

Accademia Ligure di Scienze e Lettere

LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA E DELLA SUA LAGUNA

novembre 2016

$\sim 1:300'000$



territorio emerso
di formazione recente

Superficie totale 550 km^2
Cordone litoraneo sottile
3 "bocche di porto" ($800 + 400 + 400$)

Superficie specchio $\sim 400 \text{ km}^2$ ($370?$)
Con esc. marea $\sim 1 \text{ m}$ e sup. leg. attiva ($240?$)
Vol. (Scambio con laguna) $\text{marea } 240 \text{ mil. m}^3$ (max/min)
 $Q_{\text{max}} \approx 10'000 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T \approx 6 \text{ ore}$)

Perdita sedimenti: $\sim 1 \text{ mil. m}^3$
osservare curvatura pennacchi
dei getti in uscita

PORTO DI MALAMOCCHO

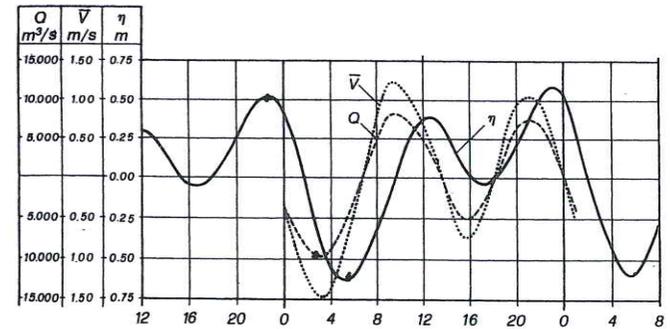


Fig. 23 - Curve tipiche di marea η (sinodico-declinazionale), di portata Q e di velocità media \bar{V} di corrente, registrata il 29/7/1969 alla Bocca di Malamocco (Venezia).

GALLIE

RIVISTA DI INFORMAZIONE, ATTUALITÀ E CULTURA DEGLI INGEGNERI DI PADOVA

Centotrentacinque



Per morfologia
 Carta inizio 1900 o fine 800
 (le bocce di Chioggia non ha i metri)
 Bocca di Lido ~ 300 (2 canali)
 Malamocco ~ 400 x 14
 Chioggia ~ 400 x 10
 Reticolo canali e banchi fusti
 profondità media 60 cm
 frange estensive barene (ancora)

**SALVAGUARDIA
 DI VENEZIA
 E DELLA SUA LAGUNA**

CORPO REALE DEL GENIO CIVILE
 UFFICIO DI VENEZIA
Laguna Venezia
 (1:15.000)

Spedizione in abbonamento postale 45%, art. 2, comma 20/b, legge 662/96, Filiale di Padova. N. 135, Gennaio 2001, Anno XIII. Copia omaggio. In caso di mancato receipto restituire a: Queen's Srl, Via Zabarella 14/6, 35121 Padova. ISSN 1122-9160. Contiene IP e IR.

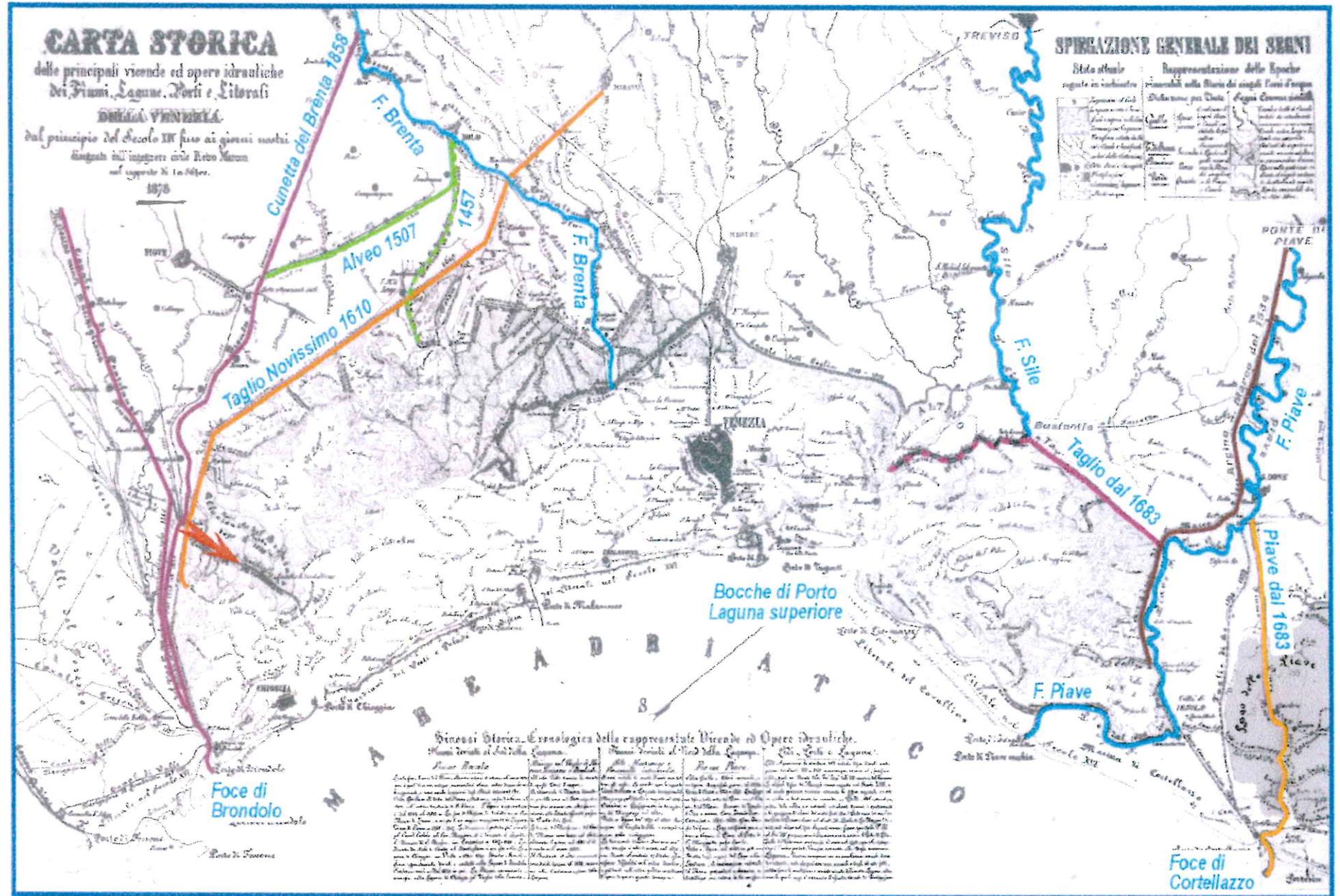
ANTICA LAGUNA

DI VENEZIA

ante 1400



La successione degli interventi effettuati, con la sequenza di successi alternati a non pochi insuccessi, testimonia la complessità della risposta morfodinamica dei sistemi idrici a significative variazioni degli apporti solidi, una riflessione di qualche rilevanza per chi oggi propone tentativi di ripristino di assetti antichi della Laguna.



Salvaguardia Venezia

le zone più basse, che sono generalmente quelle più antiche e preziose, subiscono, oggi, durante l'inverno, allagamenti quasi quotidiani, restando sempre presente la minaccia che un evento catastrofico come quello del 1966 possa ripetersi.

Si ricorda che all'inizio del ventesimo secolo Piazza San Marco – che è la zona più bassa di Venezia: da +0,70 a +0,90 m rispetto a Punta della Salute – era allagata una decina di volte l'anno; alla fine del secolo il fenomeno ha avuto ricorrenza di un centinaio di volte!

Venezia, nei prossimi 100 anni, potrebbe trovarsi ad una quota più bassa, rispetto a quella odierna, di 20 centimetri circa (esistono anche scenari più ottimistici, con un abbassamento trascurabile, e più pessimistici, di ben oltre 20 centimetri).

Salvag. laguna

• L'intero fondo lagunare, oltre ad abbassarsi, si appiattisce: per effetto dell'erosione e perché è stato da tempo praticamente estinto, in particolare con l'estromissione "storica" dei fiumi più importanti dalla laguna, l'apporto di sedimenti.

Cronistoria del progetto

L'iter del progetto per la difesa di Venezia dalle acque alte è emblematico e induce a riflessioni sul comportamento degli organi decisionali ai quali devono essere almeno attribuite un'inadeguata attenzione alla gravità del problema e l'aver ignorato l'esigenza di non procrastinare la realizzazione di difese attive, come un sistema di paratoie (accompagnate da difese passive: le cosiddette "insulae").

Allo scopo di ricordare e riconoscere il lavoro pregresso e per fissare l'inizio della cronistoria è necessario risalire ad almeno 36 anni orsono ...

Con un decreto interministeriale del 24 giugno 1966, il Ministero dei Lavori Pubblici costituì un Comitato di Studio dei provvedimenti a difesa della città di Venezia ed a salvaguardia dei suoi caratteri ambientali e monumentali.

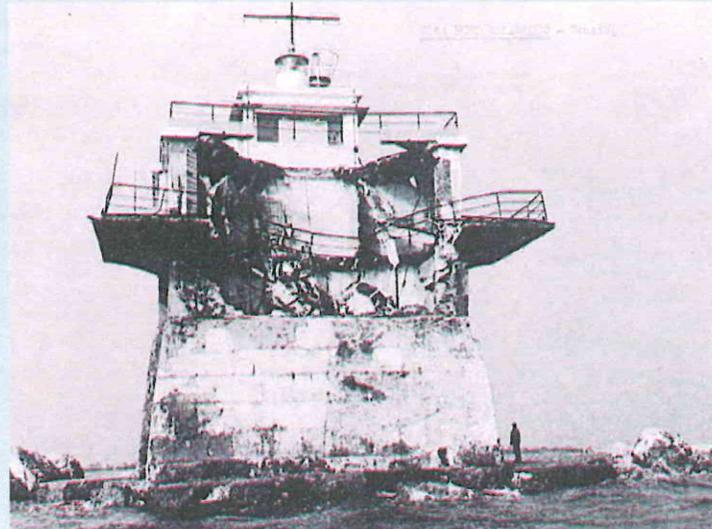
Con legge 6 agosto 1966 n.652, fu autorizzata la spesa per le indagini da svolgersi dal Comitato e,

La protezione del litorale della laguna di Venezia. Un caso di studio

L'EVENTO DEL 4 NOVEMBRE 1966: I DANNI



Acqua alta a Piazza San Marco

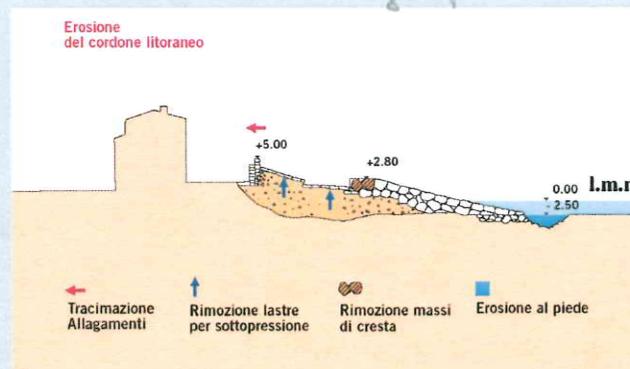


Danni alla diga foranea ed al faro di Malamocco



Le tracimazioni a Pellestrina

“Acqua Alta” +194 cm su Punta Salute
(zero mareografico di riferimento per la città di Venezia) ad es. S. Marco
zero mareografico della Rete Alt. Stato 1897 +75 cm P.S.



La formazione di breccie lungo i murazzi

the Lido mouth. Therefore it has always been subject to floods, known by the name of "acque alte" (high waters), caused by the spreading out into the Lagoon of unusually high tides.

The ordinary Adriatic tides (Tenani, 1935; Polli, 1959; Defont, 1961) are of an astronomic nature and have a fairly small amplitude, around 0.60 m with a maximum of 0.90 m at the northern end of the Adriatic during the syzigial period. To the astronomic tide, characterized by a mean period of 12 hours and a secondary period of 24 hours, can be added the effect of atmospheric phenomena such as winds and low pressure. We can maintain that the action of the "sirocco", a southern wind, alone can cause a rise in the sea-level of as much as 0.90 m in exceptional conditions. A further factor in the increase of the maximum levels is represented by the seiche of the Adriatic around a transversal axis. These factors, when they act together, create tides of exceptional height and a non-periodic form, such as that illustrated in Fig. 12 which relates to the 1966 disaster.

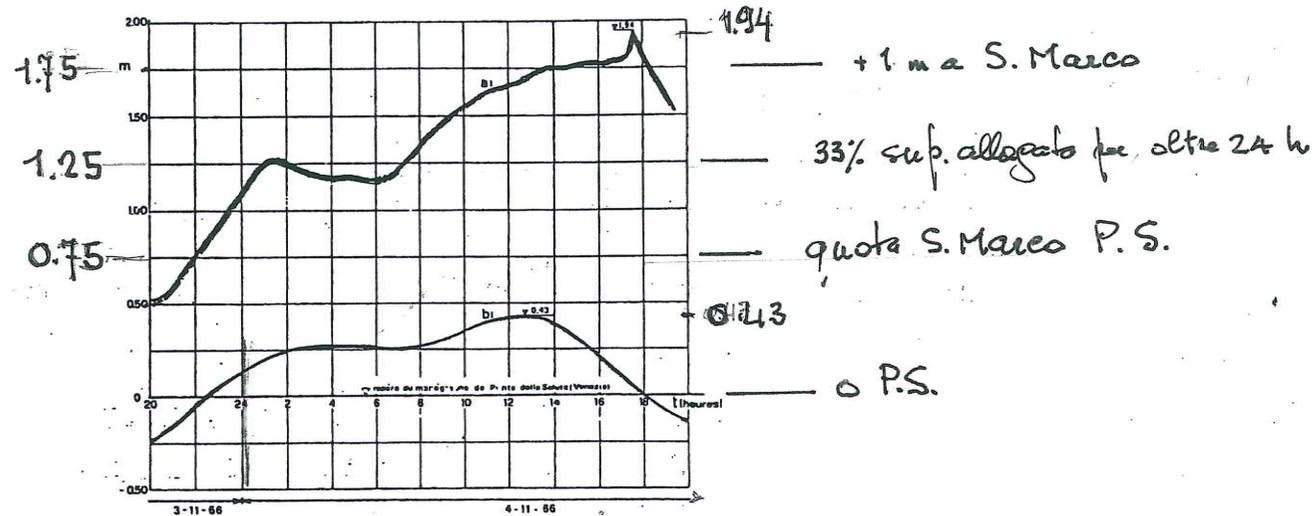


Figure 12. Exceptionally high tide of 1966: a) measured level, b) astronomic forecast.

The tides enter the Lagoon through the three mouths and mainly propagate through a ramified system of submerged channels. The tidal elevations in Venice are usually referred to the tide gauge at Punta della Salute, on which the zero mark is still anchored to the mean level of the sea in 1897 (Comune di Venezia, Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, CNR). The "acque alte" start at the 0.70 m mark, when water appears in St. Mark's Square, and so far have reached a maximum of 1.94 m in November 1966.

Salvaguardare la laguna

Confronto fra la prima batimetria della laguna (1810) e la batimetria attuale. La carta fa parte di uno studio delle trasformazioni morfologiche avvenute in laguna negli ultimi duecento anni.

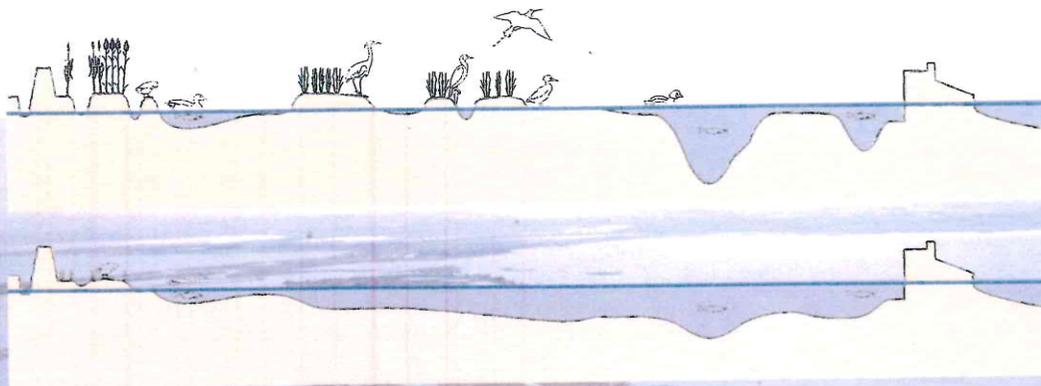


«L'intero fondo lagunare si appiattisce»

Terraferma

Laguna

Mare



La laguna si sta trasformando in un braccio di mare. Oggi la perdita dei sedimenti in laguna è stimata in più di un milione di metri cubi l'anno. Al deficit di sedimenti si cumula inoltre l'effetto della loro redistribuzione interna, che provoca l'interramento della rete dei canali.

Casse di colmata prima e dopo gli interventi. Le casse di colmata sono vasti interrimenti di parti dello specchio lagunare, predisposti negli anni Sessanta per un'ulteriore espansione della zona industriale di Porto Marghera, espansione che non ebbe luogo. Nelle colmate (foto piccole al centro) sono stati creati canali e ghebi al fine di migliorare il ricambio idrico nelle zone retrostanti e di ripristinare la fisionomia di un'area umida. Nella foto del 1996 sono visibili le barene appena ricostruite con il materiale ricavato dalla ricaltibratura dei canali e dei ghebi.

Barene

1930 = 72 km²

1990 = 47 km²

1900 = 115 km²

Barena in erosione.



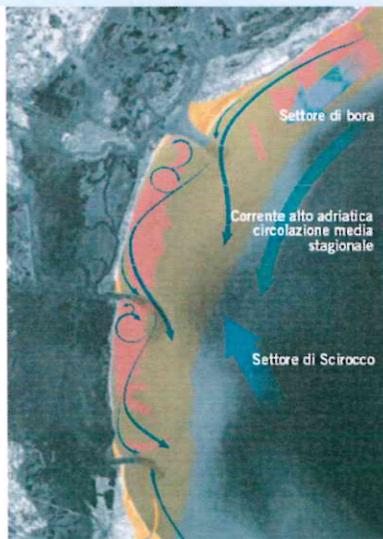


LO STATO DEI LITORALI PRIMA DEGLI INTERVENTI

Il litorale, lungo circa 60 km, si era fatto sottile e fragile a causa dell'assenza di apporti fluviali a partire dalla diversione del fiume Po a Porto Viro (1602), seguito dalla costruzione dei moli foranei alle bocche di porto (Lido 1882 – 1910, Malamocco 1840 – 1856 e Chioggia 1910 – 1934), la realizzazione degli invasi idroelettrici nell'era del "carbone bianco" a cui poi si sono aggiunti gli effetti della crescita del livello dei mari, la subsidenza ed i processi erosivi locali indotti dai "murazzi" stessi, che erano stati eretti dallo Zendrini a partire dal 1740 e poi continuamente rinforzati con armature al piede, sopraelevazioni e più recentemente con diaframature e pali di ancoraggio. Soprattutto lungo il litorale di Pellestrina l'insieme dei fenomeni aveva determinato il generale arretramento della linea di costa e la scomparsa del cordone di dune che costituiva un'ulteriore difesa dei territori e degli abitati retrostanti

Erosione del cordone litoraneo

-  ripascimento di spiaggia (1886-1950)
-  erosione di spiaggia
-  ripascimento dei fondali (1886-1950)
-  erosione dei fondali
-  corrente ripascente principale
-  correnti secondarie di riva
-  tributari fluviali



Effetto dei moli sulle correnti costiere

Pellestrina: il litorale prima dell'intervento

PROVVEDIMENTI PER LA SALVAGUARDIA DELLA LAGUNA

Recupero morfologico



Ricalibratura di canali, ricostruzione di velme e barene, difesa delle sponde delle isole minori. La ricchezza e la complessità morfologica dell'ecosistema lagunare vanno via via scomparendo per effetto di una serie di fattori che si alimentano tra loro. Erosione, acque alte, moto ondoso, stanno gradualmente trasformando la laguna per cui essa perde le sue caratteristiche fisiche di zona umida e assume invece quelle, semplificate e indifferenziate, dell'ambiente marino. Per far fronte a queste dinamiche e contrastare questi processi si sta realizzando un articolato programma di interventi che va dalla ricalibratura di canali lagunari, alla ricostruzione e alla protezione di velme e barene; dalla stabilizzazione e dal sovrizzo dei fondali al ripristino delle sponde delle isole minori. Obiettivo principale di questi interventi è ripristinare le funzioni ambientali, idrodinamiche e naturalistiche dei singoli elementi morfologici, concorrendo a un complessivo riequilibrio del sistema laguna.

Miglioramento della qualità di acque e sedimenti



Messa in sicurezza di siti inquinati in laguna e a porto Marghera, risanamento di fondali lagunari, raccolta di macroalghe. Gli interventi di competenza del Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova hanno come obiettivo il miglioramento della qualità delle acque e dei sedimenti in laguna. Ciò significa, essenzialmente, contrastare la dispersione di contaminanti dalle discariche che in passato venivano utilizzate per smaltire rifiuti di diversa origine; risanare i canali di porto Marghera (fondali e sponde) dai residui delle lavorazioni industriali di un tempo; sperimentare tecniche di risanamento dei fondali lagunari per bloccare il rilascio di inquinanti via via accumulatisi; eseguire periodiche raccolte di macroalghe per prevenire il rischio di crisi ambientali dovute alla loro proliferazione.

Difesa dalle mareggiate



Rinforzo dei litorali Da nord a sud, lo spartiacque tra l'Adriatico e la laguna, è definito dai litorali di Jesolo, Cavallino, Lido, Pellestrina, Sottomarina e Isola Verde: una striscia di terra lunga 60 km. Prima difesa della laguna dalle mareggiate, i litorali hanno parzialmente perduto, nel corso del tempo, la loro funzione. Onde e correnti, oltre a una serie di altri fattori quale il generale abbassamento del suolo, hanno progressivamente eroso le spiagge, riducendone l'ampiezza o addirittura cancellandole. Questi problemi sono stati affrontati con un articolato piano di interventi che comprende, a seconda dei casi, la creazione di nuove spiagge o l'ampliamento di quelle esistenti, la costruzione o il rinforzo di argini "paraonde", il restauro delle antiche difese (i murazzi); il ripristino, ove possibile, del cordone di dune. Questo sistema di interventi, lato mare, si integra con il programma di opere in corso, lato laguna, per la difesa locale degli abitati del litorale dalle alte maree.



Ristrutturazione dei moli foranei alle bocche di porto. Gli interventi hanno avuto l'obiettivo di consolidare e ripristinare la stabilità dei moli contrastando in modo definitivo un lungo processo di degrado che i passati interventi di manutenzione ordinaria avevano fronteggiato per quanto riguarda i dissesti più immediati, senza però eliminarne le cause.

**Progetti
e interventi
speciali**



Studi e progetti di fattibilità per l'allontanamento del traffico petrolifero dalla laguna. Il rischio costituito dalle petroliere in laguna è relevantissimo e può provocare una catastrofe nel bacino lagunare, nei centri abitati e sulle spiagge. I sistemi di sicurezza attuali sono di buon livello, ma è indispensabile escludere dalla laguna i trasporti e le produzioni pericolose.



Sentiero luminoso. È stato creato un percorso illuminato e attrezzato lungo il canale dei Petroli per facilitare l'ingresso delle navi in laguna di notte e con nebbia.



Riapertura delle valli da pesca. La riapertura di queste aree all'espansione della marea è irrilevante sulla riduzione dei livelli dell'acqua alta a Chioggia e a Venezia, mentre se attuata in modo regolamentato, può contribuire al miglioramento della qualità ambientale e della vivacità idrodinamica locale.



Pellestrina la nuova spiaggia



Innanzitutto, il Comitato di indirizzo,
coordinamento e controllo ex articolo 4 della legge

di impatto ambientale che dovranno concludersi
entro il 31 ottobre 1996. Gli esperti



Litorale di Pellestrina. La nuova spiaggia fin ad ora costruita.

La protezione del litorale della laguna di Venezia. Un caso di studio

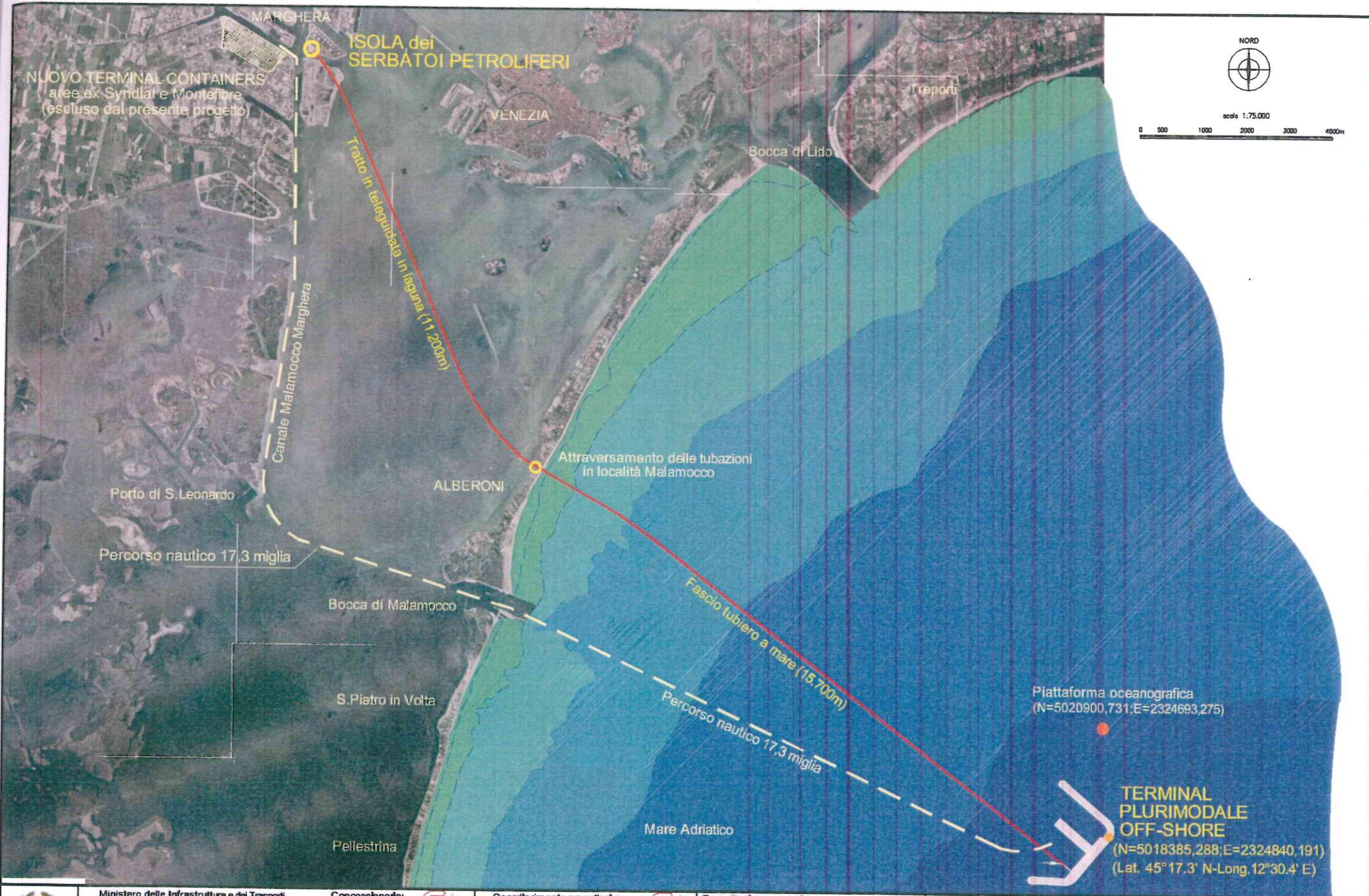
GLI INTERVENTI REALIZZATI: IL VALORE AMBIENTALE



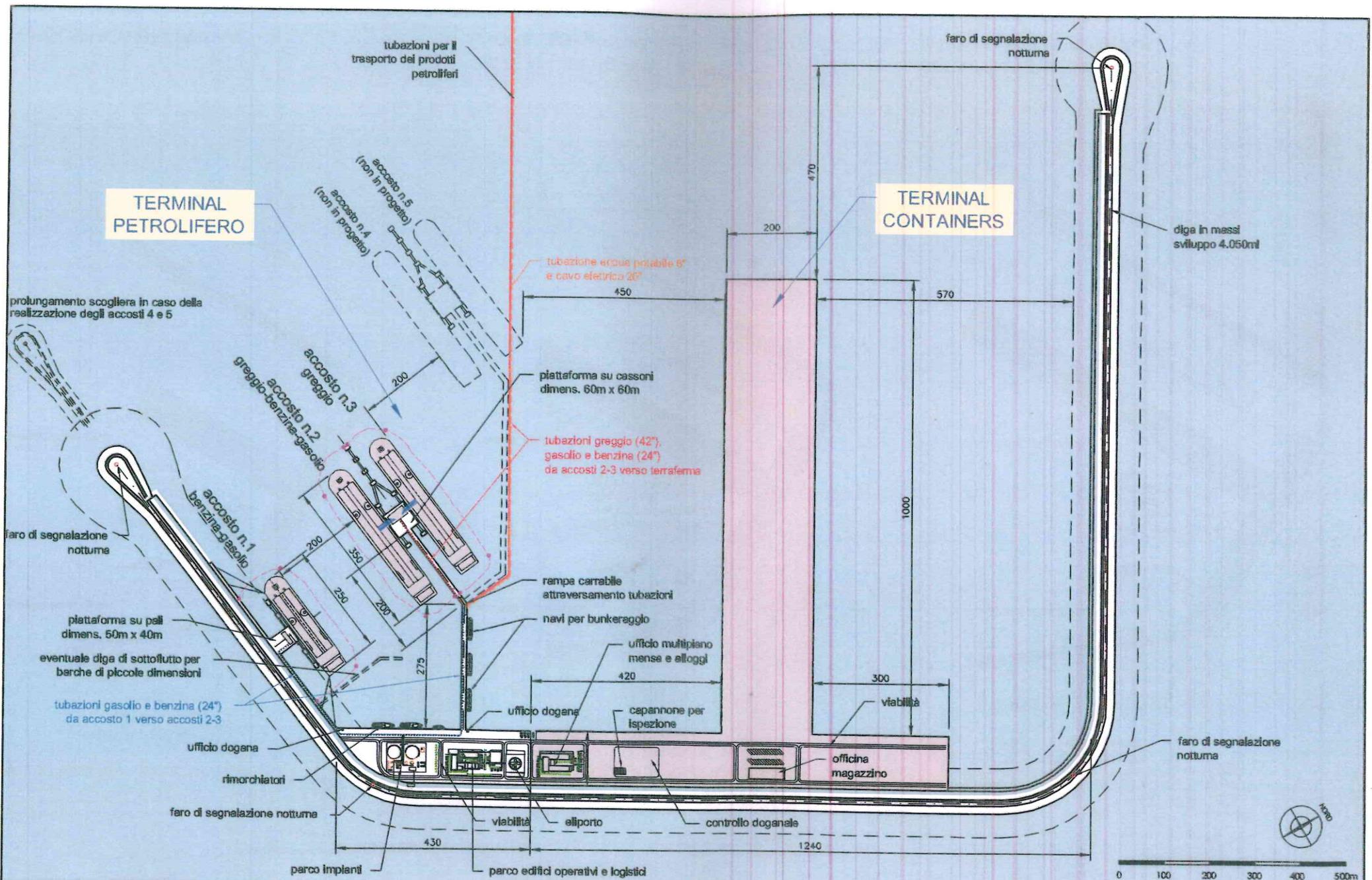
Litorale di Cavallino: le nuove dune (a sinistra) e le passerelle (a destra) per attraversarle senza danneggiare la vegetazione.



Pellestrina: una cella del litorale dopo dell'intervento e suo valore ambientale



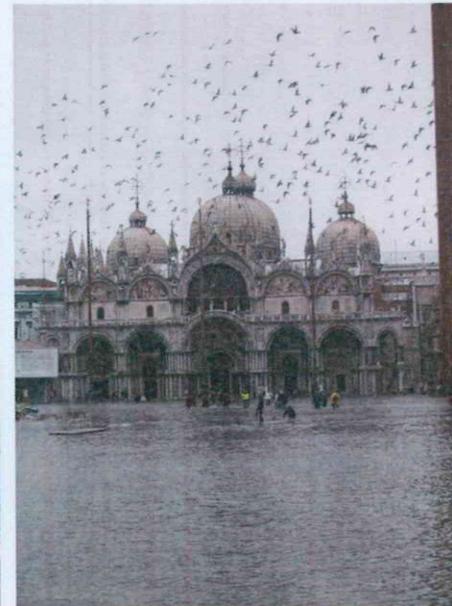
 <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti MAGISTRATO ALLE ACQUE Nuovi interventi per la salvaguardia di Venezia</p>	<p>Concessionario: Consorzio Venezia Nuova</p> 	<p>Coordinamento progettazione: Ing. M. Brotto Consorzio Venezia Nuova</p> 	<p>Progettazione generale: Ing. P. Rossetto Thetis S.p.a.</p>	<p>Ing. G. Zoletto Ing. E. Mantovani S.p.a.</p>	<p>Progettazione Ambientale e Implantistica: Ing. P. Rossetto</p> 	<p>Progettazione Infrastrutture Ing. G. Zoletto</p>  



<p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti MAGISTRATO ALLE ACQUE Nuovi interventi per la salvaguardia di Venezia</p>	<p>Concessionario: Consorzio Venezia Nuova</p>	<p>Coordinamento progettazione: Ing. M. Broto Consorzio Venezia Nuova</p>	<p>Progettazione generale: Ing. P. Rossetto Thetis S.p.a.</p>	<p>Ing. G. Zoletto Ing. E. Mantovani S.p.a.</p>	<p>Progettazione Ambientale e Impiantistica: Ing. P. Rossetto</p>	<p>Progettazione Infrastrutture Ing. G. Zoletto</p>

La protezione del litorale della laguna di Venezia. Un caso di studio

ACQUA ALTA A VENEZIA



1. Punta Salute (Canal Grande)

Coordinate Geografiche (Rete GPS2000)

Latitudine 45° 25' 51.45309" N

Longitudine 12° 20' 13.38616" E

Altezza del caposaldo: 2.56 m

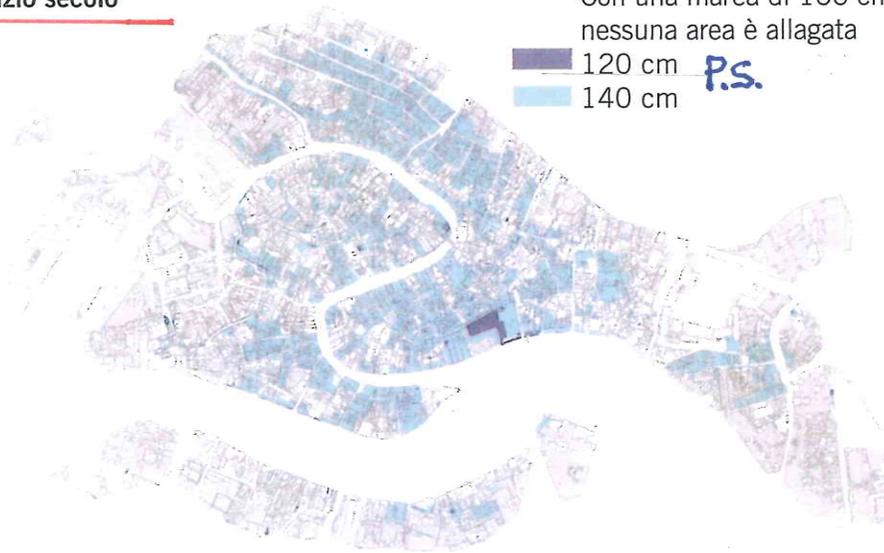


Stazione di Punta Salute Canal Grande

Inizio secolo

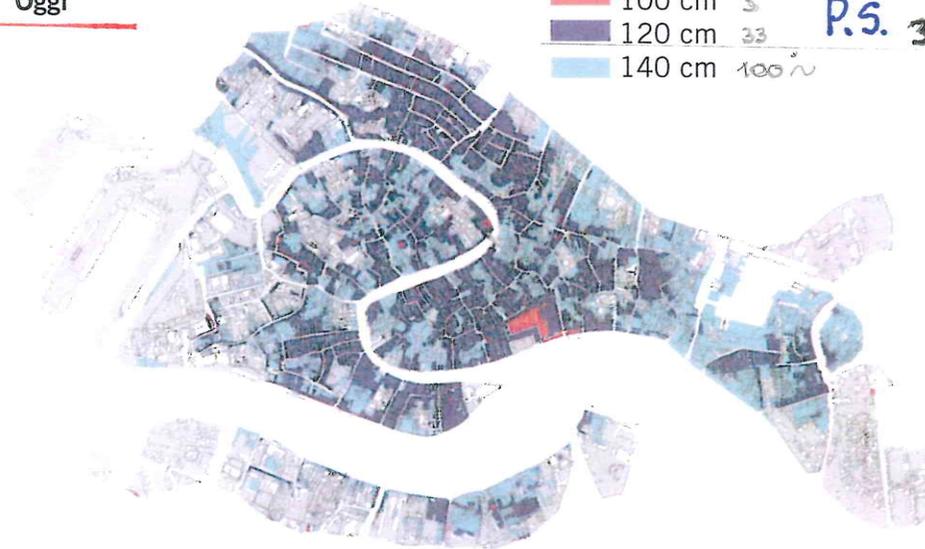
Con una marea di 100 cm nessuna area è allagata

120 cm P.S.
140 cm



Oggi

100 cm 5%
120 cm 33% P.S. 33%
140 cm 100%



S. ERASMO

Table 2 shows the percentages of the flooded city which correspond to the various levels:

Tab. 2

Tide elevation at Punta della Salute	Flooding of the city
1.0 m	5%
1.1 m	15%
1.2 m	33%
1.3 m	62%
1.4 m	almost complete

A review of the highest tidal levels at Punta della Salute in Venice reveals a notable increase both in value and, above all, in the frequency of each level during this century.

Fig. 13 shows a tidal frequency curve at Venice in the decade 1975-1984 (Consorzio Venezia Nuova, 1989). Note that the 1.20 m mark, which until the last century was rarely reached (once every two or three years), has now been attained or surpassed twice every year. This worsening situation culminated in November 1966 when the highest tide in living memory covered St. Mark's Square with more than a meter of dirty water (Dorigo, 1969).

The causes of these changing phenomena, that seriously threaten the very survival of Venice, are to be found in three different factors (Ghetti et al., 1983):

- i) the eustasy, that is the rise in the mean sea-level;
- ii) the subsidence of the Lagoon territory and, particularly, the sinking of Venice;
- iii) the increase of the tidal amplitude in the Lagoon.

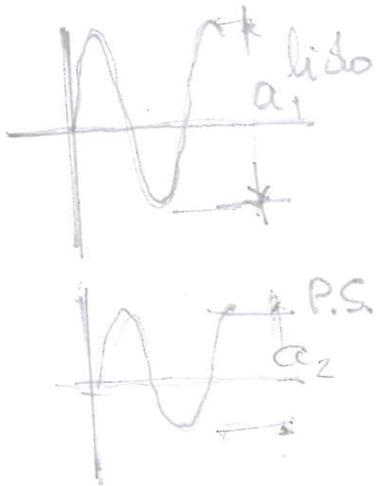
The aforesaid factors have various origins and different weights in the context of the phenomena being considered.

Freq. media volte/anno

P.S.	1926	2005
70	15	100
80	5	50
90	3	25
100	1	8
110	0.5	3.5
120	0.2	1.5



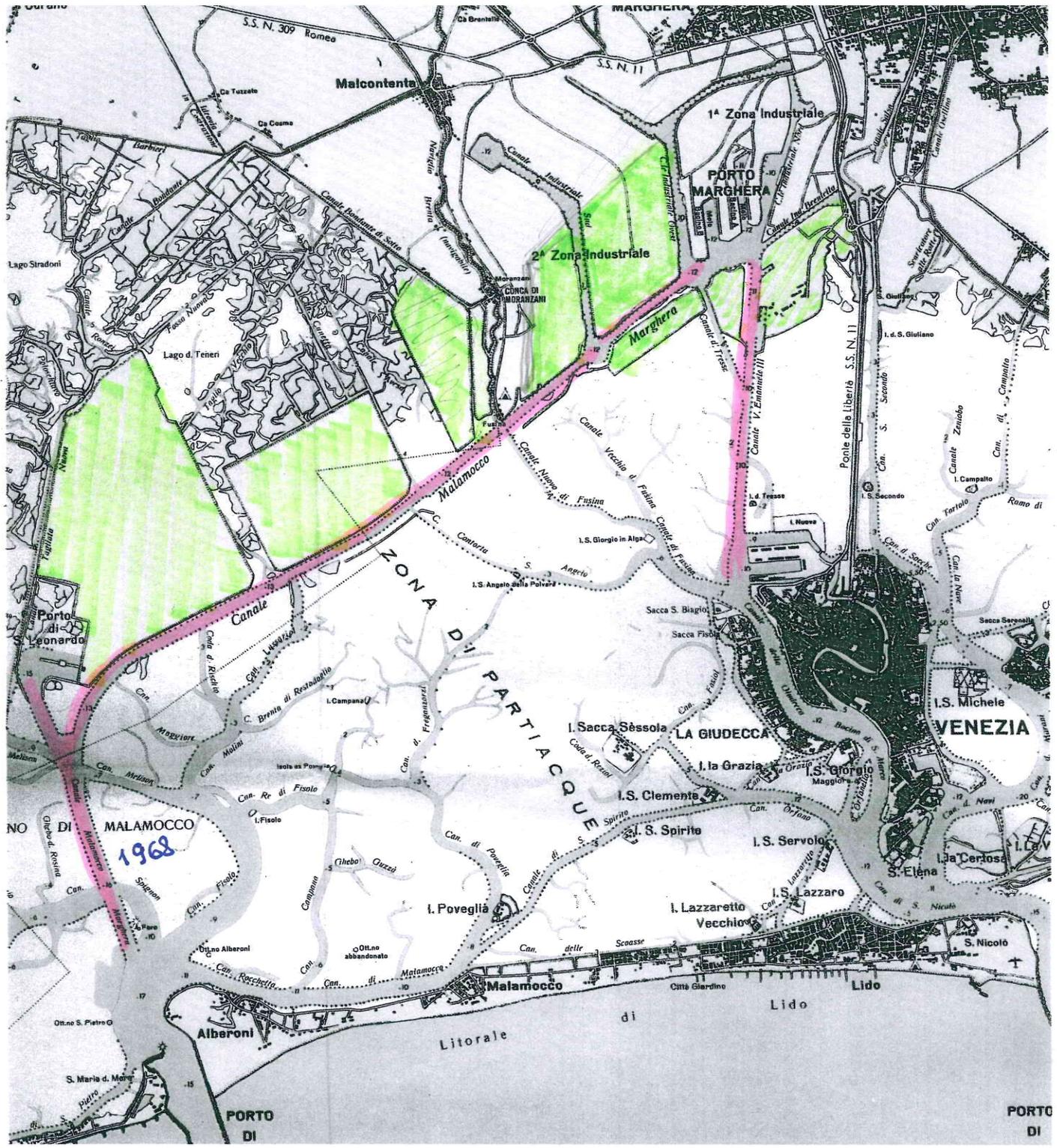
Stazione di Punta Salute Canal Grande



$$a_2/a_1$$

0.98 df-1920

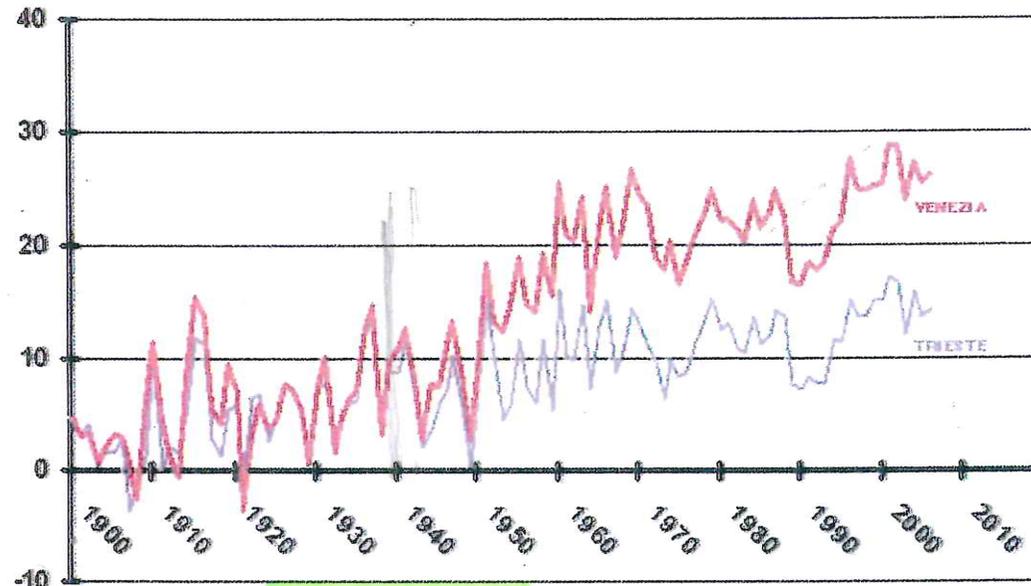
1.01 dof-1968



circa 5 cm.

Entrambi questi fenomeni geologici hanno contribuito a far variare nel tempo il livello medio del mare, che attualmente è circa 25 cm più alto di quello del 1897.

Il grafico sottostante rappresenta la variazione del livello del mare a Venezia e a Trieste. Fino agli anni '40 le curve erano coincidenti, dal 1930 al 1970 si evidenzia una crescita anomala del mare a Venezia corrispondente alla subsidenza antropica.



Andamento del **livello medio mare** a Venezia e Trieste.

Dati di Trieste da ISMAR-CNR di Trieste. Dati di Venezia: 1890-1922 da fonti varie; 1923-1982 archivio Apat; 1983-2005 archivio ICPSM.

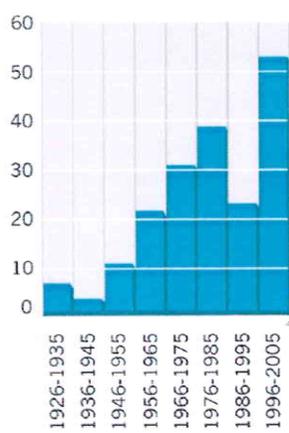
La protezione del litorale della laguna di Venezia. Un caso di studio

L'EVENTO DEL 4 NOVEMBRE 1966: I MOTIVI

Aumento della frequenza delle acque alte a Venezia dal 1926 al 2005
(numero eventi maggiori o uguali a 110 cm, per decennio)

I dieci più alti livelli di marea registrati a Venezia dal 1926 a oggi
(livelli di marea in cm)

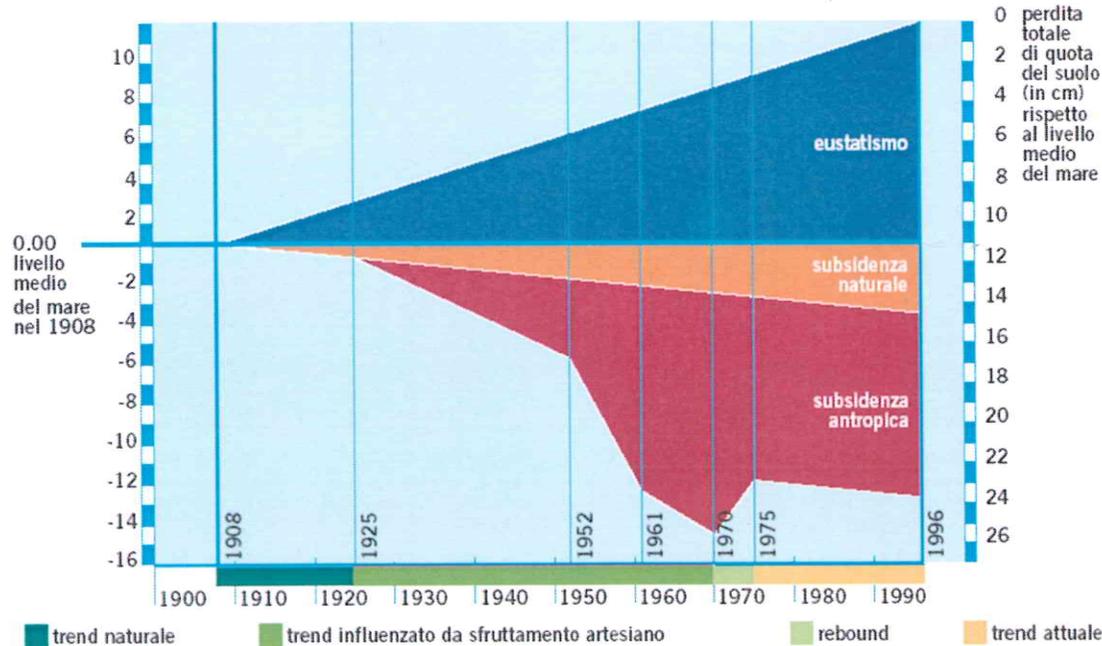
*no eventi / 10y
≥ 110 cm P.S.*



16 novembre 2002	147
6 novembre 2000	144
8 dicembre 1992	142
1 febbraio 1986	159
22 dicembre 1979	166
14 febbraio 1979	140
3 novembre 1968	144
4 novembre 1966	194
15 ottobre 1960	145
12 novembre 1951	151

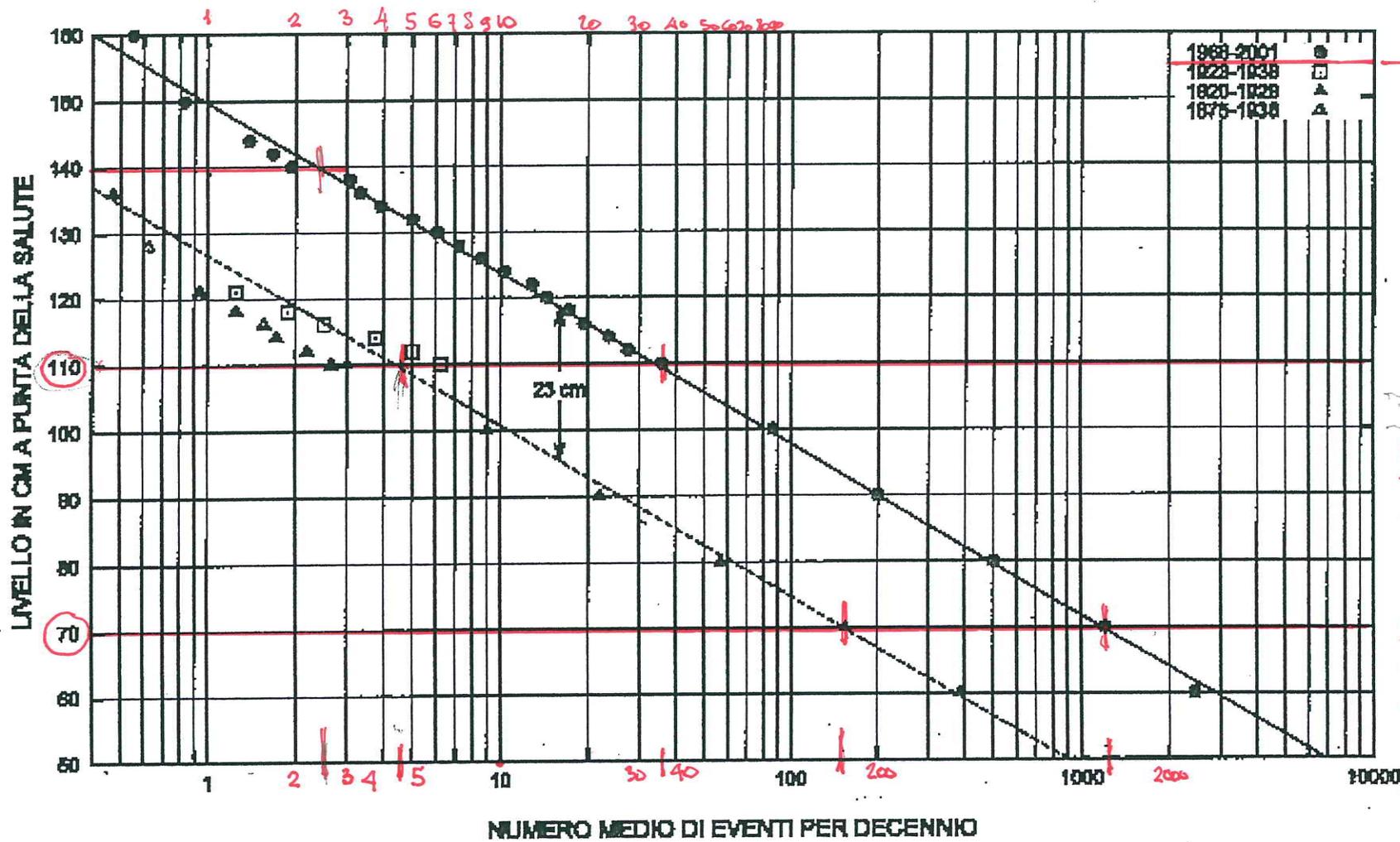
<i>1/12/2008</i>	<i>156</i>
<i>23/12/2009</i>	<i>144</i>
<i>25/12/2009</i>	<i>145</i>
<i>24/12/2010</i>	<i>144</i>
<i>1/11/2012</i>	<i>143</i>
<i>11/11/2012</i>	<i>149</i>
<i>11/2/2013</i>	<i>143</i>

max marea ↗



dal 1910 al 1990
Subs. 12 cm (14 - 2 per ri/press.)
eust. 11 cm
23 cm

Subs nat 0.4 mm/y (4 cm/secolo)
eustat. 1,27 " (13 cm/secolo)
17 cm/secolo



P.S.

140 → 100%

110 → 15%

70 →

23 cm

S. Marco

70 cm P.S. intero

15 volte anno prima più di 100 ore

110 cm P.S. 15%

4 ÷ 5 volte ogni 10 anni

30 ÷ 40 volte ora

140 cm P.S. ~ 100%

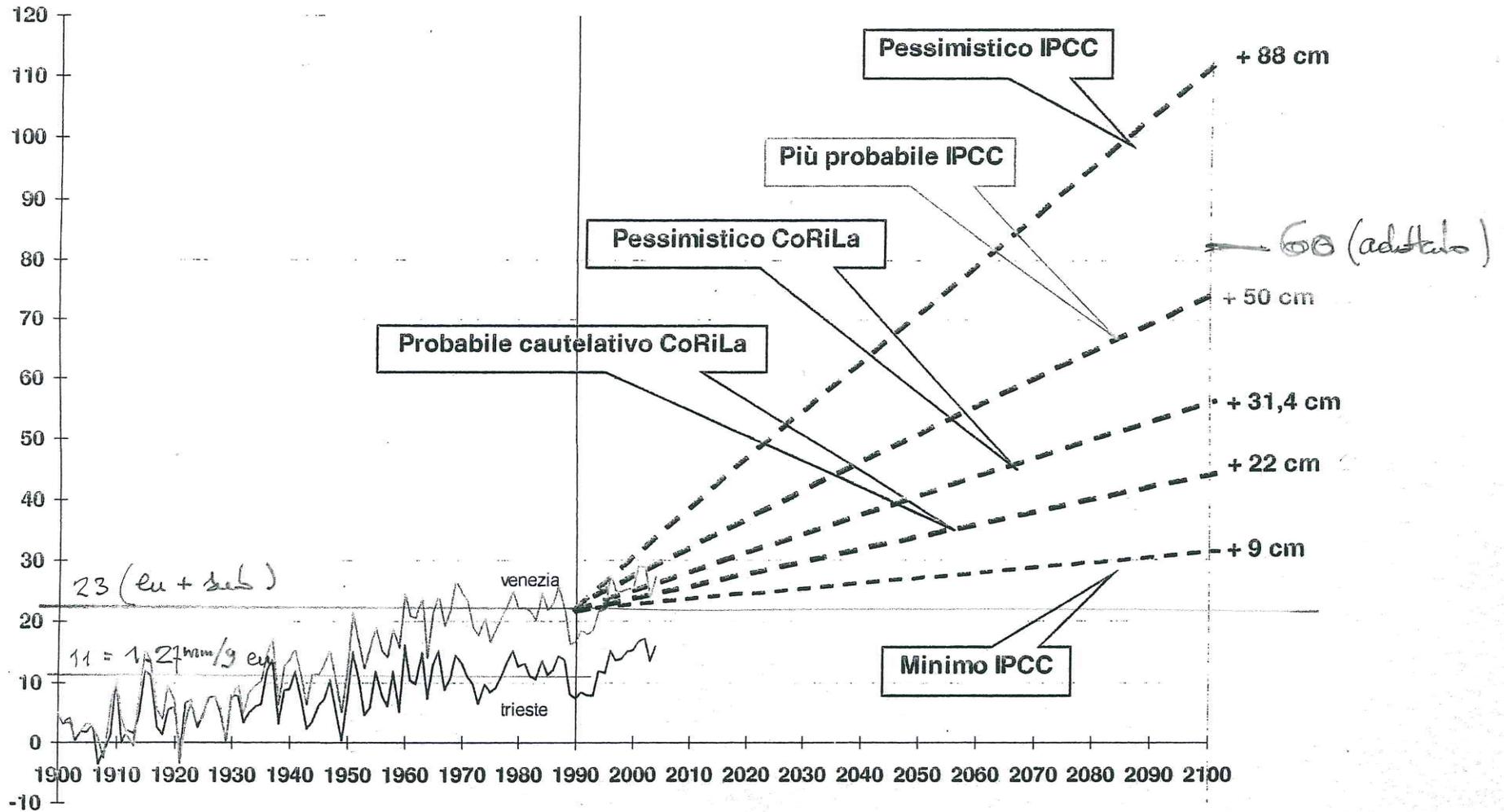
massimo prima

2 ÷ 3 volte ogni 10 anni ora

Fig. 5 - La retta tratteggiata è parallela alla interpolare del grafico di fig.4, abbassata di 23 cm. Sono indicati, inoltre, i punti rappresentativi delle frequenze medie di superamento dei diversi livelli di marea nei periodi indicati nella didascalia.

Andamento livello medio annuo del mare a Venezia e previsione di scenari futuri (IPCC2001 e CoRiLa)

$\pm 1^{\circ} \rightarrow \pm 2m$ lvo mare



Lagenna 180 cm! (1950 → 80)



Chioggia

Bocca di porto di Chioggia

Venezia

Bocca di porto di Malamocco

Bocca di porto di Lido

Provvedimenti possibili per la protezione di Venezia dalle acque alte

Condizioni: sufficiente scambio mare-laguna
navigabilità
non erosione del fondo e modifiche morfologiche
aspetti paesaggistici

Soluzioni : riduzione larghezza bocche con opere fisse
barriere mobili di chiusura delle bocche

riduzione larghezza bocche: facili da eseguire
inefficaci per maree meteo prolungate
difficoltà per la navigazione
forti effetti erosivi
forte influenza scambio mare-laguna
condizionate da gradiente marea

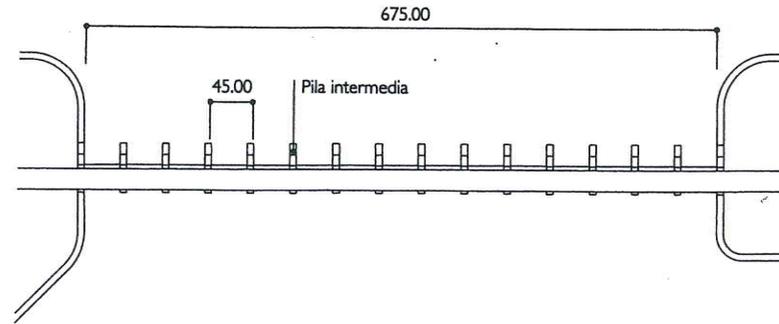
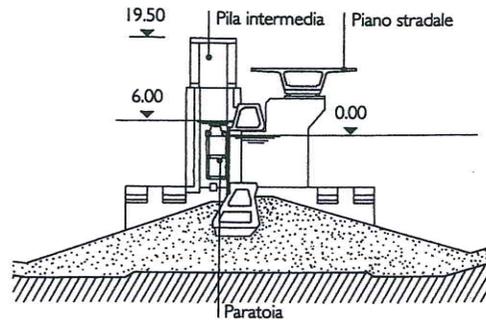
barriere mobili alle bocche : difficoltà esecutiva
difficoltà previsione marea
poco influenti sullo scambio mare-laguna
difficoltà sporadica per la navigazione

Scelta : **barriere mobili alle bocche**

Condizioni sulla scelta : nessun restringimento delle bocche
minimizzazione delle opere in vista
rapidità di intervento
conche di navigazione

Fiume Schelda
(paratoie mobili a scorrimento verticale)

1

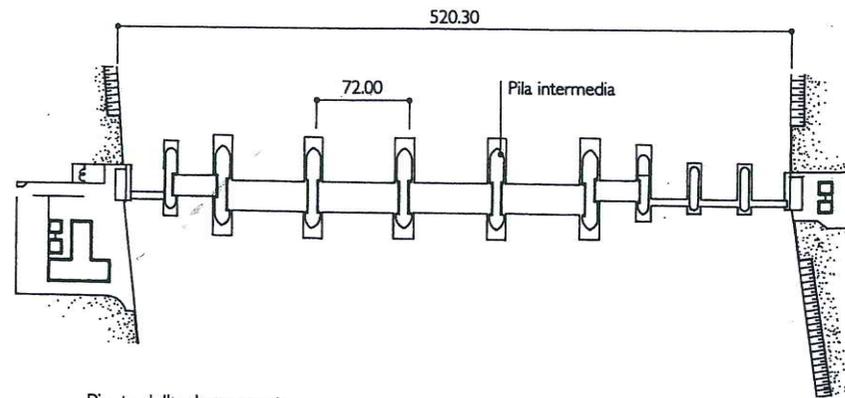
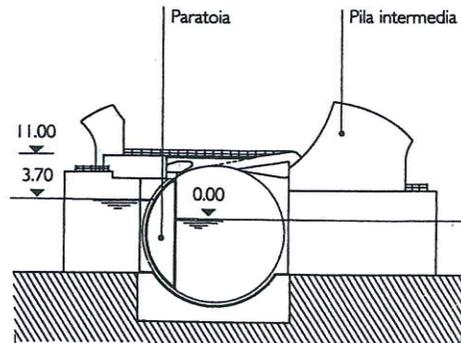


Sezione trasversale

Pianta dello sbarramento

Fiume Tamigi
(paratoie a settore)

2

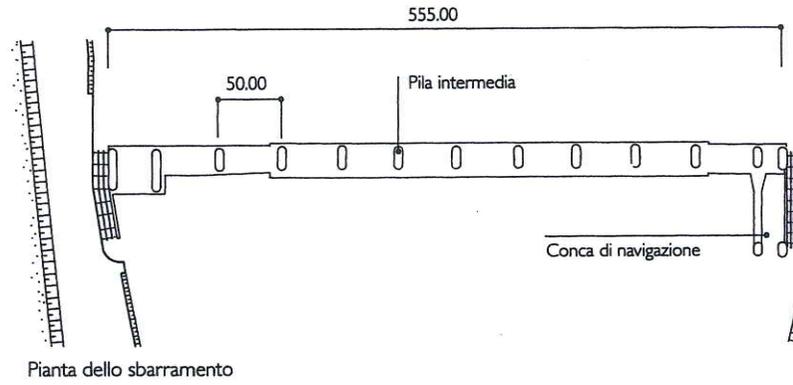
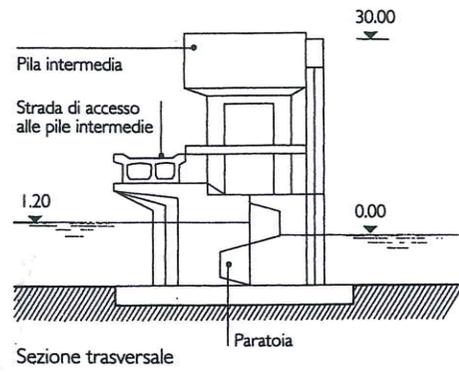


Sezione trasversale

Pianta dello sbarramento

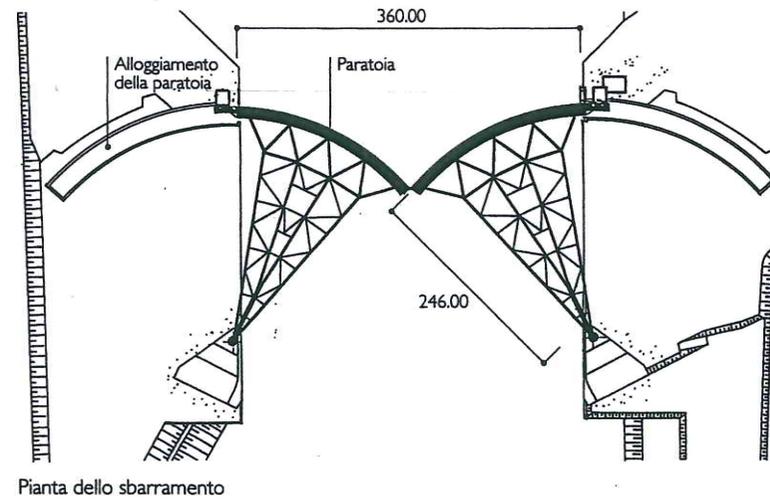
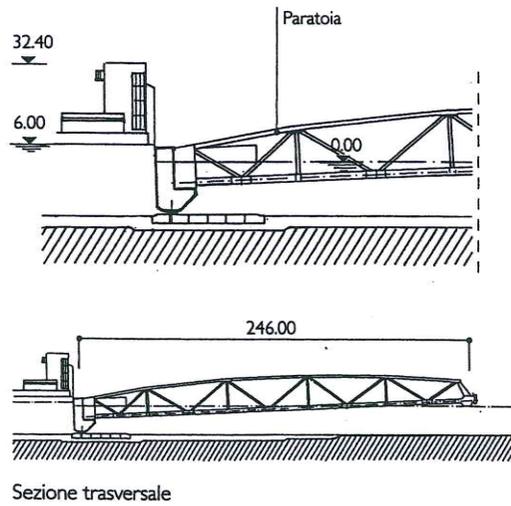
Fiume Nagara
(paratoie a scorrimento verticale)

3



Canale d'accesso al porto di Rotterdam
(paratoie a settore con scorrimento orizzontale)

5



*tempi di manovra
di alcune ore*

Alcune tappe burocratiche

Nel giugno 1966 il MLP costituì Comitato di Studio dei provvedimenti a difesa della città di Venezia ed a salvaguardia dei suoi caratteri ambientali e monumentali (le relazioni furono consegnate nel 73)

171/73 legge che ha autorizzato il Governo a prendere azioni immediate per la salvaguardia

agosto 1975 Appalto Concorso internazionale, senza esito operativo ma con idee

1979 incarico a Esperti “per abbattere le acque alte nei centri storici e assicurare il riequilibrio ambientale della laguna” (progettone): approvato (con prescrizioni di indagini e sperimentazioni)

798/84 istituzione del Concessionario (CVN) e del “Comitatone”

1989 MAV+CVN completano il progetto di massima REA (Riequilibrio E Ambiente)

139/92 legge che introduce il controllo dei finanziamenti da parte del Comitato

1993 Peer Review Team e Panel danno parere favorevole al REA

luglio 1998 il Collegio Internazionale dà parere favorevole sulla VIA al Consiglio dei Ministri

La progettazione definitiva può essere portata a termine

PROVVEDIMENTI PER LA SAVAGUARDIA DI VENEZIA DALLA ACQUE ALTE

Difesa dalle acque alte



Opere mobili alle bocche di porto. Le opere mobili sono costituite da schiere di paratoie installate sul fondale delle bocche di porto. Si definiscono mobili poiché, in condizioni normali di marea sono piene d'acqua e restano adagiate nelle strutture di alloggiamento realizzate sul fondo (ciascuna paratoia è vincolata da cerniere alla struttura di alloggiamento). Quando invece sono previste maree superiori a + 110 cm sul mareografo di Punta della Salute, le paratoie vengono svuotate dall'acqua mediante immissione di aria compressa e si sollevano, ruotando attorno all'asse delle cerniere, fino ad emergere. In questo modo si è in grado di isolare temporaneamente la laguna dal mare, bloccando il flusso della marea. Le bocche restano chiuse per la sola durata dell'acqua alta e per i tempi di manovra delle paratoie (in media 4,5 ore complessivamente). Le opere mobili si integrano con gli interventi di difesa locale dagli allagamenti, nei centri abitati lagunari.



Difese locali. Le difese locali si attuano "rialzando" le rive e le pavimentazioni pubbliche e comportano complessi interventi per evitare la filtrazione dell'acqua dal sottosuolo e il rigurgito dai tombini; la messa a riparo dagli allagamenti delle unità immobiliari al piano terra; l'adeguamento del sistema di smaltimento delle acque reflue; la riorganizzazione della rete dei sottoservizi. Questo tipo di interventi ha limiti precisi, oltre ai quali non è possibile procedere, dettati dai contesti urbanistici, architettonici e monumentali delle singole aree. Le difese locali vengono così integrate dalle opere mobili.

Aprile 2003: posa (simbolica) della prima pietra

Avanzamento lavori

Configurazione della bocca di porto di Lido con le opere del Mose

1. Porto rifugio con conca di navigazione per piccole imbarcazioni;
2. Spalla;
3. Barriera nord (Lido - Treporti);
4. Nuova isola tra le schiere di paratoie;
5. Barriera sud (Lido - San Nicolò);
6. Spalla e moto sud rinforzato;
7. Scogliera



Configurazione della bocca di porto di Malamocco con le opere del Mose

1. Spalla nord;
2. Barriera;
3. Spalla sud;
4. Conca di navigazione per le grandi navi;
5. Scogliera



Configurazione della bocca di porto di Chioggia con le opere del Mose

1. Porto rifugio con doppia conca di navigazione per pescherecci e piccole imbarcazioni;
2. Spalla nord;
3. Barriera;
4. Spalla sud;
5. Scogliera



SISTEMA MOSE. I NUMERI

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

4 le barriere mobili in corso di realizzazione alle bocche di porto lagunari: 2 alla bocca di Lido; 1 a Malamocco e 1 a Chioggia.

78 il numero complessivo di paratoie previste. Le paratoie sono del tipo "a ventola a spinta di galleggiamento, oscillante e a scomparsa".

18,5 m x 20 m x 3,6 m, lunghezza, larghezza e spessore della paratoia più piccola (schiera di Lido-Treporti).

29,6 m x 20 m x 4,5 m, lunghezza, larghezza e spessore della paratoia più grande (schiera di Malamocco).

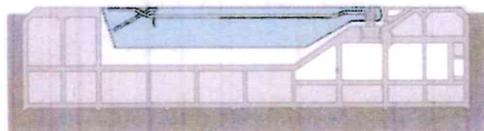
1 la conca di navigazione per grandi navi alla bocca di Malamocco che consente l'operatività del porto con le paratoie in funzione.

3 le conche di navigazione (2 a Chioggia e 1 a Lido - Treporti) che consentono il transito di pescherecci e imbarcazioni da diporto con le paratoie in funzione.

3 metri, la marea massima che le paratoie possono sostenere (a oggi la marea più alta è stata di 1,94 m).

60 cm in 100 anni, il rialzo del livello del mare per cui il MOSE è dimensionato (l'eustatismo previsto dalle stime dell'IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change - è compreso in un range tra 18 e 59 cm).

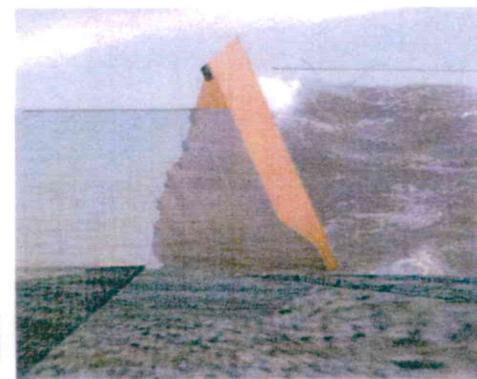
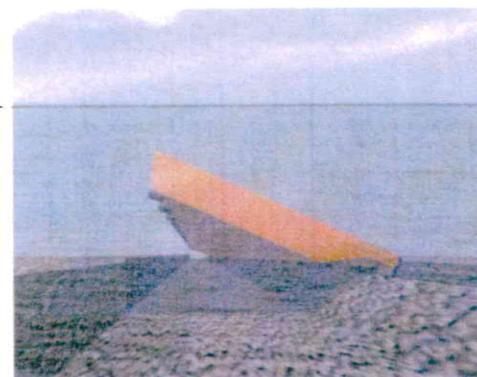
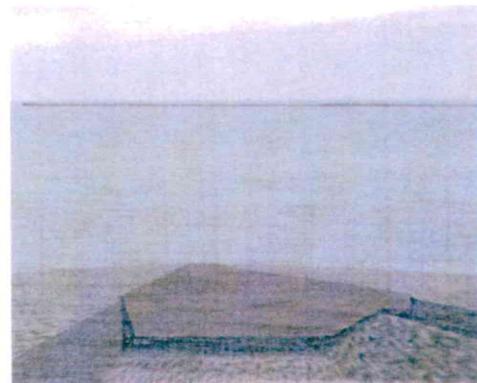
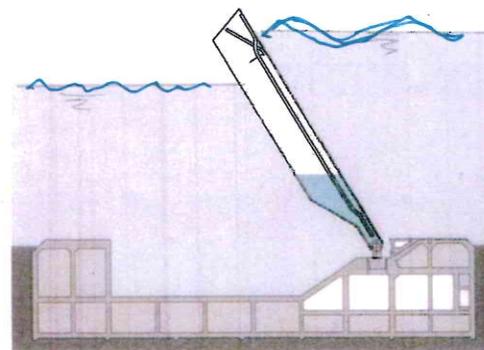
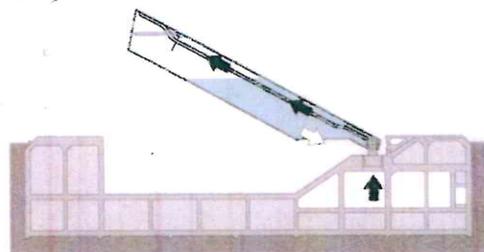
laguna mare



← immissione di aria compressa

⇒ espulsione dell'acqua

laguna mare



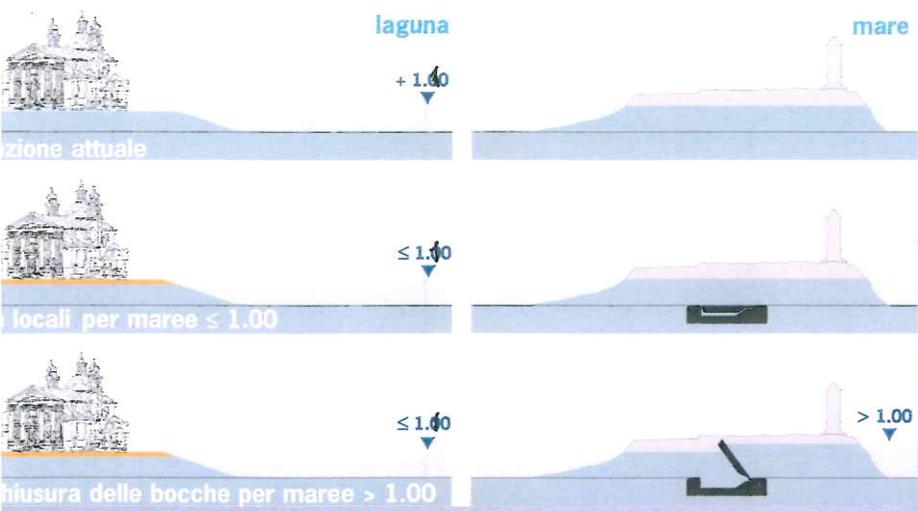
Ministero dei Lavori Pubblici
Magistrato alle Acque di Venezia



Consorzio Venezia Nuova
Concessionario

Venezia
Le opere di difesa
dalle acque alte



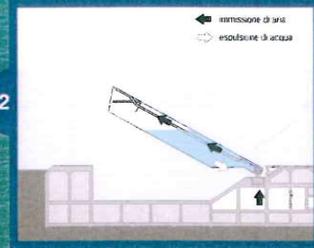


Quando

Oggi è previsto che le opere mobili vengano messe in funzione per maree superiori a 100 cm. Fino a questo livello di marea, infatti, Venezia e le parti più basse dei centri storici in laguna sono protette con difese locali che consistono nel rialzo di rive e pavimentazioni pubbliche e nell'adeguamento dei piani terra.

Le maree superiori a 100 cm causano disagi e allagamenti diffusi che diventano sempre più gravi e investono aree sempre più ampie con l'aumentare del livello dell'acqua. Attualmente, per esempio, con maree di 120 cm e di 130 cm vengono allagati rispettivamente un terzo e due terzi del centro storico di Venezia, mentre con maree maggiori di 190 cm la città è completamente invasa dall'acqua. Questo livello è stato raggiunto, in passato, il 4 novembre 1966 quando, con 194 cm di marea, Venezia fu coperta da un metro d'acqua con danni ingentissimi. L'intensità e la frequenza delle acque alte variano da anno ad anno. Dagli inizi del '900 a oggi, comunque, si è registrata la tendenza costante a un progressivo incremento del fenomeno. La

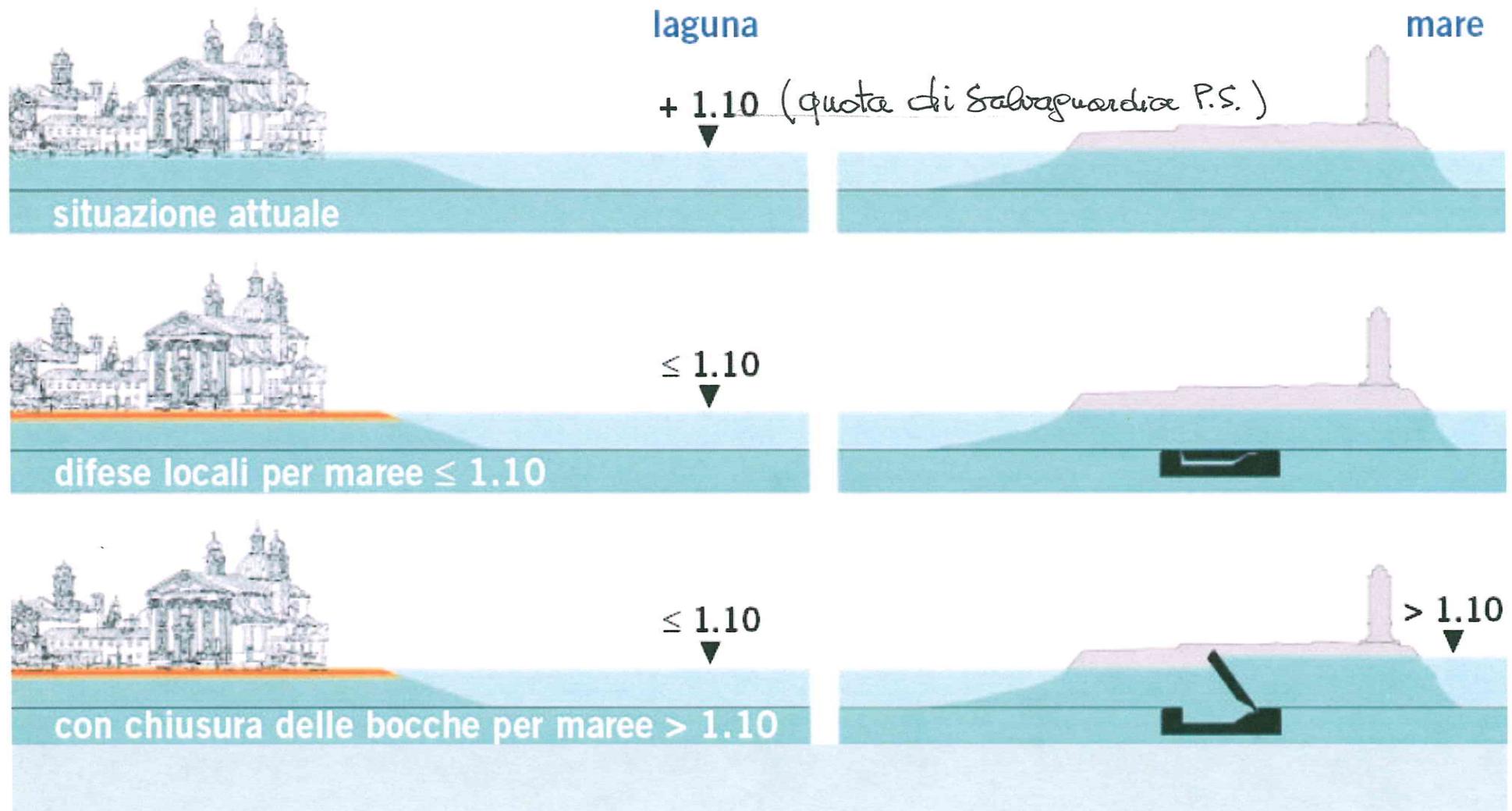
causa, i 2
acqua e su
pattazione
che si son
maree pro
Oggi gli ev
7 volte all
ulteriorme
mare prod
Le opere r
tra mare e
vicinati, ric

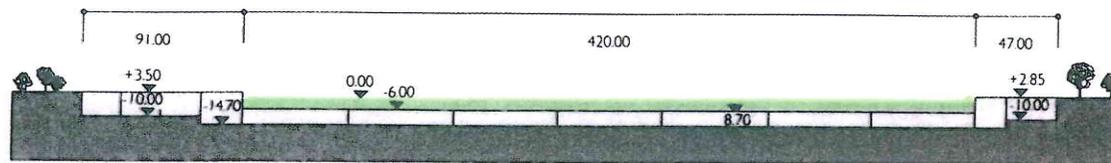


Se inat
alloggia
porto fi
nelle pi
dall'ac
cermer
(2). In
asseco
(3), im
restan
alta: qu
lo stes
qua e t
Durant
pesche
rifugio
inoltre,
(limita)
paesag
eserciz
"piano

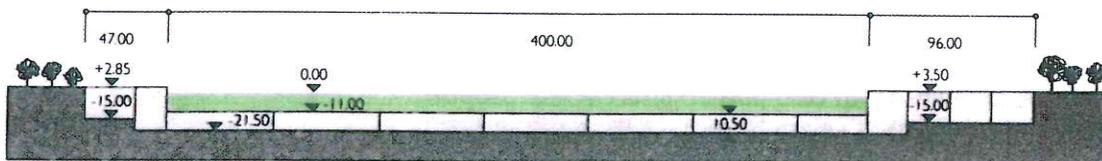
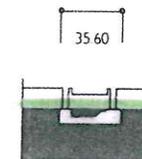
La protezione del litorale della laguna di Venezia. Un caso di studio

L'EVENTO DEL 4 NOVEMBRE 1966: LE DECISIONI

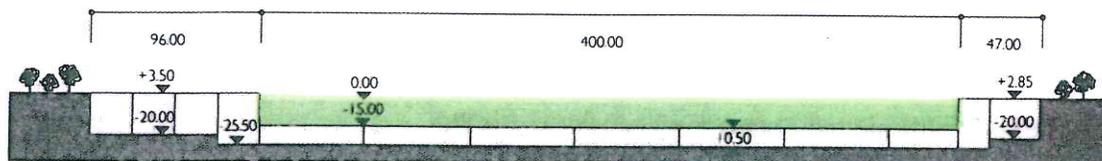
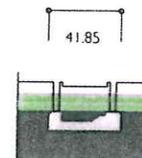




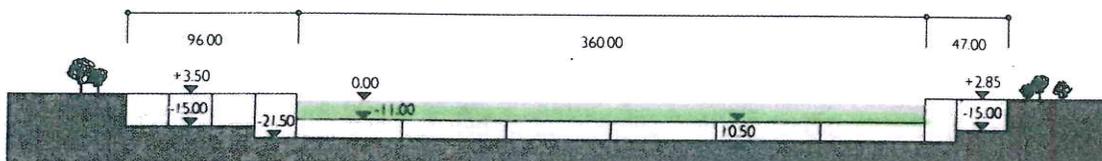
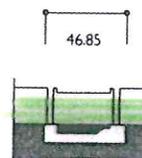
Sezione schematica di Lido-Treporti



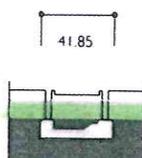
Sezione schematica di Lido-S. Nicolò



Sezione schematica di Malamocco



Sezione schematica di Chioggia



Strutture per il ricovero del carro-portico e per il trasferimento delle paratoie

Rotaie per il carro-portico

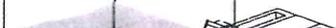
Strutture di alloggiamento delle paratoie

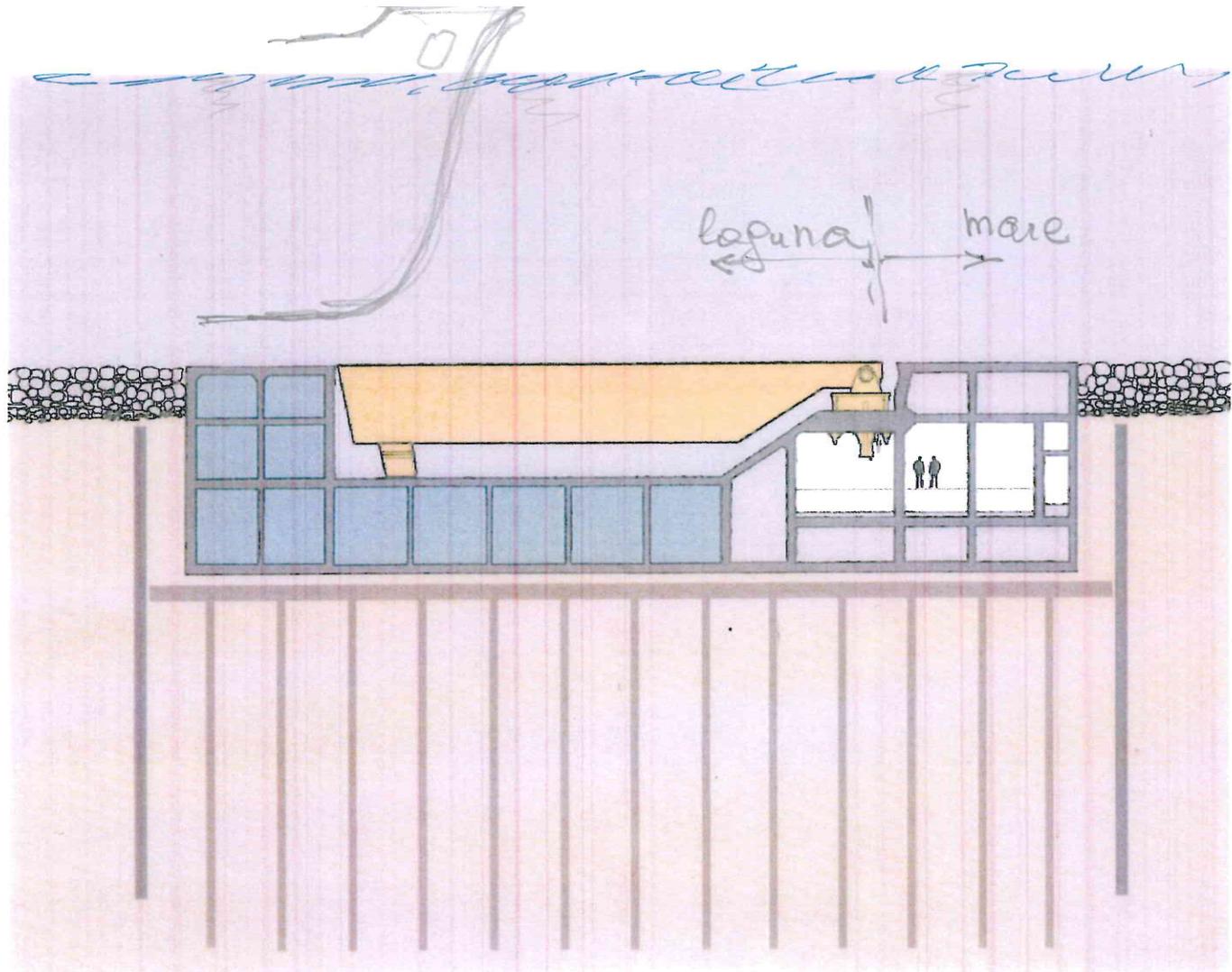
Paratoia in posizione di riposo

Paratoia in fase di sollevamento

Paratoia in esercizio

Struttura di spalla





Alloggiamenti				Paratioie	
Treporti	60	36	8.70	7	20x18.5x3.6
S. Nicolò	"	45.5	10.95	7	
Malam.	"	48.5	11.55	7	" x29.6x4.5
Chioggia	"	46	11.50	6	



30 settembre 2006

**Valutazioni sulla documentazione presentata dal
Comune di Venezia alla Presidenza del Consiglio
dei Ministri in merito agli interventi per la
salvaguardia di Venezia e della sua laguna**

**Consorzio per la Gestione del Centro
di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia**

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia
Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512
E-mail: venezia@corila.it corila@unive.it
Web: www.corila.it



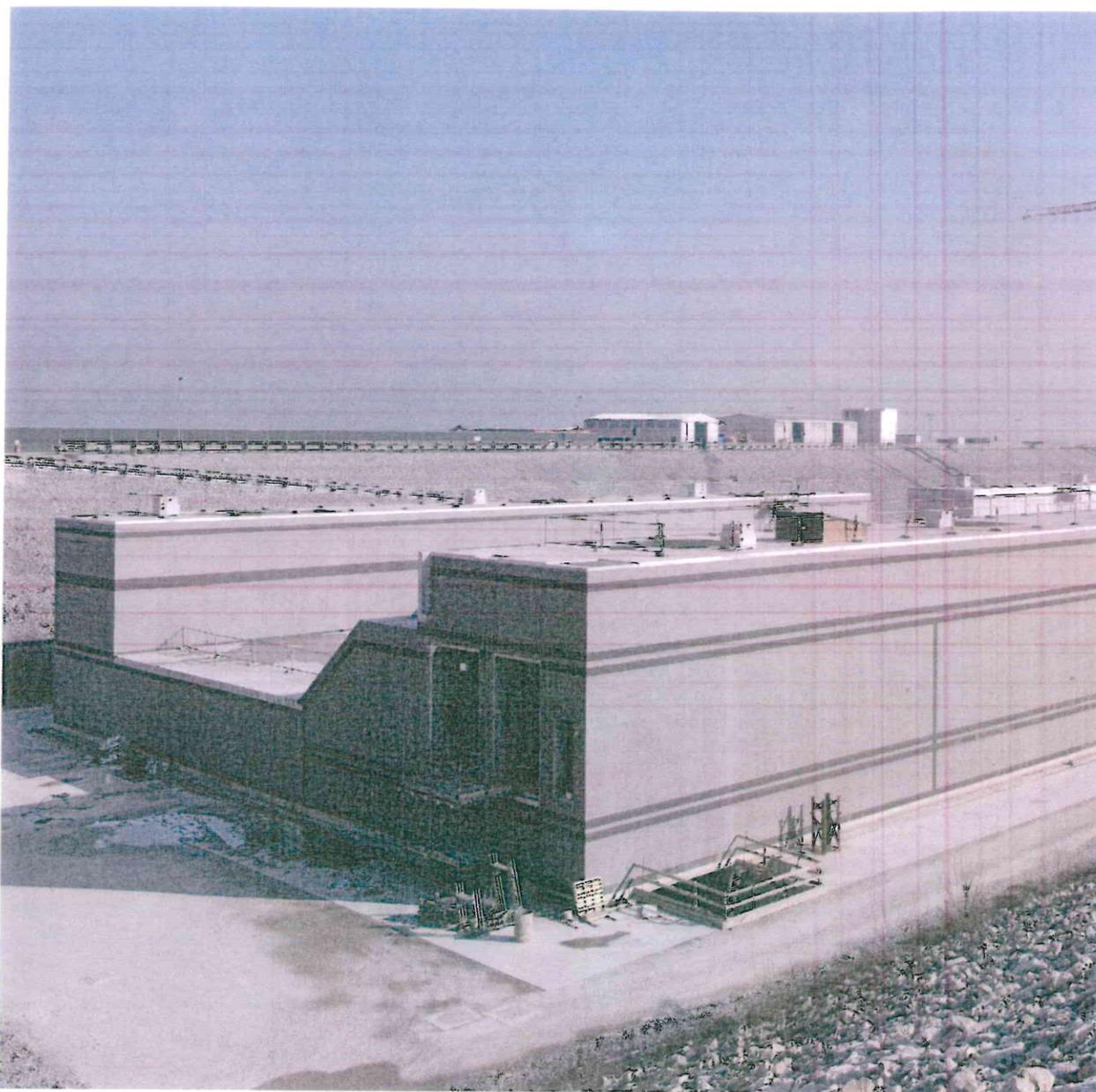
Bocca di porto di Lido



Bocca di porto di Malamocco



Bocca di porto di Chioggia



Sopra e a lato
Costruzione degli
"alloggiamenti" per le
paratoie di Chioggia.
Gli "alloggiamenti" hanno
una larghezza di 60 m,
una lunghezza di 46 m e
un'altezza massima di 11,5
m e sono realizzati nel bacino
lato mare del porto rifugio.





La sequenza del varo del primo cassone di alloggiamento per la schiera di paratoie di Lido sud. Il cassone è stato calato in acqua abbassando la piattaforma mobile del Syncrolift grazie all'azione di 26 potenti argani





Sopra
Le strutture di "alloggiamento" e di "spalla" per le barriere di Malamocco e di Lido sud. Le strutture sono state costruite sul grande terrapieno (circa 14 ettari) appositamente realizzato sulla sponda sud della bocca di porto di Malamocco. Gli "alloggiamenti" per le paratoie di Malamocco hanno una larghezza di 60 m, una lunghezza di 48,3 m e un'altezza di 11,5 m. Quelli per le paratoie di Lido sud hanno una larghezza di 60 m, una lunghezza di 45,5 m e un'altezza di 11 m. Il "varo" e l'installazione di questi ultimi sono programmati a partire dalla fine del prossimo ottobre

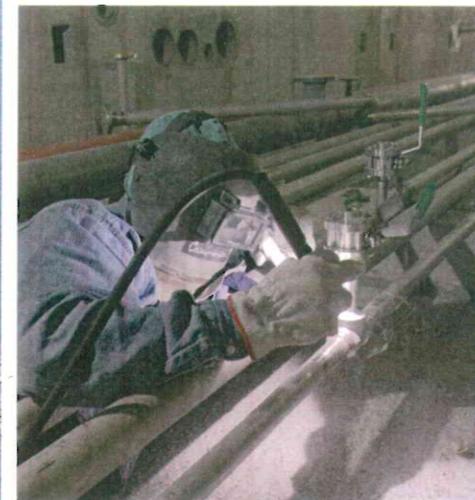
A lato
Il terrapieno in primo piano la piattaforma mobile (brevetto *Synclift* della Rolls Royce) che sarà utilizzata per

mettere in acqua le strutture di "alloggiamento" e di "spalla". La piattaforma (la più grande struttura al mondo di questo tipo) è larga oltre 50 m e lunga più di 70 m e funziona come un enorme ascensore. Dopo il "varo", le strutture saranno trasportate, in galleggiamento, fino al punto di installazione dove verranno zavorrate e calate nella loro sede scavata nel fondale. Esse, quindi, saranno completamente invisibili e non interferiranno in alcun modo con il normale scambio di marea tra laguna e mare



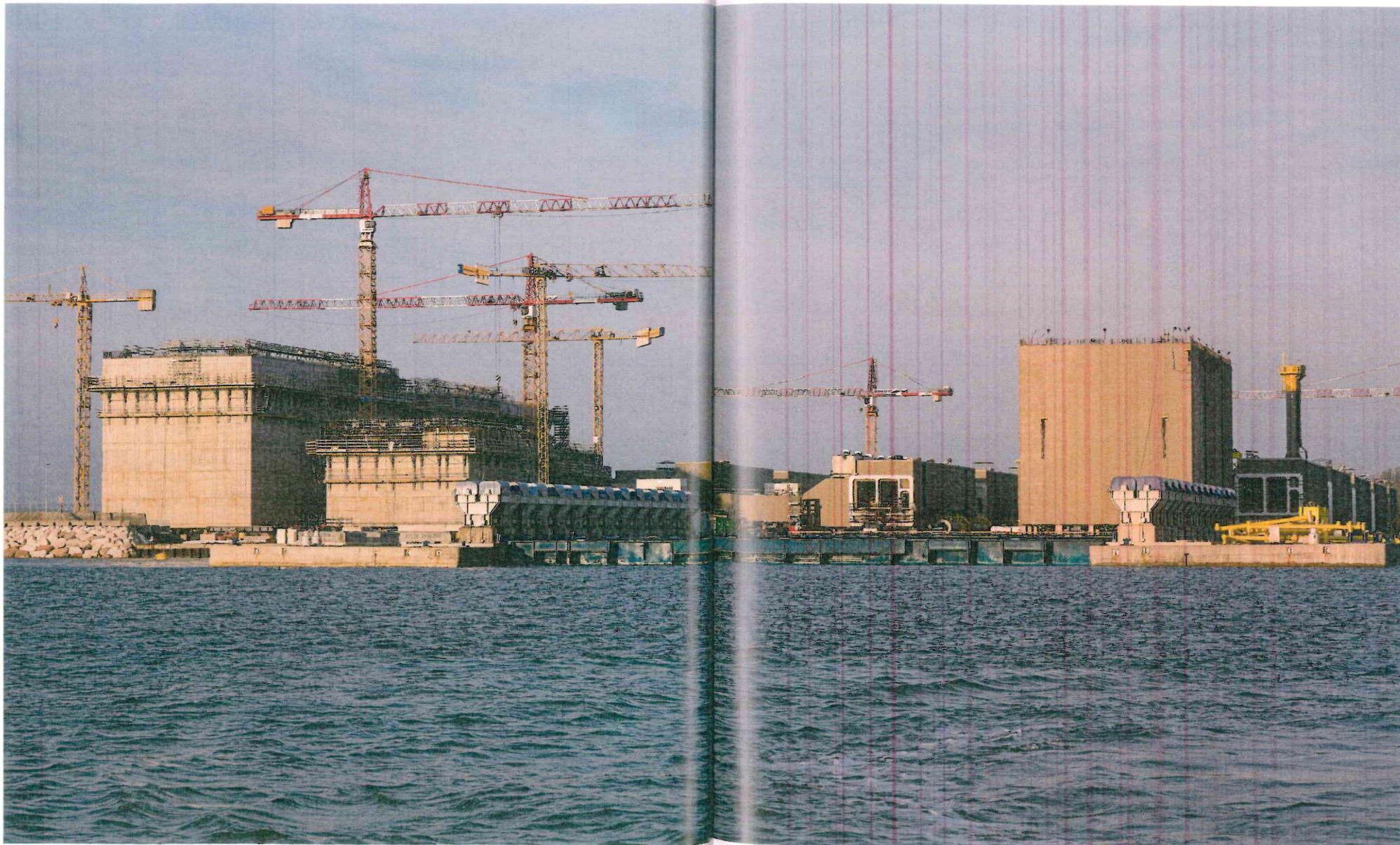
In alto a destra
Predisposizione degli impianti nelle apposite gallerie all'interno degli "alloggiamenti"

A destra
Il sistema di movimentazione delle strutture di "alloggiamento" e di "spalla" dal punto di costruzione sul terrapieno fino alla piattaforma mobile. Lo spostamento delle strutture avviene mediante serie di speciali carrelli su rotaia





Le ultime fasi dei lavori per la costruzione dei cassoni, prima del varo. Al centro della foto i cassoni di alloggiamento; ai lati i cassoni di spalla



temporaneamente,
lizza un'altra in-
zetto per il fun-
"maschio" delle
è un'operazione
ssiccio elemento

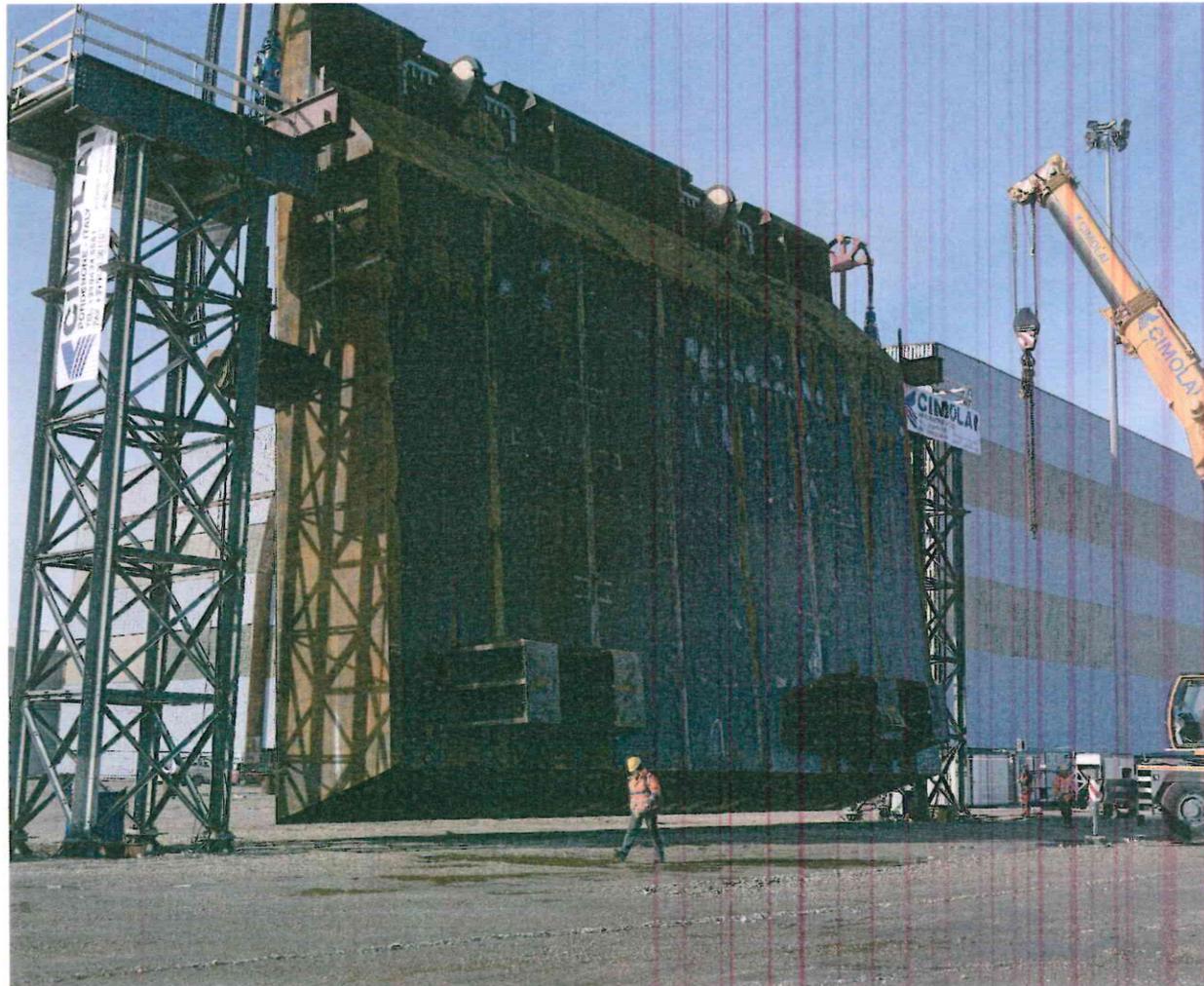
no anche dipinte
ercorrere gli ulti-
ia.
posizionati tra la
paratoie in quella
diche operazioni

lo tra le paratoie
perché i margini
izzate sono state
così le paratoie,
il maschio delle

è stato fatto nel
o momento. Fa-
clamazione: "ha
una.

lo è prevista tra

quali, con antici-
punto e calibra-



Una fase dei lavori per la
costruzione delle paratoie
della barriera di Lido nord





Giugno 2013. Installazione delle prime paratoie per la barriera di Lido nord. In alto e nella pagina seguente, alcune fasi delle operazioni per il posizionamento delle

<tina@diam.unige.it>

CC: Stefano.Libardo@consorziovenezianuova.com

c.a. prof. Stura

Come da accordi telefonici, le sintetizzo in breve le modalità per giungere alla decisione operativa.

Come ha avuto modo di vedere la Sala Operativa dispone di reti di monitoraggio dei livelli, delle precipitazioni, del vento, delle portate ecc. (in pratica di tutti i parametri meteomarini necessari).

In parallelo in Sala Operativa sono disponibili le previsioni meteorologiche provenienti dagli Enti meteorologici.

Con i dati e le previsioni vengono predisposte:

1. Le previsioni di livello in mare ed in laguna
2. Le previsioni di moto ondoso
3. Le previsioni di portata dal bacino Scolante
4. Le previsioni di corrente alle bocche di porto ed in laguna

Il sistema di supporto alle decisioni elabora le previsioni di cui sopra (in particolare i livelli, le portate, le precipitazioni e il vento), le integra con le misure, classifica l'evento come eccezionale (Classe C2 superiore a 9 ore di durata e superiore a 150 cm) o di acqua alta ordinaria (Classe C1, sottoclassi C1A, C1B, C1AV, C1BV, dove V significa presenza di vento sopra 15 m/s, e B significa presenza di pioggia sopra 1 mm/h. Quindi C1A significa senza pioggia e senza vento forte, C1BV significa con pioggia sopra 1 mm/h e con vento sopra 15 m/s).

E fornisce le quote di chiusura di conseguenza (65 cm in caso di eventi eccezionali, poi a scalare 100, 90, 85, 75) per garantire durante la chiusura la quota di salvaguardia. (1,10 m)

Sperando di aver sintetizzato quanto necessario le porgo

Cordiali saluti

Stefano Libardo

TELEFAX

DATA/DATE : 11/01/01

TELEFAX

ATT./ATTN. : Prof. Stura
DA/FROM : Ing. Eprim

MESSAGGIO/MESSAGE :

Allego nota sulla gestione delle chiusure nel periodo 25/12/00 - 08/01/01.

Nel periodo 25/12/00 e 08/01/01 (15 giorni), il livello a Punta della Salute ha superato la quota +80 cm per ben 22 volte e la quota +100 cm per 11 volte.

Alcune aree dei centri abitati sono state allagate complessivamente per circa 100 ore, cioè quasi per il 30% del tempo.

Se le opere mobili fossero in esercizio, la situazione in questi 15 giorni sarebbe stata la seguente:

- ◆ 11 chiusure (durata da 3.5 a 5.5 ore) per un tempo complessivo di 48 ore
- ◆ 2 false chiusure per un tempo totale di 4 ore

In tutti i casi, l'accuratezza del sistema di previsione delle maree è risultata adeguata ai fini del sistema di gestione delle chiusure. Infatti, in nessun caso di acqua alta ≥ 100 cm si è rischiato di non attivare la chiusura in tempo utile.

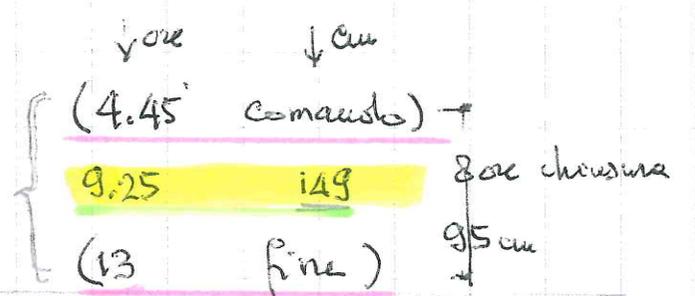
Cordiali saluti.


Ing. Eprim

Supporto alle decisioni per la gestione al
Centro Sistemi di Previsione e Modelli : utilizza le conoscenze
 disponibili sulle fisica dei processi meteorologici di generazione
 dell'acqua alta nel mantenimento e di propagazione a Venezia.

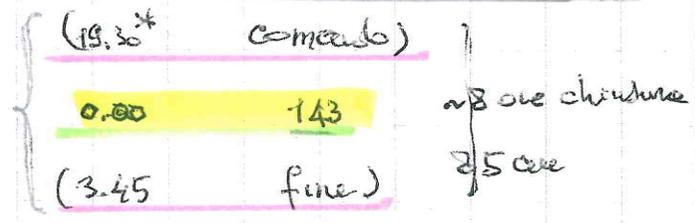
Simulazioni

evento "singolo" \downarrow
 imparati
 11/11/2012



Nel 2012
 100 acque > 80 cm

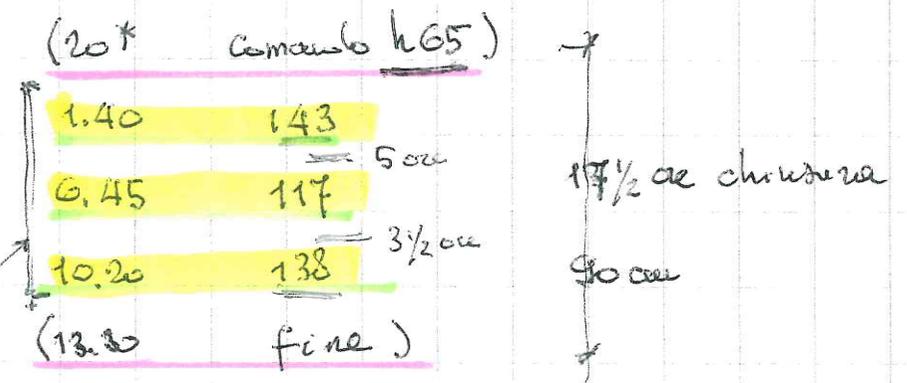
10/2/2013



Nel 2008
 1/12 156 cm P.

evento "doppio"

1/11/2012
 10 ore di allungamento



Le leggi promosse hanno riguardato lo studio e gli interventi per la salvaguardia di Venezia e della sua laguna

Lo Stato italiano ha attuato un Piano integrato di interventi per la salvaguardia di Venezia e della sua laguna - "Sistema MOSE". La risposta che è stata data ha portato all'individuazione di una soluzione che ha affrontato tutti i problemi dell'ecosistema con una visione sistemica e integrata, consentendo la difesa di Venezia e degli altri centri storici lagunari da tutte le acque alte, compresi gli eventi devastanti, nel rispetto dell'equilibrio idro morfologico dell'ecosistema.

Quanto è stato fatto: (luglio 2016)

- Per la difesa dalle acque alte, sono stati messi in sicurezza attraverso interventi di "difesa locale" i centri lagunari più bassi rispetto all'acqua:
quantità realizzate: interventi su rive e sponde oltre 100 km (circa 1300 ettari di superficie totale protetta)
- Per la difesa definitiva da tutte le acque alte, compresi gli eventi estremi, sono in costruzione alle tre bocche di porto lagunari le barriere mobili:
avanzamento dei lavori allo stato attuale pari al 90%
- Per la difesa dalle mareggiate, è stato rinforzato il cordone litoraneo e i moli foranei:
quantità realizzate: ricostruzione spiagge oltre 56 km / ripristino dune costiere: circa 12 km / rinforzo moli foranei: 11 km
- Per la difesa ambientale, sono stati messi in sicurezza diversi siti inquinati e sono stati protetti e ricostruiti habitat lagunari
quantità realizzate: 7 ex discariche lagunari (per circa 320 ettari) / oltre 40 km di sponde dei canali industriali
quantità realizzate: ricostruzione velme e barene: circa 1600 ettari / protezione barene e bassi fondali: 39 km / ricalibratura canal: 200 km / recupero isole minori: 12 isole

Costo totale ~ 5400 Me

"Mose" ~ 3700 " (70%)

altri lavori ~ 1700 "



Morf	lit.	op. canale	bocche	crasa
1200	200	100	100	140
~ 22%				

BREBEM 63 Km 2400 Me 39 / Km

Var. VAL. 66 " 4100 " 62 / Km

3° Velico 53 " 6200 " 117 / Km

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI <i>Provveditorato Interregionale alle Opere Pubbliche per il Veneto, Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia Consorzio Venezia Nuova Ufficio Servizio Informativo e Ufficio Avviamento e Consegna Opere</i>	Rev.	Data: 28/09/2016	El. C1: Prove di sollevamento della barriera di Treporti. Rapporto Trimestrale n. 1 – Prove di sollevamento della barriera di Treporti.
	Rev.	Data:	<i>Studio B.15.1/II – Bocca di Lido - Treporti. Verifiche di Funzionalità della barriera.</i>

Atto attuativo rep. 8602 del 08.02.2013

della convenzione rep. 7191/91

LEGGE 29-11-1984 N. 798

STUDIO B.15.1/II – BOCCA DI LIDO – TREPORTI. VERIFICHE DI FUNZIONALITÀ DELLA BARRIERA

ATTIVITA' C1

PROVE DI SOLLEVAMENTO DELLA BARRIERA DI TREPORTI

RAPPORTO N. 1

Prove di sollevamento della barriera di Treporti

aprile ÷ giugno 2016

Settembre 2016





- TrovoLavoro
- TrovoAuto
- TrovoCasa
- TrovoViaggi
- Annunci
- NEWS
- Cronache
- Politica
- Esteri
- Economia
- Spettacoli e cultura
- Cinema
- Sport
- Scienze
- ViviMilano
- Italian Life
- 中文版本
- OPINIONI
- Editoriali e commenti
- Forum&Blog
- Italians
- Pubblico & Privato
- Lettere al Corriere
- CORRIERE TV
- Videonews
- Online TG

CRONACHE

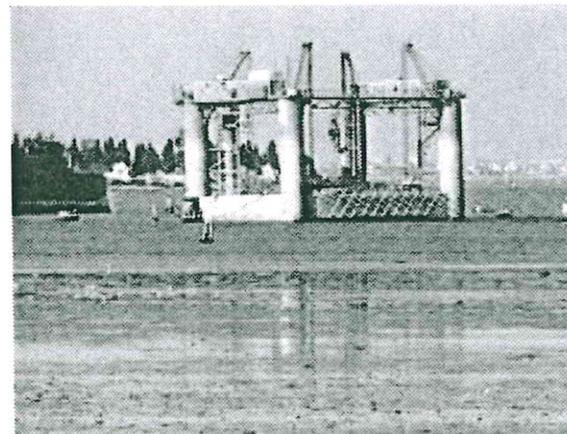
2003

La prima pietra il 29 aprile. I lavori dureranno 8 anni

Venezia, acqua alta addio: via libera al Mose

Il Comitato ha approvato il sistema di dighe mobili per il controllo delle maree e le undici condizioni del Comune

ROMA - Acqua alta addio. **Parte il Mose.** Dopo 37 anni di polemiche rinvii e spaccature, il sistema di dighe mobili alle bocche di porto **per proteggere Venezia dall'acqua alta**, progettato dal Consorzio Venezia Nuova, ha avuto il via libera dal Comitato riunito a Palazzo Chigi e presieduto dal sottosegretario Gianni Letta. Sono state accettate le undici condizioni poste dal Comune di Venezia per dare il proprio sì al Mose. Il sindaco Paolo Costa, infatti, aveva evidenziato la necessità irrinunciabile di prevedere una serie di **interventi da integrare al progetto originario** per la salvaguardia di Venezia. Il Mose e le opere complementari costeranno **6 miliardi di euro**.



Uno dei moduli del Mose (Merola Archivio Ansa)

DA
CORRIERE.IT

Che cos'è il Mose

Il precedente via libera da parte del Comitato (6 dicembre 2001)

IN RETE

Magistrato alle acque di Venezia

The Venice in Peril Fund (in inglese)

Comune di Venezia

