEGILDO MASSIMO

novembre 1994 ■

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

STUDIO PER SALVARE VENEZIA CENTRO STORICO
DALLE ALTE MAREE E
DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

Considerazioni integrative alla relazione iniziale

1 - Come e perché è sorta l'idea

L'idea che si è trattenuta con la breve presentazione fornita prima di questa e avente lo stesso titolo, nasce sostanzialmente dalla rilettura di almeno alcune delle caratteristiche salienti del progetto attuale alla luce di sensibilità ed esperienze dirette, di vita e di lavoro, maturate e condizionate dal fare e dal vivere locali della laguna e sulla laguna. Esperienze, cultura e strumenti dai quali, nel tempo, Venezia è sorta e che oggi possono, necessariamente con l'ausilio delle nuove conoscenze e tecnologie, giungere a salvarla.

1.1 - Il progetto attuale

Chiudere al mare l'intera laguna veneta secondo il progetto attuale del Consorzio Venezia Nuova (CVN), esige interventi di grande impegno costruttivo ai tre porti di Lido, Malamocco e Chioggia, con le quattro opere presso i singoli porti di cui richiamiamo sinteticamente le principali dimensioni.

a - **Porto di Lido**, risolto con arretramento rispetto all'imbocco, formazione di un'isola artificiale al centro e due linee di paratoie: sponda Treporti-isola artificiale la prima, e isola artificiale-sponda S. Nicolò la seconda.

a1 - **Lido-Treporti**, 420 m di paratoie con altezza di 6 e opere fondali di 8,7 m; 138 m di parti fisse con altezza 10 m.

a2 - **Lido-S.Nicolò**, 400 m di paratoie con altezza di 11 e opere fondali di 10,5 m; 143 m di parti fisse con altezza 15 m.

b - **Porto di Malamocco**, 400 m di paratoie con altezza di 15 e opere fondali di 10,5 m, 143 m di parti fisse, con altezza 20 m.

c - **Porto di Chioggia**, 360 m di paratoie con altezza di 11 e opere fondali di 10,5 m, 143 m di parti fisse, con altezza 20 m.

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

Considerate le profondita` dei piani di posa, la presenza di correnti di rilievo, la grande distanza libera tra le parti fisse, la presenza di tunnel funzionali, fragilita` di alcune soluzioni adottate e molte altre difficolta` oggettive di cui non e` luogo per documentarsi, l' insieme dei lavori assume dimensioni, complessita` e sofisticazioni tecnologiche tali da renderne, almeno per quanto di fatto si sta evidenziando, impraticabile la realizzazione.

1.2 - "Additivita` " delle opere da progettare

La prima considerazione immediata sorge a proposito della necessita` che tutte le quattro grandi opere debbano essere totalmente completate e perfettamente funzionanti prima che se ne possa ricavare qualche beneficio: manca cioe` la possibilita` di ottenere un beneficio che possa progredire con gli investimenti e i lavori fatti, e che consenta pianificazioni differibili nel tempo, con le naturali capitalizzazioni delle esperienze maturate.

Sembrirebbe insomma molto importante, individuare una soluzione che proponesse "lotti" capaci di fornire ciascuno i suoi propri benefici, anche se realizzato isolatamente, in tempi inferiori, e possibilmente con rischi inferiori a quelli connessi con la realizzazione dell' intero sistema di opere. Soluzioni "additive" o "incrementali" hanno una praticabilita` e una credibilita` spesso non confrontabili con quelle di soluzioni "a tutto o niente", e sembra possibile trovarne. Realizzare piu` lotti in parallelo e` comunque sempre possibile, finanziamenti permettendo.

Dunque: *"uno scalino alla volta, e utile subito !"*

1.3 - Salvare Marghera

La seconda considerazione, non esplicita nelle indicazioni del progetto CVN, ma evidente a chi lo legge con esperienze di vita lagunare, e` che salvare il centro storico di Venezia significa necessariamente proteggerlo dal rischio di inquinamento connesso alla presenza di raffinerie ed altre industrie, chimiche e non. Poco o nulla sembrano destinate a risolvere questo problema le panne galleggianti in materiale plastico (infiammabile), oggi in dotazione al servizio ecologico, che esigono tempi di intervento a dir poco inadeguati.

Ne` chiudere i tre porti giova a contenere questo rischio, che vedrebbe come sua unica e inevitabile soluzione, la progressiva riduzione delle attivita` industriali principali, fino alla chiusura, e quindi l' asfissia di Marghera e la perdita delle svariate migliaia di posti di lavoro e delle ingenti ricchezze a suo tempo qui investite

E il destino del centro storico di Venezia e` indissolubilmente legato a queste attivita`, perche` la perdita di posti di lavoro lo trasformerebbe in citta` morta di fatto, anche se affollata di turisti, con uno snaturamento e un degrado tristemente conosciuti da altri centri storici italiani.

Salvare Venezia dall' acqua alta e farla poi morire di asfissia con Marghera, non sembra un dilemma da doversi porre quando ci si accinge a investimenti di questa scala: occorre dunque trovare una soluzione che offra un contributo determinante anche a questa componente di rilievo

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

per l'intero socio-ecosistema da cui Venezia è nata e che, solo se globalmente garantito, ne può garantire la sopravvivenza.

Dunque: *"salvare Marghera perché Venezia si salvi!"*

E questo appare lo "scalino" fondamentale, sia per l'importanza complessiva, che per l'immediatezza dei benefici prodotti, che infine, per la semplicità concettuale ed esecutiva dell'opera.

1.4 - Rilanciare le risorse disponibili

Opere del tipo considerato possono essere eseguite con soluzioni diverse, che tengano in diverso conto risorse e potenzialità imprenditoriali e cantieristiche disponibili nella realtà locale.

Se è certo che un progetto di tale respiro e dimensione non possa e non debba essere condizionato da considerazioni di "privilegio locale", è altrettanto certo che un esame del costo complessivo (a pari qualità) conduca per sua natura a privilegiare le soluzioni che non esigono investimenti di tipo infrastrutturale temporaneo, non strettamente necessari. E ciò con evidente vantaggio per il rilancio delle risorse disponibili in sito, eventualmente riqualificate.

Qualche attenzione ad alcune scelte progettuali proposte, soprattutto per le opere fondali, sembra certamente migliorabile sotto questo punto di vista, almeno per occhi abituati allo studio del mare, e alla vita delle opere in questo realizzate.

La nuova idea insomma, deve tenere fra i vincoli di progetto il miglior uso di cantieri, officine, bacini di carenaggio e risorse locali varie, sapendo che, per quanto ciò sia possibile, ciò produrrà contenimento dei costi e rivitalizzazione di un tessuto sociale oggi "a rischio".

Queste considerazioni, oltre all'aspetto immediato di massimizzazione del potenziale rilancio produttivo locale attraverso l'uso preferenziale di tecnologie più convenzionali, ne sottintendono un secondo che meriterebbe grande approfondimento: la critica alla fragilità intrinseca di opere a grande sofisticazione tecnologica e integrazione impiantistica, fortemente esposte alle azioni ambientali e facilmente vanificate dal malfunzionamento di un semplice circuito, o dalla parziale apertura di un giunto strutturale, o da qualche piccola fessurazione... (letteratura abbondante sui black out). Di qui il desiderio di una revisione serena di alcuni criteri del progetto CVN, probabilmente non necessari per la soluzione del problema in esame.

Dunque: *"valorizzare al meglio le risorse locali"*, che significa anche, e naturalmente *"privilegiare semplicità, robustezza e sicurezza"*, ed altrettanto naturalmente *"contenere i costi"*.

1.5 - Priorità d'intervento

Se è possibile una soluzione "additiva" nel senso sopra detto, è naturale la scelta di concentrare l'attenzione iniziale sul problema del centro storico di Venezia, dedicando alla protezione dal "rischio socio-ecologico Marghera" il primo intervento, alla chiusura del porto di Lido il secondo, e ottenendo già con questa seconda opera, la protezione dall'acqua alta.

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

A Chioggia andrebbe dedicato il successivo intervento, possibilmente da realizzare ancora con i criteri qui suggeriti, privilegiando fra le soluzioni possibili quelle che richiedono investimenti più contenuti, e la conseguente maggior probabilità di giungere alla realizzazione in tempi brevi.

Un simile percorso a tappe parziali e verifiche di buon fine in tempi accettabili, non potrà che aumentare la fiducia della comunità nazionale e internazionale nella capacità di realizzare veramente questi progetti di grande rilievo, e convoglierà nuove energie e nuovi entusiasmi sulle varie fasi successive.

Dunque: *"controllo dell'intera laguna, sì, ma a passi"*

1.6 - Fattibilità incerta a Malamocco e altre incertezze tecniche

Per quanto è dato di sapere, non sono ancora stati risolti tutti i problemi costruttivi legati alla forte profondità e alla presenza di intense correnti sui fondali del porto di Malamocco.

Queste incertezze, vista la reciproca necessità delle quattro chiusure per ottenere il risultato atteso, si proiettano come ombre gravi sulla fattibilità generale del sistema, e rendono lecito il sospetto, e forte il timore, che l'opera possa restare una delle numerose incompiute che rattristano il nostro Paese e abbattano la nostra credibilità internazionale.

Dello stesso tipo sono i timori relativi all'eccesso di sofisticazione diffuso nel progetto, se confrontato con opere a mare di tipo classico, ben conosciute e funzionanti. È ben noto infatti che tutti i sistemi ad alta complessità trascinano con sé necessità di manutenzioni delicate e continue, nonché fragilità generale scatenata anche da piccoli eventi locali. Ciò a nostro giudizio, e con le informazioni di cui possiamo disporre, è potenzialmente presente per l'aspetto impiantistico, per la tenuta dei tunnel subacquei in fondazione e per la tenuta d'acqua nei giunti tra le paratoie sotto l'azione non sincrona del mare.

Il lavoro fatto per il M.O.S.E. desta certamente ammirazione, e propone forti contenuti innovativi, che potranno e dovranno essere valorizzati, ma la sua applicazione "integrale" su luci libere certamente non necessarie né alla laguna, né alla navigazione, sembra rasentare assai più gli equilibrismi intellettuali di un esteta dell'ingegneria, che non le reali necessità di garantire sicurezza, robustezza e durabilità a un'opera che richiede investimenti di questo ordine.

Solo una soluzione che tenga nel giusto conto le opere, la laguna e le persone che ci vivono potrà soddisfare le molteplici esigenze contraddittorie che convivono di regola nei piccoli e nei grandi progetti di ingegneria. Esigenze non adeguatamente equilibrate fra loro rendono ipertrofico un aspetto della soluzione a spese di altri, e generano effetti spesso drammatici nei grandi progetti.

Dunque: *"rispetto della laguna, sì, ma con equilibrio"* e questo in quanto necessaria garanzia del buon esito.

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

2 - L' idea

Il contenuto del progetto e' gia' stato succintamente descritto nella precedente relazione, qui e' sufficiente richiamare le dimensioni orientative delle parti componenti per rendere possibile qualche confronto economico di larga massima tra il progetto attuale e l' idea che si presenta.

Si richiama anche la presenza in laguna, di una zona di spartiacque, dove le masse d' acqua entranti o uscenti dalle bocche di porto per effetto delle maree, si scontrano o si dividono fra loro. Questa zona e' caratterizzata da bassissime velocita' delle correnti e da fondali con profondita' di circa 50-120 cm sul medio mare.

La quota di progetto fissata per le opere immerse e' -0,50 s.l.m.m. (mareografica), consente il normale scambio idraulico delle correnti e il passaggio delle imbarcazioni di limitato pescaggio dei pescatori professionisti, anche in condizioni di bassa marea. La quota presa in considerazione coincide con quella delle "velme" (porzioni di laguna con sommita' a -0,50 m e delimitate da pali di legno), ricostruite recentemente proprio nella zona di spartiacque tra il Lido di Venezia e il canale di S. Spirito.

- Diga di spartiacque

- a - dal litorale di Lido all' isola di S. Giorgio in Alga: circa 6500 m di opera a scomparsa, su fondale di 0,5-1,2 m di profondita' sotto il medio mare, con paratoie di 3,25 m di altezza, suddivise in moduli di opportuna lunghezza e dotate di sistemi di comando ogni 50-100 m, con capacita' di controllo e chiusura indipendenti.
- b - dall' isola di S. Giorgio in Alga alla II^a zona industriale: circa 4500 m di opera a scomparsa in condizioni di mare e soluzione tecnica identica alla precedente. Le paratoie a scomparsa potranno essere sostituite da opera emergente fissa, nel caso si debbano contenere i costi. In questo tratto infatti si e' ormai in una zona a connotazione fortemente industrializzata. La parte terminale potra' essere risolta dall' intersezione con il canale Vittorio Emanuele mantenendosi in sponda ovest fino dello stesso a raggiungere gli argini esistenti, con economia di sviluppo e di costi, rispetto al proseguimento del tracciato sullo spartiacque.
- c - n. 4 porte vinciane a semplice effetto sui canali delle Scoasse, di S. Spirito, di Fusina, delle Tresse (profondita' circa 3,5 m, costi prossimi a quelli della diga-tipo) e Vittorio Emanuele (profondita' circa 11 m, tecnologie e costi di un pari tratto dello sbarramento al porto di Lido). Nelle stime che seguono, le chiuse sul canale V. Emanuele, da realizzare con 70 m di parti mobili e (70+40) m di parti fisse ai bordi, saranno quantificate a parte per la loro importanza.
- d - n. 1 sbarramento verticale mobile presso via Righi, addossato al viadotto della strada di accesso a Venezia Centro, tra la darsena del canale Brentella e il canal Salso.
- e - Eventualmente, per consentire l' accesso a Venezia durante i pochi giorni di acqua alta, quando le paratoie dovranno restare chiuse, si potrebbe attrezzare il canale delle Scoasse con una chiusa vinciana, presidabile senza difficolta' e direttamente accessibile dalla viabilita' stradale per il Lido di Venezia.

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

- Porto di Lido

- a - 380 m di paratoie poste nell' imbocco del porto con altezza di 11 m; quella centrale di 70 m circa per la navigazione di grande stazza, le tre laterali a destra e le tre laterali a sinistra di 50 m circa per la navigazione ordinaria; 520 m di opere fisse con altezza variabile da 4 a 15 m.
- b - opere di consolidamento e impermeabilizzazione degli argini attuali (interventi già previsti).

Le opere, sia per la diga di spartiacque che per quella del porto di Lido, prevedono l' alloggiamento di cunicoli destinabili a servizi di utilità lagunare e ambientale varia. Nel caso della diga di spartiacque esse inoltre sono predisposte come percorso attrezzato per le attività di manutenzione periodica.

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI



Figura 1
Planimetria generale. Scala 1:50.000

- A - Porto di Lido
- B - Canale delle Scoasse
- C - Canale di S. Spirito
- D - Canale Fusina
- E - Canale Tresse e V. Emanuele
- F - Canale Brentella
- B-F - Diga di spartiacque

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

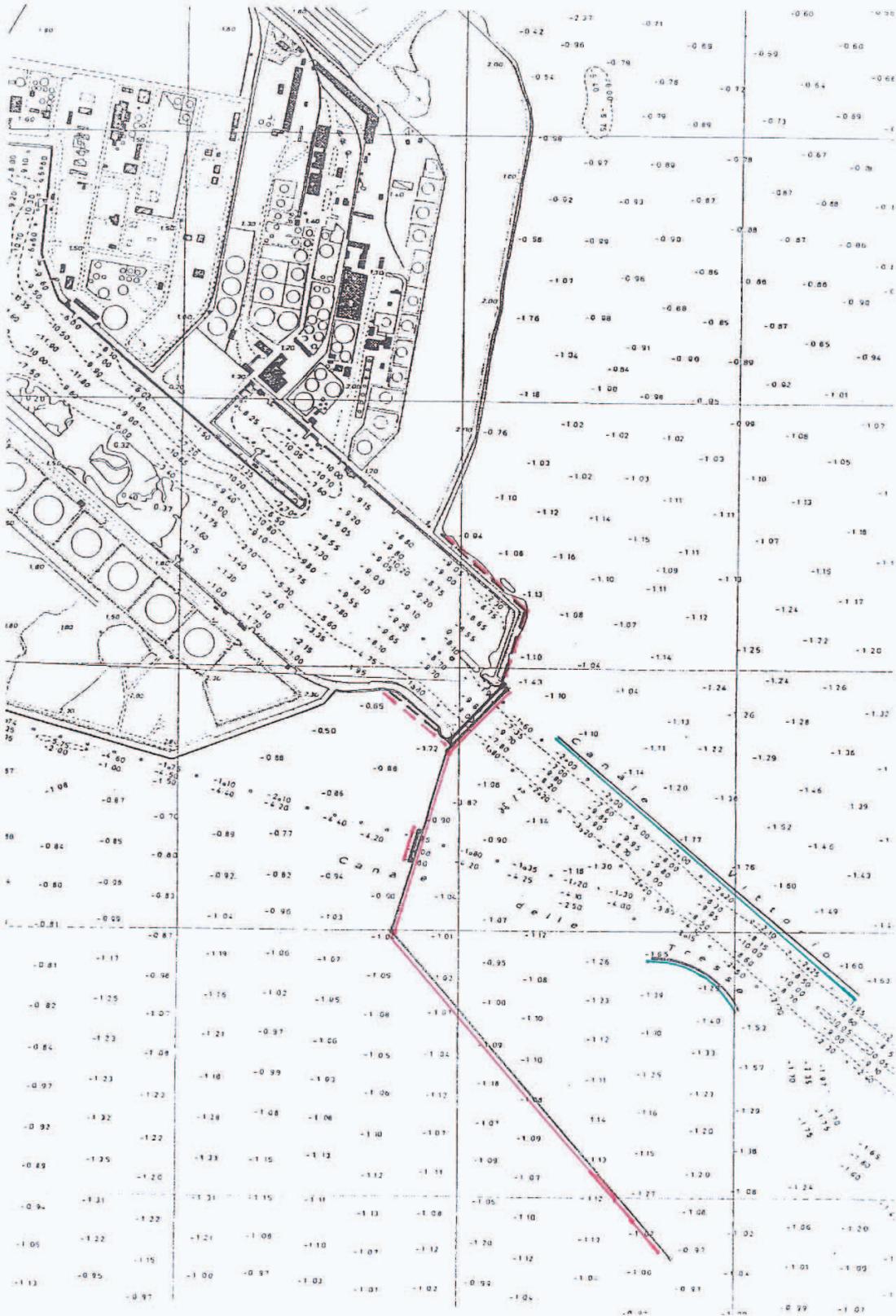


Figura 2

Ciusura del Canale di Tresse e del Canale V. Emanuele

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

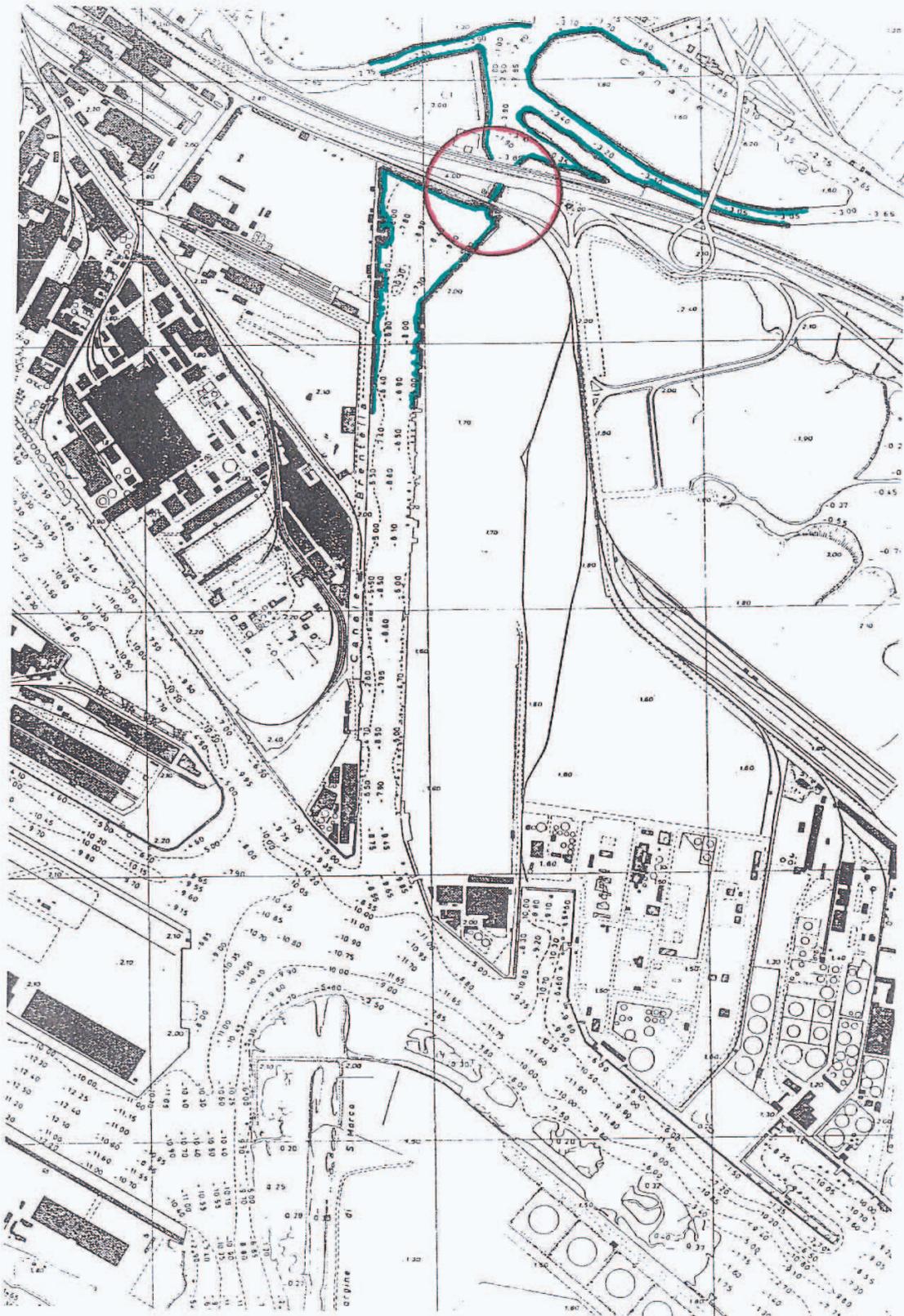


Figura 3

Localizzazione della chiusura sul Canale Brentella

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

3 - Primo confronto orientativo dei costi

Una stima dei semplici ordini di grandezza di costo delle opere da confrontare puo` essere fatta considerando di utilizzare per la nuova idea le stesse scelte tecnologiche (e quindi recuperare le conoscenze disponibili e la conseguente credibilita`). Tale ipotesi consente un confronto tra le due soluzioni, basato in prima approssimazione sulla considerazione che per opere di pari tecnologia e con dimensioni non troppo lontane fra loro, il costo sia proporzionale al volume delle opere, distinte in volumi di calcestruzzo e in volumi di paratoie mobili.

Nello schema di estrema semplificazione che si assume per questo confronto, il costo del calcestruzzo riferito al suo volume effettivo (non a quello dell' opera) include tutte le predisposizioni dei fondali, le palancole, i pali, i sottofondi e quanto occorrente al completamento dell' opera. Nel costo delle opere mobili, riferito al volume della paratoia finita (non a quello dell' acciaio) sono inclusi tutti gli impianti e i sistemi meccanici, con motorizzazioni e quanto occorrente al perfetto e completo funzionamento.

Oneri vari di tipo fisso legati a infrastrutture costruite ad hoc, vengono in questo modo "spalmati" sul metro lineare tipo, e divengono caratteristici della "tecnologia" adottata, che e` invece ovviamente fra le scelte oggetto di revisione a seguito della nuova idea. Su questo si tornera` al punto 5.

Mentre le dimensioni sono desunte dagli schemi di progetto (con ovvie semplificazioni), la determinazione dei costi unitari e` ottenuta dal costo totale noto dell' opera (circa 7.000 Miliardi) e dal rapporto conosciuto dei due costi unitari, proveniente da altre analisi (circa 1/3,5). I costi unitari che risultano sono di 8 e 28 Milioni/mc, rispettivamente per calcestruzzo e paratoie.

Le cifre delle varie opere componenti il progetto del Consorzio Venezia Nuova, a seguito di questa analisi certamente sommaria, ma comunque significativa, risulterebbero cosi` distribuite:

Lido-Treporti	936
Lido-S.Nicolo`	1.995
Porto di Malamocco	3.335
Porto di Chioggia	1.899
<i>Totale</i>	6.953

Il confronto con le soluzioni alternative, stimate sulla base degli stessi costi unitari e quindi con le stesse "tecnologie", viene proposto in due varianti.

3.1 - Una soluzione "ibrida" con "impatto zero"

Il minimo intervento modificativo del progetto, e quindi la prima riduzione dei costi possibile, deriva dalla semplice sostituzione delle due chiusure di Malamocco e Chioggia con la diga di spartiacque, confermando invece la soluzione CVN per la chiusura del porto di Lido.

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

L'opera complessiva potrebbe considerarsi a "impatto zero" e avrebbe tutti i benefici descritti al punto 1, salvo il costo ancora decisamente elevato rispetto a quelli che si vedranno più avanti, e la presenza di varie incertezze residue sulla sicurezza e robustezza della chiusura del porto di Lido.

Per la valutazione di costo della diga di spartiacque, assunti i costi unitari derivanti dall'analisi del progetto CVN e quindi le stesse tecnologie, il prospetto dei costi risulterebbe:

Lido-Treporti	936
Lido-S.Nicolo`	1.995
Diga di spartiacque	970
Canale V. Emanuele	277
Totale	4.178

Merita solo un cenno la possibilità di qualche economia assumendo per la diga di spartiacque i costi risultanti dalla nuova analisi, non dipendente dalle stime del CVN, e associata a tecnologie più "convenzionali" che saranno meglio illustrate al punto 5 e documentate negli allegati, applicando le quali si ottiene:

Lido-Treporti	936
Lido-S.Nicolo`	1.995
Diga di spartiacque	216
Canale V. Emanuele	139
Totale	3.286

Pur con questa economia di 892 Miliardi, il costo della soluzione a "impatto zero" non viene ricondotto a cifre che paiano accettabili e si conserva una disarmonia nei criteri e nei costi delle diverse componenti dell'opera.

3.2 - La nuova idea realizzata con "tecnologie" CVN

Una ulteriore riduzione proviene dalla possibilità di rivedere il progetto della chiusura del porto di Lido, alla luce di dimensionamenti più convenzionali, che pur valutati con gli alti costi unitari della soluzione CVN, conducono all'abbattimento dei costi complessivi a poco più di 1/3 del costo di previsione attuale (38.8%):

Diga di spartiacque	970
Canale V. Emanuele	277
Porto di Lido	1.449
Totale	2.696

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

Anticipando, come al precedente punto 3.1, i risultati delle analisi di costo della diga di spartiacque analizzato in via diretta, l'ulteriore economia farebbe ottenere il costo totale:

Diga di spartiacque	216
Canale V. Emanuele	139
Porto di Lido	1.449
<i>Totale</i>	1.804

che risulta pari a 1/4 del costo di progetto attuale (25.9%).

Un interessante approfondimento delle analisi qui svolte potrebbe essere ottenuto con riferimento ad altre opere di tipo più convenzionale (esempi al punto 4), valutandone i costi unitari e confrontandoli fra loro, con quelli del progetto CVN e con quelli risultanti dalle analisi di opere minori da noi considerati.

4 - L' impatto ambientale

Si sono richiamati il concetto di "compromesso" e di "equilibrio" tra esigenze contrapposte come condizioni di fattibilità tecnico-economica reale delle opere. La misura dell' "impatto ambientale" è tipicamente, soprattutto nella cultura italiana d' oggi, un fattore pesantemente discriminante e assai spesso oggetto di gravi malintesi. Si dispone di mezzi sofisticati di simulazione per investigare il comportamento di sistemi complessi, ma resta di regola esclusa l' interazione reciproca di sistemi profondamente diversi e tuttavia fortemente interconnessi, come è nel caso della laguna, dove col sistema idraulico interagiscono profondamente quello biologico e quello socio-economico, oltre a quello meteorologico e climatico, tipico del problema dell' acqua alta.

L' approfondimento delle conoscenze di un settore, tende spesso a far porre l' accento su uno degli aspetti, a spese degli altri, cioè a far parlare di qualche componente dell' "ambiente" e non dell' "ambiente reale", che risulta dall' interazione di tutti i sistemi interconnessi.

Senza alcuna velleità polemica è solo il caso di menzionare che per tutti gli anni dal XVI° secolo al nostro ventennio, tutti i canali di Venezia hanno ricevuto regolare e continua manutenzione contro il naturale interrimento, mentre gli ultimi 75 anni (25 almeno dei quali spesi parlando di impatto ambientale), hanno visto la deposizione continua e libera di materiali nel centro storico, tanto che ora neppure servizi come l' ambulanza o i pompieri possono più accedere a buona parte dei canali (tentativi di soluzioni presunte e grottesche come quella dell' hovercraft).

Si sono considerate le forme, le dimensioni e i criteri tecnici di base dei progetti di chiuse sul Tamigi, sullo Schelda, sul Nagara, sul Neva e a Rotterdam, prodotti da culture significativamente diverse tra loro come l' inglese, la tedesca, la giapponese, la russa e l' olandese.

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

Lo sguardo agli esempi di opere mobili realizzate in altre nazioni e da altre culture, mostra che si sono ritenute accettabili soluzioni con "impatto" ben diverso da quello assunto per Venezia, e in tutte, comunque fra loro diverse, e' riconfermata la scelta di eliminare ogni complicazione costruttiva e funzionale posta sotto il livello del mare.

Scelte piu' coraggiose le nostre, e' vero, e certamente piu' "pulite", ma a quale costo? e con quale fattibilita' effettiva?

Se salvare Venezia significa vedere qualche elemento sporgente dall' acqua, allineato a 50 o 80 m di passo, si potra' studiare per migliorarne l' aspetto e l' inserimento nel contesto, avendo il coraggio di accettare questa "presenza" per giungere allo scopo con risorse e tempi possibili, oppure si dovra' avere il coraggio di rinunciare. Merita solo un richiamo la presenza continua e tipica delle bricole in laguna, al cui sapore andrebbero coniugati i nuovi allineamenti e le nuove forme, pur di dimensione e di equidistanza diversi. Questa sembra una sfida ben praticabile al buon gusto e alla creativita' italiana, e risolverebbe la parte emergente del problema, mentre per la parte immersa queste nuove presenze saranno disegnate in modo da mantenere sezioni libere pari alle attuali, altro non sembra necessario.

Semmai si dovrebbe affrontare con serietà il problema dell' interrimento dei canali, e con cio' della progressiva perdita di ricambio in laguna: macchine semplici e leggere in azione manutentiva progressiva e continua dei canali, montate su natanti adatti alle forme del luogo... ma di questo si potra' parlare in altra sede.

Qui e' importante concludere che, per le chiuse di Venezia non sembra difficile ottenere soluzioni dotate di sicurezza, robustezza e semplicita' costruttiva come nei vari esempi citati, scegliendo pero' forme e dimensioni ben meno invasive di quelle esibite sul Tamigi, sullo Schelda e sul Nagara, o di quelle progettate e in via di realizzazione a Rotterdam e sul Neva.

In queste opere infatti sono presenti sopralzi a sostegno di viadotti di 12-24 m di larghezza, con affiancate passerelle di servizio lungo l' intera luce dell' opera (Schelda, Nagara e Neva). Si giunge a dimensioni di 20-30 m sopra il livello del medio mare, a larghezze di 70-80 m, a paratoie in vista perpetua con altezze di 6 m sul medio mare e luci di 360 m (Rotterdam).

Queste opere mostrano paratoie con dimensioni correnti di 45-50 m e dimensioni massime di 72 m (Tamigi), su luci complessive di 500-700 m, salvo il caso del Neva con 7000 m di luce.

Di queste architetture e' sufficiente accettare il passo tra le parti fisse interposte a quelle mobili per ottenere sicurezza e robustezza e semplicita' confrontabile, dando invece forma e respiro opportuno ai pochi elementi emergenti, recuperando e accompagnando l' immagine cara e il sapore onnipresente in laguna, delle bricole, la trasparenza quasi aerea delle stazioni mareografiche, e comunque forme armonizzate al contesto.

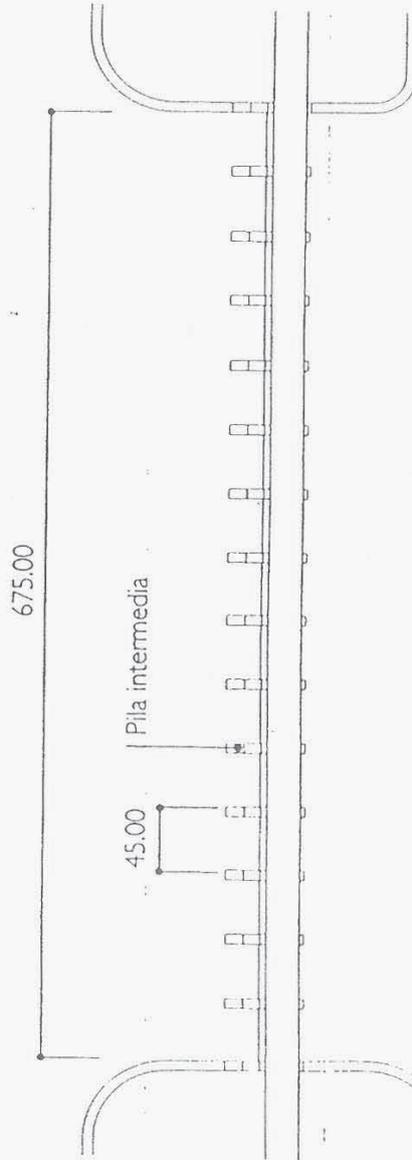
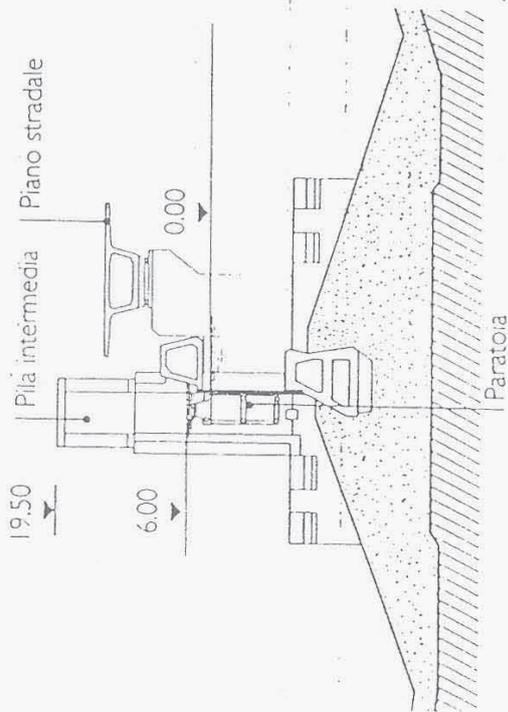
STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

Figura 4

OLANDA - Opera realizzata -

Paratoie mobili sul delta dello Scheida a protezione di ampio territorio

- Movimento paratoie: scorrimento verticale
- Dislivello delle acque: 6 m
- Numero pile x Passo: 15x45 m
- Luce totale chiusa: 675 m
- Altezza pile sull' acqua inferiore: 19,5 m
- Viadotto constrada di circa: 20 m



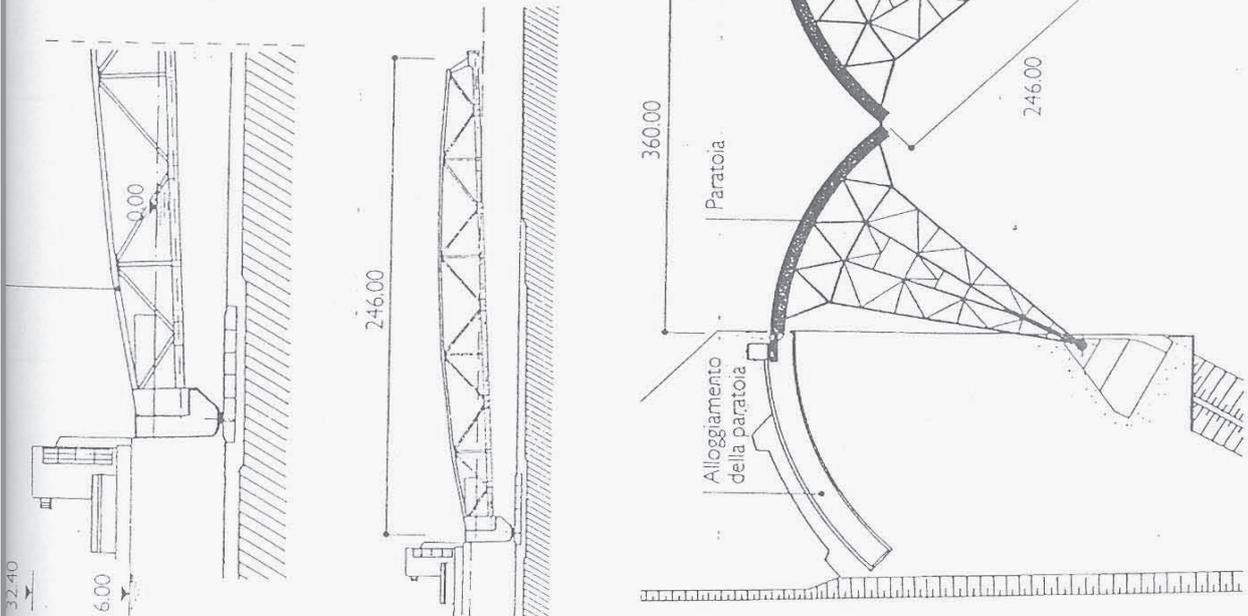
STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

Figura 5

OLANDA - Opera in costruzione

Paratoie mobili sul canale d' ingresso al porto di Rotterdam, a protezione della città stessa, del porto, e di ampio territorio

- Movimento paratoie: ampi settori rotanti ad asse verticale
- Dislivello delle acque: 6 m
- Due archi con raggio di: 246 m
- Opere a complemento: 425 m
- Luce totale chiusa: 360 m
- Altezza opere sull' acqua inferiore: 32,4 m

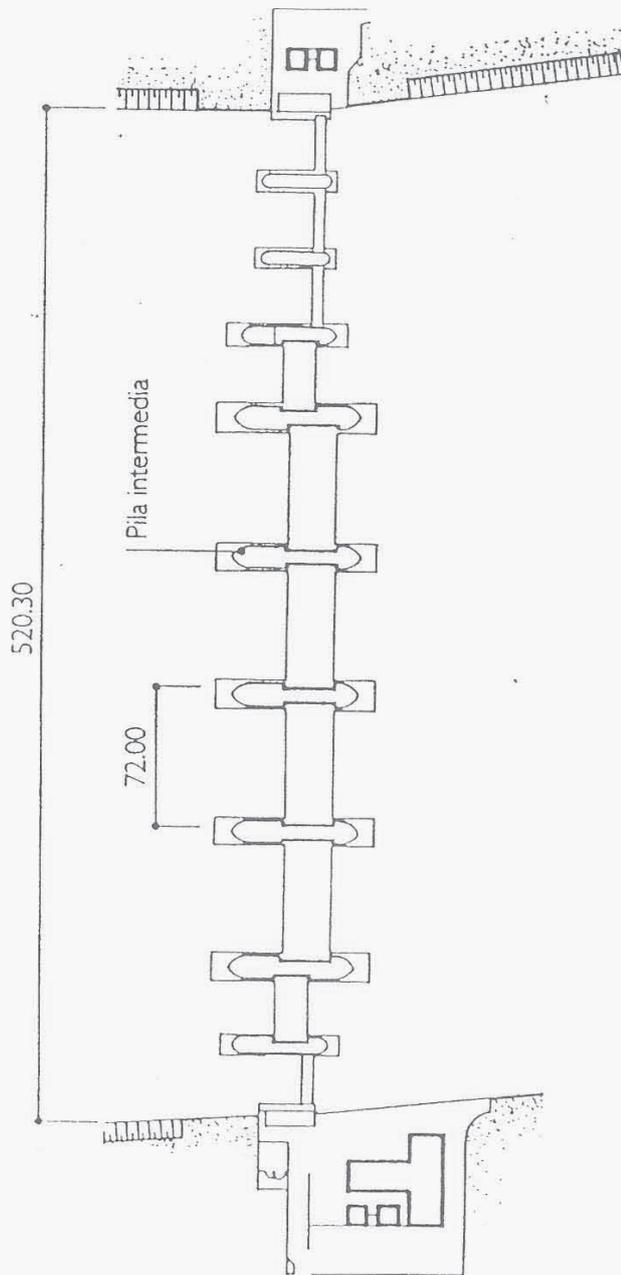
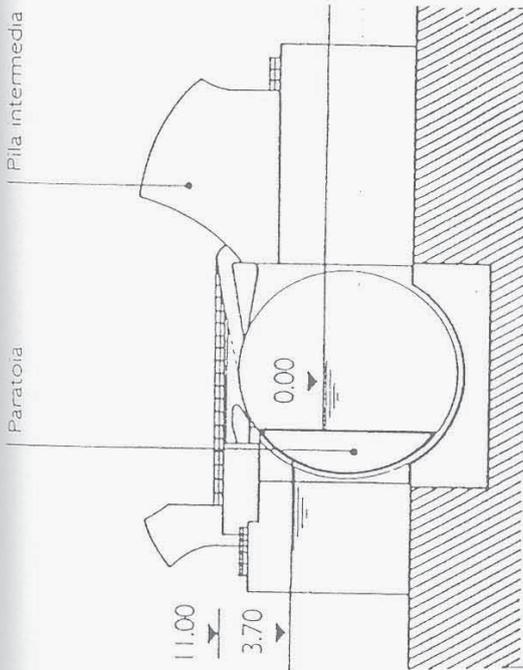


STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

Figura 6

INGHILTERRA - Opera realizzata -
Paratoie mobili a protezione della
città di Londra, sul Tamigi

Movimento paratoie: settori rotanti ad
asse orizzontale
Dislivello delle acque: 3,7 m
Numero pile x *Passo*: 1x42+4x72+1x42 m
Opere a complemento: 148,3 m
Luce totale chiusa: 520,3 m
Altezza pile sull' acqua inferiore: 18,2 m

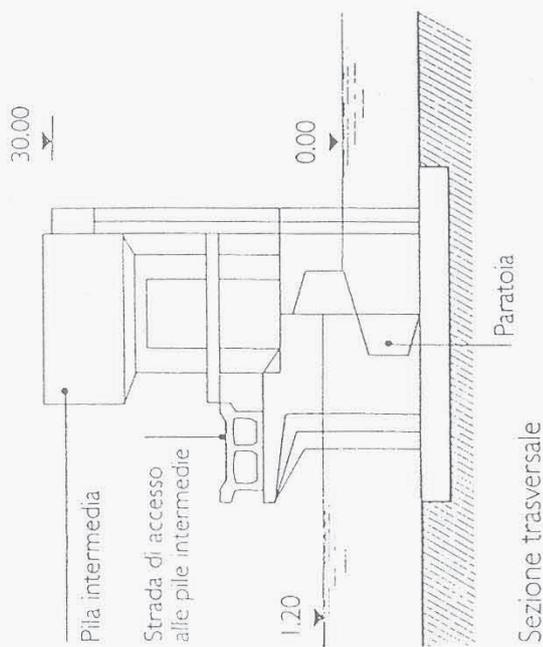


STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

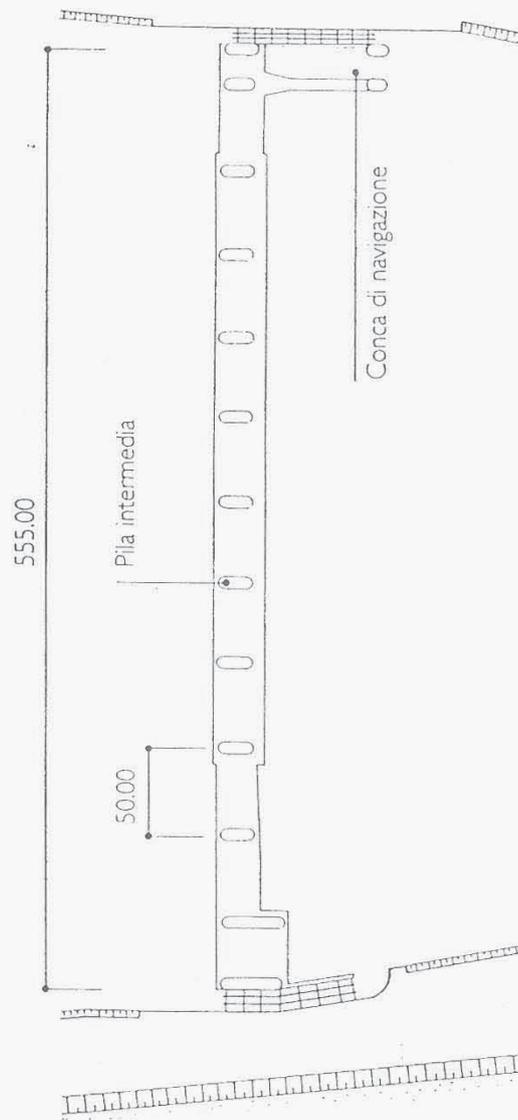
Figura 7

GIAPPONE - Opera realizzata
 Paratoie mobili sul Nagara a difesa di ampio
 territorio e della città di Nagoya

Movimento paratoie: scorrimento verticale
 Dislivello delle acque: 1,2 m
 Numero pile x Passo: 10x50 m
 Opere a complemento: 55 m
 Luce totale chiusa: 555 m
 Altezza pile sull'acqua inferiore: 30 m
 Viadotto con strada di servizio di circa: 10 m



Sezione trasversale



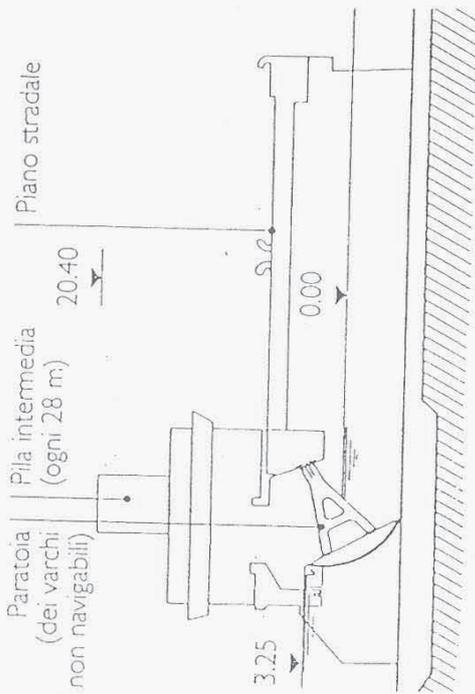
Pianta dello sbarramento

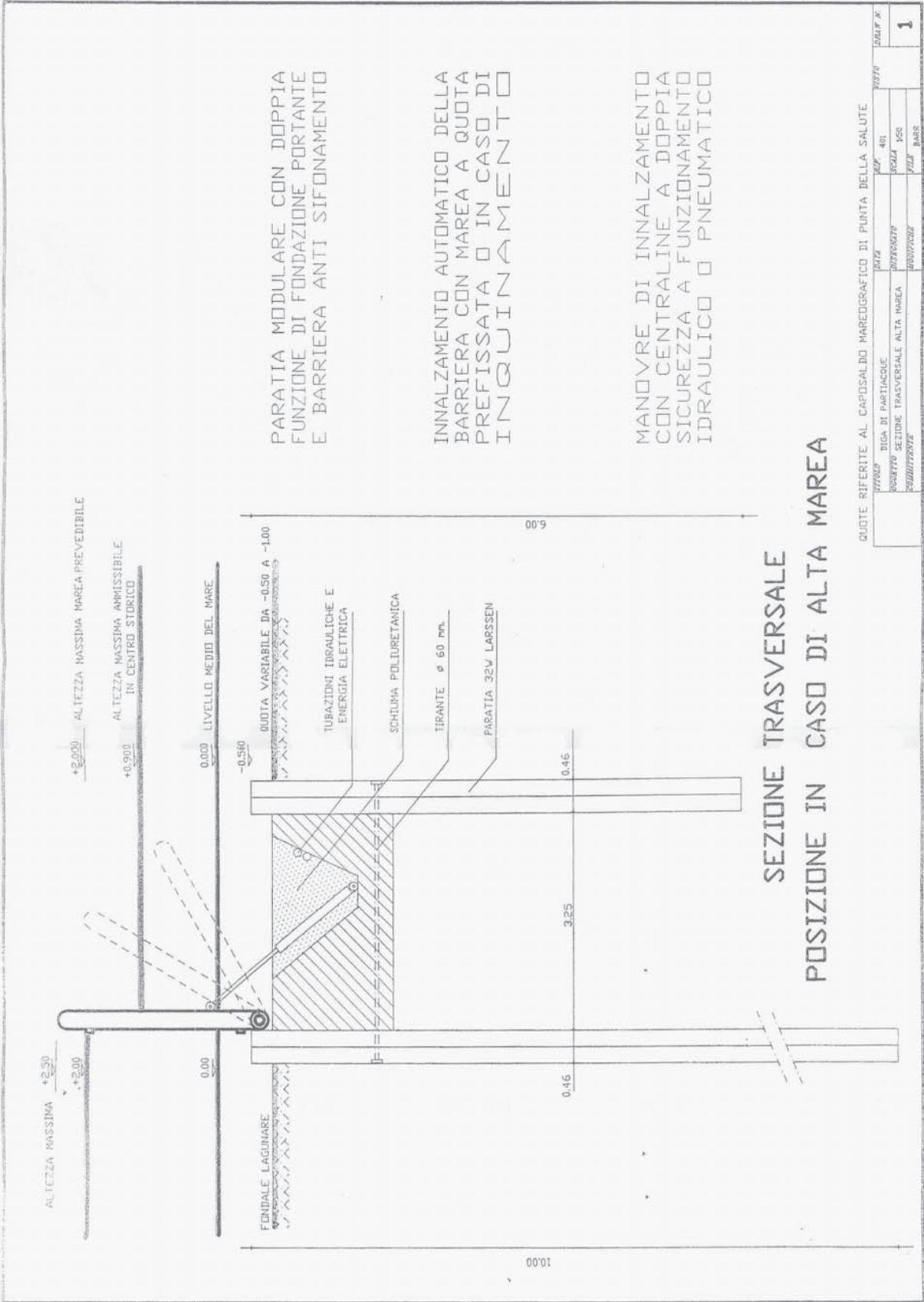
STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

Figura 8

RUSSIA - Opera in costruzione
 Paratoie mobili sul Neva a difesa del delta, del porto e della città di S. Pietroburgo

Movimento paratoie: settori rotanti ad asse orizzontale
 Dislivello delle acque: 3,3 m
 Parti non navigabili
 Numero pile x Passo: 2x(10x28) m
 Parte navigabile: 1x200 m
 Opere a complemento: 6.200 m
 Luce totale chiusa: 7.000 m
 Altezza pile sull' acqua inferiore: 20,4 m
 Viadotto a doppia carreggiata: 30 m

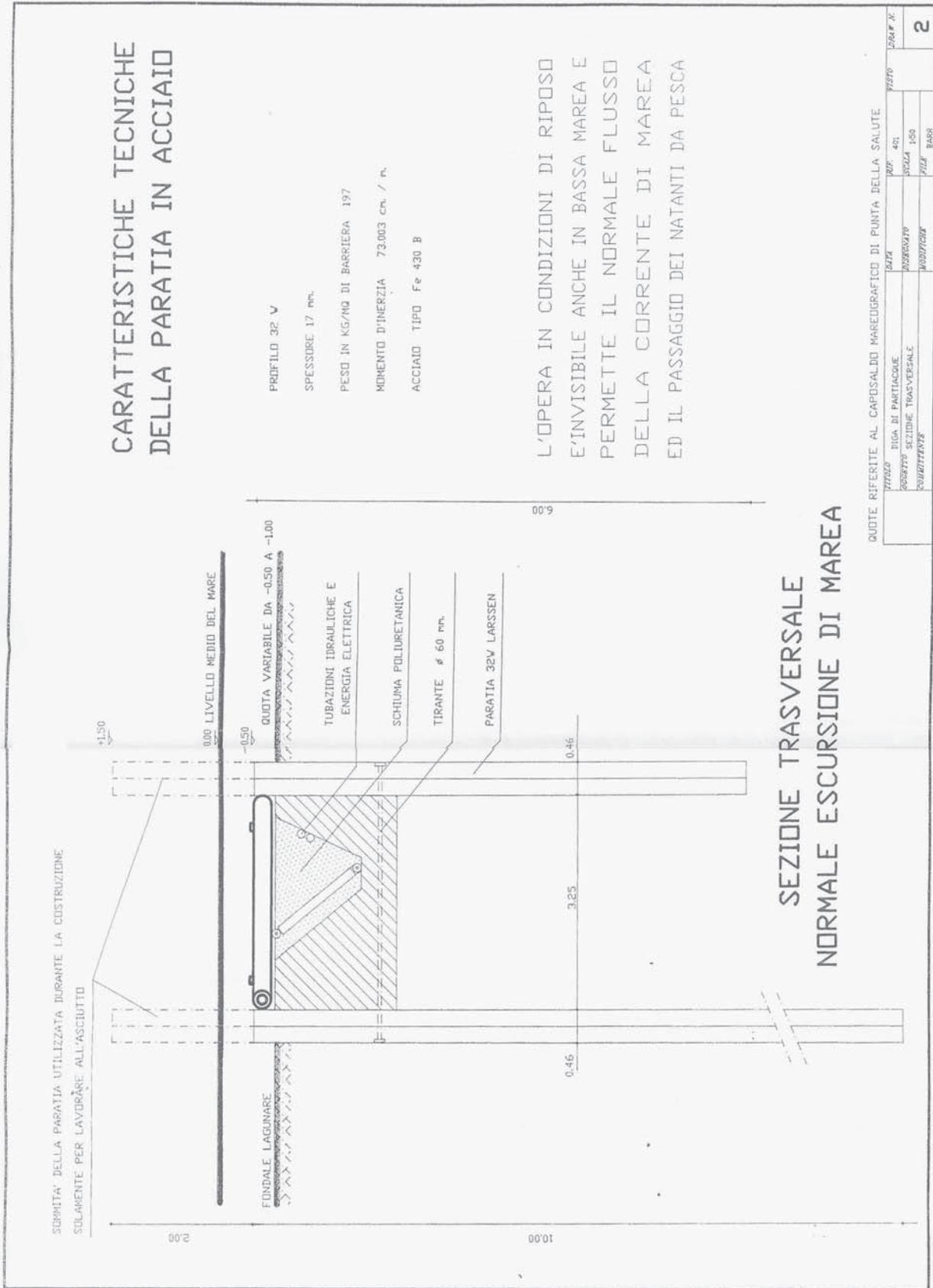


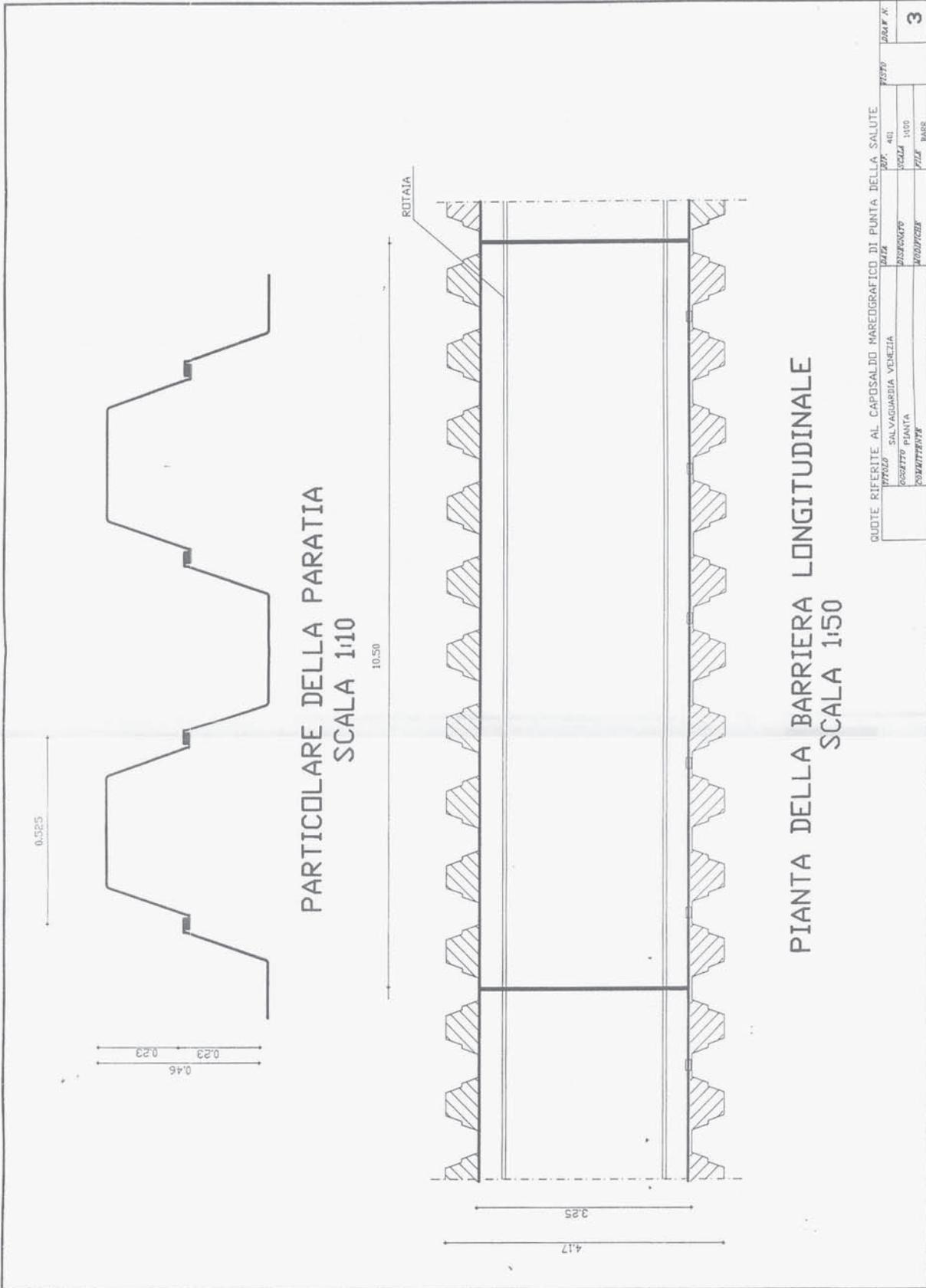


QUOTE RIFERITE AL CAPOSALDO MAREOGRAFICO DI PUNTA DELLA SALUTE

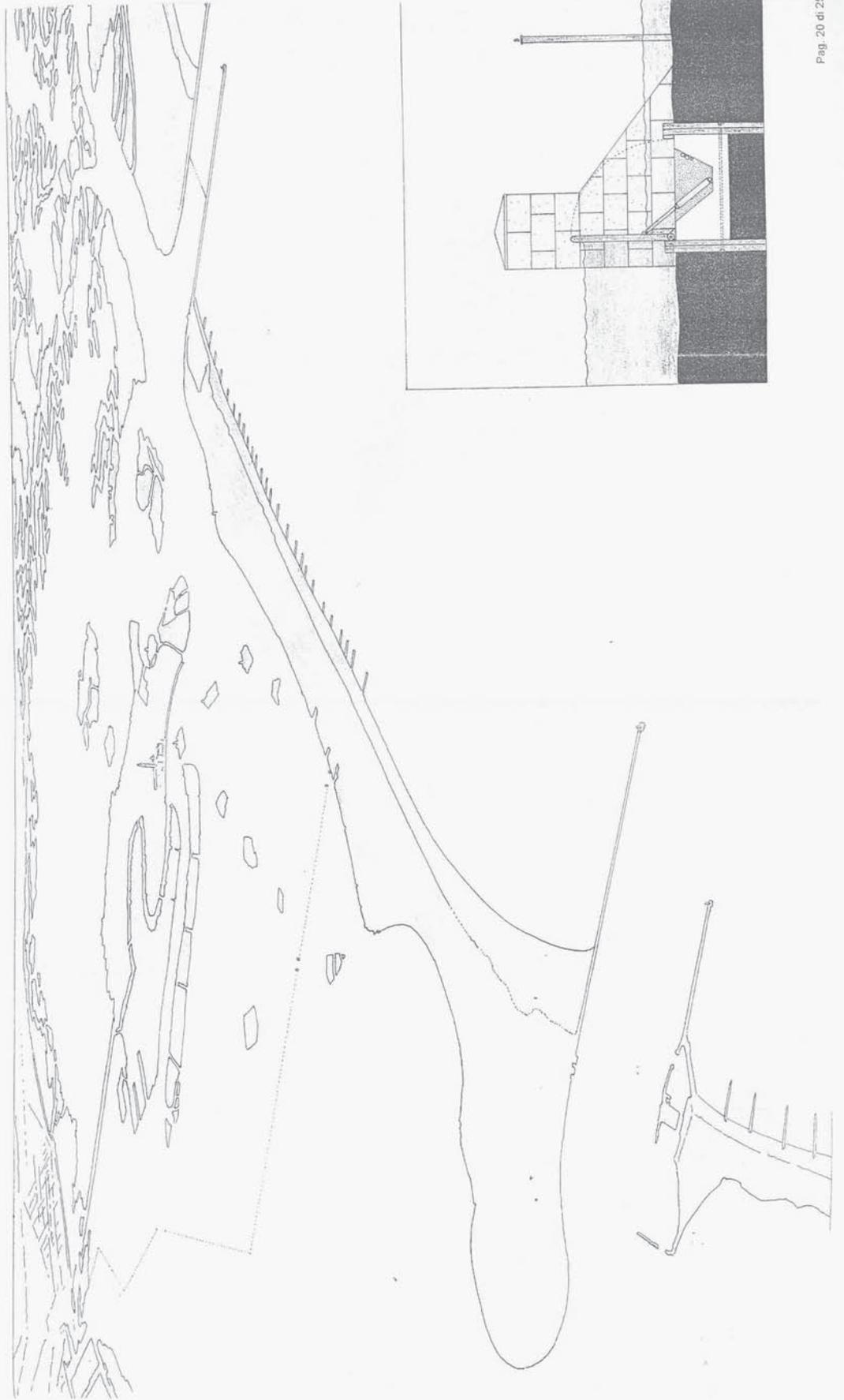
177020	DIGA DI PARTIACQUE	DATA	1976	10/76
000070	SEZIONE TRASVERSALE ALTA MAREA	PROGETTO	401	10/76
000070/01		ESATTO	1/50	
		PRODOTTO	1/50	
		VERIFICATO	1/50	
		PROVVISORIO	1/50	

1

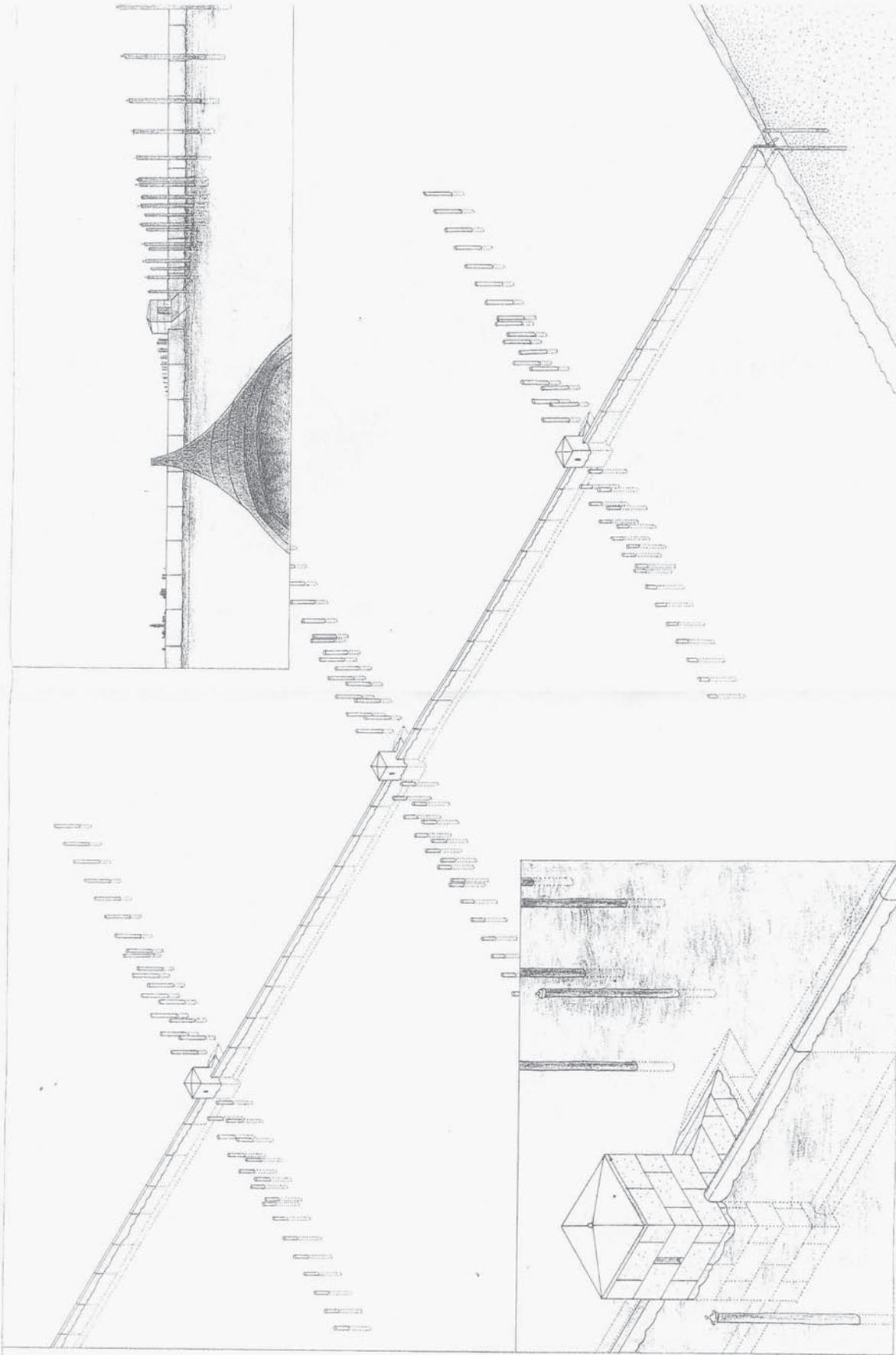




STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI



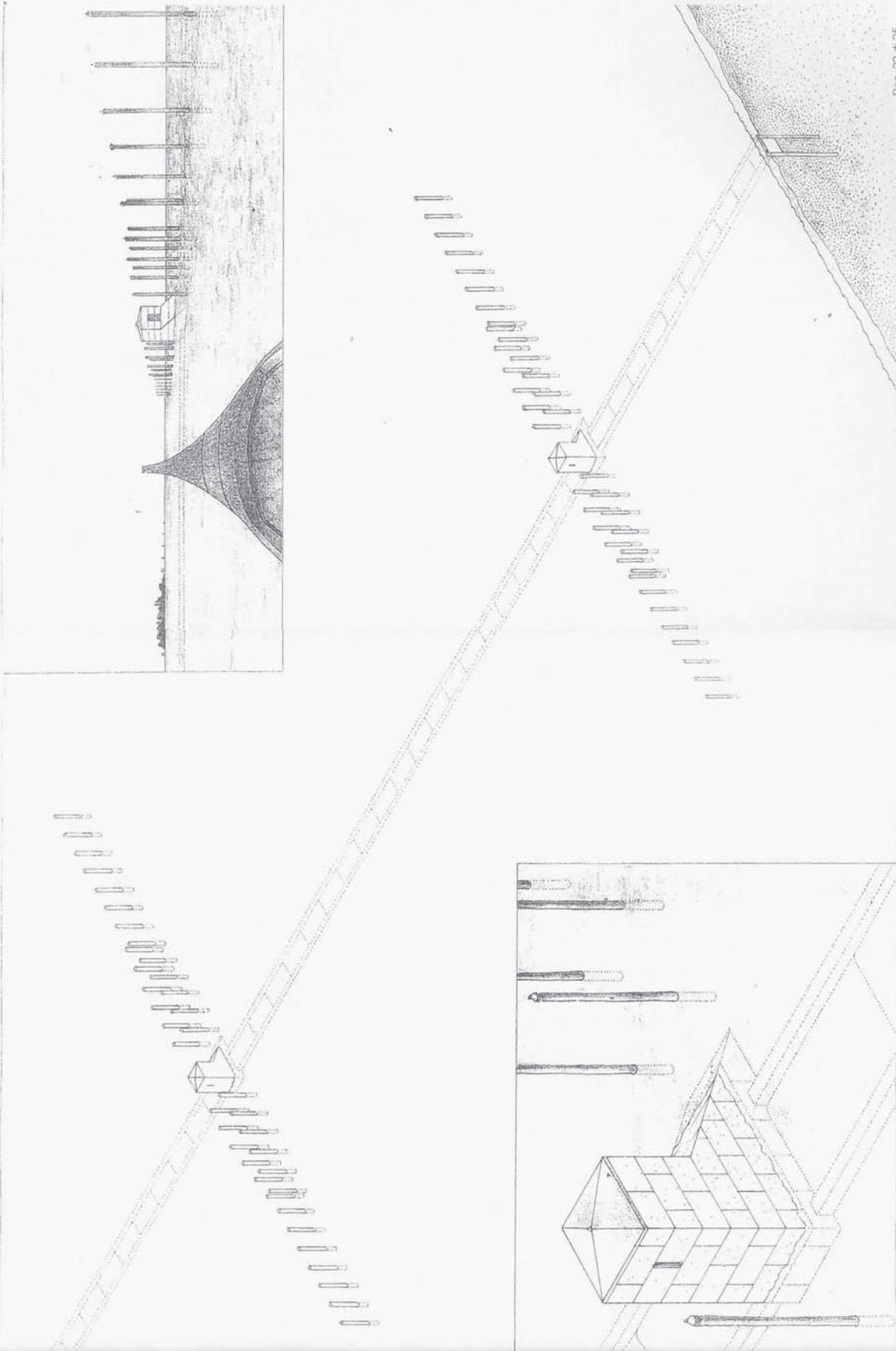
STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI



Pag. 21 di 25

Figura 10 Veduta prospettica della diga di spartiacque in posizione chiusa (passo indicato dalle opere fisse pari a 100 m e soluzione "a corpo chiuso")

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI



Pag. 22 di 25

Figura 11 Veduta prospettica della diga di spartiacque in condizioni normali (passo indicato dalle opere fisse pari a 50 m e soluzione "a corpo chiuso")

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

5 - Una tecnologia diversa (forse "intermedia"), ovvero, il secondo confronto dei costi

Opere "convenzionali" del tipo richiamato con gli esempi del punto precedente, appaiono ben conosciute, sicure e durevoli. Si prestano a tecniche di prefabbricazione in blocchi completi di paratoie, meccanismi e impianti, che possono essere realizzati e attrezzati in bacini di costruzione presenti in sito (ad esempio Fincantieri di Marghera, dotato di 336x54 m di superficie utile).

Forme in acciaio, complete di orditure per il cemento armato, eventualmente anche precompresso con modalita` opportune, vengono costruite con tecnologia di tipo navale in bacino, eventualmente anche integrate (almeno in parte) dai principali getti di calcestruzzo e dotate di tutta l'attrezzatura meccanica e degli impianti di potenza e di controllo predisposti e funzionanti.

Questi blocchi, usati come cassero per la struttura definitiva, aventi lunghezze nell'ordine dei 150 m, comprendenti due o tre paratoie ciascuno, dopo effettuati tutti i collaudi e gli accertamenti funzionali possibili prima della posa, vengono poi rimorchiati dal bacino al punto predisposto, qui affondati e successivamente completati dai getti di calcestruzzo. I giunti tra i blocchi dovrebbero introdurre una componente elastica capace di consentire il recupero delle tolleranze di posa, di eventuali assestamenti in esercizio e di altri eventi potenziali di rischio, a garanzia della funzionalita` autonoma di ciascun blocco, salvo il problema della tenuta presso l'accoppiamento.

Per quanto concerne le paratoie, si e` convinti di poter recuperare, almeno in parte, il forte contenuto innovativo presente nell'esperienza M.O.S.E., individuabile sostanzialmente nell'idea di utilizzare forze naturali distribuite nell'intero corpo della paratoia, come generatrici delle forze di movimentazione e di contrasto alla spinta del mare, integrando pero` tali concetti con quelli dell'autonomia funzionale dei blocchi e della dislocazione distribuita degli impianti in vani contenuti negli elementi fissi tra un blocco e il seguente, e per quanto possibile sopra il livello del mare, lasciando immerse e protette nelle opere fondali, le sole linee di piping strettamente necessarie e ampiamente sovradimensionate in quanto a sicurezza impiantistica, progettate comunque in modo da garantire con semplici interventi negli elementi fissi, l'autonomia funzionale dei singoli blocchi.

Questa variazione appare destinata a ridurre decisamente il costo delle opere fondali, e con cio` una voce che sembra assai rilevante nel progetto attuale, consentendo di giungere a valorizzare il contenuto positivo.

Sara` da approfondire comunque l'aspetto dei costi di queste tecnologie rispetto a quelle del tutto convenzionali, richiamate negli esempi sopra citati, e consentire cosi` al progettista di puntare decisamente al miglior rapporto costi-benefici nel rispetto di fattibilita` reale, sicurezza e robustezza.

Fra le possibilita` di limitare gli investimenti, oltre alla eventuale riduzione di paratie mobili per 4500 m presso la zona industriale, si e` ritenuto fra l'altro non necessario provvedere chiuse per le imbarcazioni di diporto, pur sapendo con cio` di non consentire l'accesso a Venezia dal porto di Lido durante la chiusura dello sbarramento. A giustificazione della scelta basti considerare che la durata delle alte maree eccezionali e` solo di alcuni giorni, e che nel periodo delle alte maree (ottobre-novembre) il traffico di imbarcazioni da turismo e` praticamente assente. Il rifugio

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

alle imbarcazioni per cattivo tempo sarebbe comunque offerto dal porto di Malamocco, con possibilità di fondo in laguna (isola di Poveglia).

Potrebbe essere eventualmente introdotta una conca vinciana, invece che una porta a semplice effetto, presso il canale delle Scoasse (come accennato al punto 2). Ma tali considerazioni appaiono di scarso rilievo di fronte alla possibilità di passare a una tecnologia diversa e a un diverso disegno della soluzione.

Dalle analisi svolte per le opere della diga di spartiacque risulta infatti un costo complessivo di 216 Miliardi, suddivisi in 131 Miliardi per i 48.752 mc di calcestruzzo, e 85 Miliardi per gli 8.938 mc di paratoie (dimensioni riportate al punto 2 e computo allegato). I costi unitari conseguenti risultano rispettivamente di 2,7 Milioni/mc per il calcestruzzo e di 9,5 Milioni/mc per le paratoie complete di impianti, ed escluse le sole porte vinciane (e/o la conca alle Scoasse).

Pur considerata la rilevante differenza di condizioni per la diga di spartiacque e per le opere del porto di Lido, pare adeguato amplificare i costi unitari del 50%, e non di 3 volte circa, come risulta dalle analisi (pur sommarie) svolte per il progetto CVN. Per queste considerazioni si assumono per le opere del porto di Lido i costi unitari di 4 (=2,7x1,5) e 14,2 (=9,5x1,5) Milioni/mc, giungendo al costo di 729 Milardi, che sommati al costo della diga di spartiacque conducono per l'intero progetto alla somma di 945 Miliardi.

Diga di spartiacque	216
Canale V. Emanuele	139
Porto di Lido	729
Totale	1.084

La protezione di Venezia dall' acqua alta e dai rischi di inquinamento, la salvezza di Marghera e con essa quella sociale oltre che architettonica e urbanistica del centro storico Venezia, si otterrebbero con un impegno circa 6,4 volte minore di quello considerato dal CVN, e con dei tempi e delle certezze ben diversi.

6 - Conclusione

Dal punto di vista del contenimento dei costi si sono individuate due vie indipendenti, ed entrambe fra loro cumulabili, con ulteriore beneficio complessivo.

La prima è legata alla nuova collocazione delle opere, che ne cambia radicalmente le caratteristiche dimensionali e i problemi tecnici, e quindi il costo complessivo, pur determinato sotto l' ipotesi di identici costi per metro lineare tipico, ovvero di tecniche e tecnologie costruttive conformi al progetto CVN. Su questa base sono stati impostati i confronti del punto 3.1 e del punto 3.2, pur "migliorati" con qualche considerazione in variante relativa al minor costo della diga di spartiacque, tecnicamente molto diversa dalle chiuse del CVN.

STUDIO PER SALVARE VENEZIA DALLE ALTE MAREE E DA EVENTUALI INQUINAMENTI DI PRODOTTI PETROLIFERI

La seconda via, consentita dall' accoglimento di un impatto ambientale maggiore, ma tuttavia non troppo diverso da quello del progetto attuale, e non confrontabile con quello di opere analoghe realizzate all' estero, e' invece legata alla possibilita` di assumere tecniche piu` convenzionali e conosciute, destinate ad ottenere una riduzione dei costi al metro lineare tipico che sembra davvero notevole, e che sara` inoltre accompagnata da sicurezza, robustezza e semplicita` superiori. Sembra anche possibile inquadrare in questa seconda via il recupero dei principali contenuti innovativi del progetto attuale.

Oltre alla maggiore sicurezza delle opere singole in senso tecnico stretto, l' idea qui proposta risponde alle varie necessita` via via individuate come essenziali nel punto 1, e garantisce i vari benefici che a queste necessita` corrispondono.

Maggiore sarebbe stata l' incisivita` delle nostre argomentazioni se avessimo potuto accedere, nel breve tempo disponibile, sia ai dettagli delle stime economiche certamente predisposte per il progetto del "Consorzio Venezia Nuova", sia alle stime (o ai consuntivi) di spesa delle altre opere mobili "convenzionali" citate al punto 4.

Ci congediamo formulando l' auspicio che ci sia data l' occasione di approfondire e documentare al meglio le affermazioni fatte, avendo accesso alle informazioni gia` raccolte, e la possibilita` di offrire il nostro fattivo contributo alla soluzione del problema.

Capitano Ermenegildo MASSIMO

Dr. Ing. Nicola FERRARI

Dr. Ing. Marco VERDINA

