

al PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA ITALIANA - on. F. Cossiga -

VAJONT-VENEZIA

petizione popolare al Capo dello Stato Italiano

- Saragat - Leone - Pertini - Cossiga -

In allegato invio la relazione tecnica GEO 208 -15/11/88-  
con i calcoli matematici di verifica al ribaltamento dello  
sbarramento alle imboccature portuali del nuovo progetto "MOSE"

Con osservanza

Padova 19 novembre 1988

Ottavio Spagnuolo

GEO DI OTTAVIO SPAGNUOLO viale F.Cavallotti n° 73 35124 PADOVA

N.B. La ripresa televisiva della prova del "MOSE" -3 nov 88-  
(zavorrato a quota m.m. e in favore di corrente) ha evidenziato

l'estrema fragilità statica di tutta l'incastellatura :

la semplice onda di ritorno, dell'acqua spostata dal sollevamento del cassone, è stata sufficiente per abbassare repentinamente tutta la paratoia "annegando" la barriera. Sbarramento che, stando al progetto, dovrebbe resistere senza tracimazioni per onde fino all'altezza di 4 metri sopra il livello del m.m.

.1 PREMESSE

In data 4 novembre 1988 è stato posto a conoscenza del pubblico il nuovo progetto ufficiale per la salvaguardia di Venezia dalle acque alte.

Questo nuovo progetto -chiamato "MOSE"- si differenzia sostanzialmente dal progetto ufficiale, approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in data 26/05/81, presentato al pubblico in data 24/07/81, e chiamato "NICOLAZZI".

L'alterazione del nuovo progetto rispetto al precedente si trova nel raddoppio delle capacità portanti del nuovo sbarramento rispetto al precedente : cioè nella struttura base del progetto.

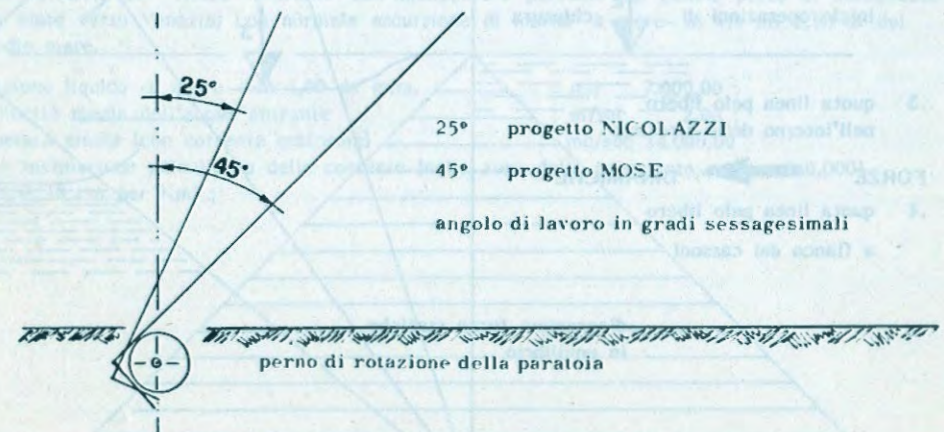
Infatti il progetto MOSE, in posizione verticale di lavoro, può sopportare carichi statici (Kg.m./m ) di Kg 600.000 contro i Kg 300.000 del precedente progetto Nicolazzi e, in posizione inclinata, questa resistenza si trasforma in Kg.m./m 1.000.000 contro i 400.000 del precedente progetto.

Il tutto a parità di iniziali condizioni vincolanti di progetto che per entrambi sono :

- .massima prevedibile marea -a mare- a quota + m 2,00 sul livello del medio mare ;
- .livello massimo in laguna a quota + m 1,00;
- .dislivello massimo (mare-laguna) da fermare con lo sbarramento : m 1,00;
- .moto ondoso, da fermare con le paratoie, ampiezza massima : m 2,00;
- .quota sommità sbarramento per fermare il moto ondoso senza tracimazioni : + m 4,00 dal livello del medio mare;
- .coefficiente di sicurezza : non comunicato.

Questa maggior resistenza, richiesta dalla "dimenticanza" dell'azione dinamica nel progetto Nicolazzi -da noi segnalata in data 27/07/81- è stata ottenuta dai nuovi progettisti modificando l'angolo di lavoro, rispetto alla verticale, dello sbarramento che è stato trasformato dai 25° del Nicolazzi ai 45° del progetto MOSE.

Con la presente relazione esaminiamo la corrispondenza di questo nuovo progetto con le normali leggi -statiche e dinamiche- delle costruzioni in generale, basandoci sui documenti tecnico-progettuali posti a conoscenza del pubblico.



## .2 IMPOSTAZIONE DEL CALCOLO DI VERIFICA

Analogamente a quanto abbiamo già sviluppato con la precedente relazione (GEO . 23 Progetto Nicolazzi : ERRORI-ORRORI) controlliamo se le barriere resistono al moto di ribaltamento esercitato dall'acqua.

La verifica, in pratica, si riduce a controllare la stabilità della struttura considerando lo sbarramento come un normalissimo muro di sostegno con le relative regole di normalissima conoscenza in tutte le scuole dell'obbligo.

Quindi, elencati gli elementi di conoscenza attuale (di semplice constatazione metrica) che indichiamo come fase "zero", si passa alle fasi successive in funzione delle successive trasformazioni nel tempo "t".

Cioè, in pratica, :

- .la fase "zero" è la situazione metrico-idraulica di oggi (quindi senza nessun inserimento di modifiche progettuali o interpretative); è una semplice constatazione valida per tutti;
- .la fase "uno" è la situazione metrico-idraulica che si verrà a creare con l'inserimento delle strettoie progettate dal Nicolazzi-Mose, in corrispondenza dell'inizio della marea montante -a mare- con cassoni in posizione orizzontale, cioè di riposo nel fondo del canale portuale;
- .la fase "due" è la situazione metrico-idraulica che si viene a generare con il sollevarsi del primo cassone, a cassone già sollevato nella posizione di lavoro e cioè a 45° dalla verticale;
- .la fase "tre" e successive è la situazione metrico-idraulica che si viene a creare nella strettoia con il successivo sollevamento dei cassoni secondo, terzo, ecc.;

Alla fine si controlla la struttura anche alla sola azione statica, accettando per ipotesi la teoria "ufficiale" della sicurezza che lo sbarramento riesca a sollevarsi e quindi resistere alla sola azione statica del dislivello mare-laguna dell'ipotesi di progetto.

### SCHEMA DI CALCOLO

.1 quota linea di energia

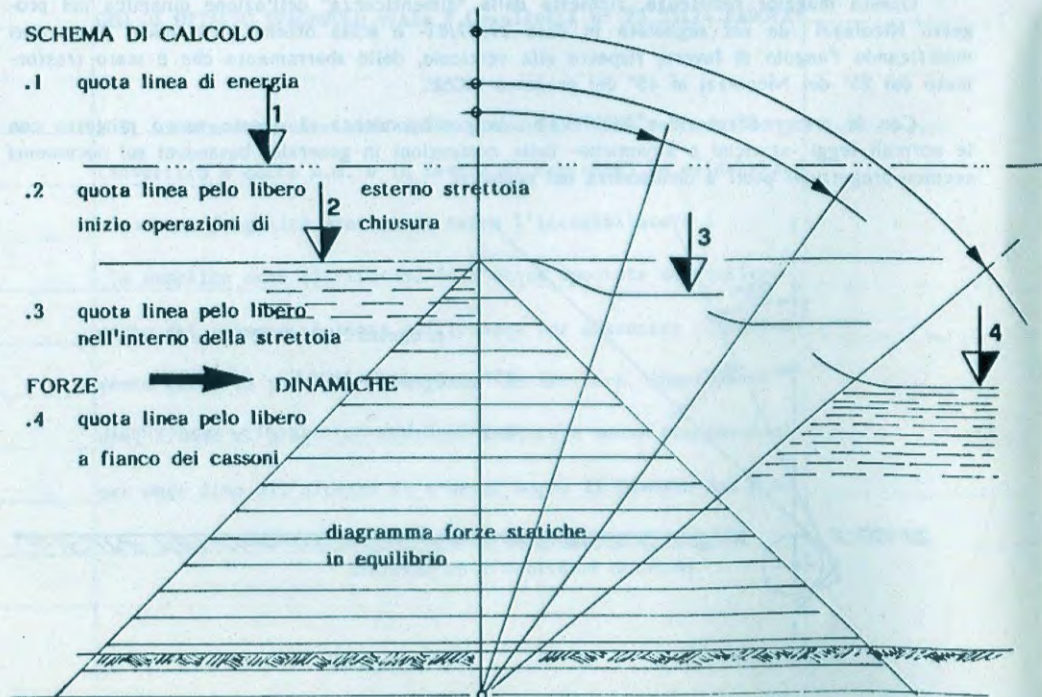
.2 quota linea pelo libero esterno strettoia  
inizio operazioni di chiusura

.3 quota linea pelo libero nell'interno della strettoia

FORZE → DINAMICHE

.4 quota linea pelo libero a fianco dei cassoni

diagramma forze statiche  
in equilibrio



## .3 VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Dati di progetto :

- .inizio operazioni di chiusura quando il livello nell'interno della laguna è a quota + m 1,00 in una strettoia in calcestruzzo larga m 300 (imboccatura di Malamocco) con fondale in muratura posto a quota - m 15,00 dal medio mare;
- .altezza d'acqua dal fondo : m 16,00;
- .ventole da alzare n° 15 ;
- .inclinazione ventole dalla verticale : (angoli sessagesimali) gradi 45° (posizione stabilizzata con zavorra liquida);
- .dimensione della paratoia (lungo la direzione della corrente) : m 3,50 ;
- .sommità lamiera frontale "para onde" della paratoia : + m 4,00 da m.m.;
- .perno di rotazione della paratoia a m 1,00 da fondale (cioè a quota - m 16,00 da m.m.);

Dati di deduzione matematica (con i dati di progetto) :

momento resistente del cassone (in funzione del principio di Archimede) :

|  |        |             |
|--|--------|-------------|
| .con profondità d'acqua di m 16,00 :       | Kg.m/m | 646.000 ;   |
| .con profondità d'acqua di m 15,68 :       | "      | 545.000 ;   |
| .con profondità d'acqua di m 15,59 :       | "      | 535.000 ;   |
| .con profondità d'acqua di m 15,47 :       | "      | 525.000 ;   |
| .con profondità d'acqua di m 15,32 :       | "      | 515.000 ;   |
| .con profondità d'acqua di m 15,10 :       | "      | 485.000 ;   |
| .con profondità d'acqua di m 14,79 :       | "      | 455.000 ;   |
| .con profondità d'acqua di m 14,28 :       | "      | 425.000 ;   |
| .con profondità d'acqua di m 13,33 :       | "      | 351.000 ;   |
| .in posizione orizzontale (spinta massima) | "      | 1.010.000 ; |

### .4 FASE "ZERO"

dati di constatazione attuale (semplice deduzione da misura metrica) :

dati idraulici del "fiume" entrante dall'imboccatura portuale del canale porto di Malamocco (da mare verso Venezia) con normale escursione di marea -a mare- di +/- mt 0,50 m dal medio mare.

- .sezione liquida -a quota + m 1,00 da m.m. : mq 7.000,00 ;
- .velocità media dell'acqua entrante : m/sec 2,00 ;
- .portata media (con corrente uniforme) : mc/sec 14.000,00
- .j = inclinazione pelo libero della corrente (nella zona delle progettate paratoie) 0,0001 ( cioè 10 cm per Km) ;

.5 FASE "UNO"

dati idrometrici, di previsione, nel canal porto di Malamocco al tempo "t = 1", cioè un attimo prima dell'ordine di sollevare lo sbarramento :

- .nella zona a monte della strettoia l'acqua cammina
- con la stessa velocità di oggi (e cioè m/sec 2,00) ;
- nella stessa sezione liquida di oggi (mq 7.000) ;
- nella stessa situazione di richiamo di oggi (cioè : il dislivello mare -laguna alle imboccature portuali deve rimanere invariato essendo indispensabile mantenere, nel bacino lagunare, l'attuale configurazione di ricambio idrico) ;

di conseguenza :

- la portata complessiva (all'istante) sarà di mc/sec 14.000 (a quota + 1,00 dal m.m.) ;
- la linea di energia si troverà a metri 16,20 dal fondo del canale portuale (infatti : il carico idraulico, necessario per generare la velocità di m/sec 2,00, corrisponde ad una altezza di :  $h = \sqrt{2}g = m 0,2038$ ) ;

.zona nell'interno della strettoia :

- il pelo libero dell'acqua (per mantenere invariata la portata di mc/sec 14.000) si abbassa fino ad arrivare a m 15,75 dal fondo del canale portuale (misura corrispondente all'altezza strettamente necessaria per consentire all'acqua, che attraversa la rispettiva sezione liquida, di mantenere la portata iniziale ;

cioè :

- .con dislivello di cm 45 (differenza fra quota linea di energia e quota pelo libero dell'acqua), l'acqua può acquistare la velocità di m/sec 2,96 ;
- .in questa posizione la sezione liquida si è ridotta a soli mq 4.725,90 (mentre a monte, a qualche metro di distanza, la stessa sezione misurava mq 7.000) ; questa riduzione dipende sia dalla riduzione del varco libero imposta dalla strettoia -con sponde in calcestruzzo a m 300- sia dall'abbassamento del pelo libero dell'acqua nell'interno della strettoia ;

quindi :

- .sezione liquida = mq (( 300,00 x m (16,20 - 0,447)) = mq 4.725,90 ;
- .portata all'istante = mq 4.725 x mt/sec 2,96 = mc/sec 14.000.

.zona a valle della strettoia :

- .l'acqua, superata la strozzatura in calcestruzzo, è libera di ritornare nell'alveo attuale (a sezione liquida di mq 7.000)
- .il livello del pelo libero (non essendo più necessaria la velocità elevata, ritorna a quello iniziale (20 cm sotto la linea di energia) che consente la velocità iniziale di m/sec 2,00 ;

Questa impostazione del calcolo altimetrico è stata svolta senza considerare, data l'ampia superficie delle sezioni liquide in esame, le perdite di carico dei liquidi reali.

.6 FASE "DUE"

nella situazione, a moto uniforme (stabilizzato al tempo "t" della fase "uno"), esaminiamo la idrometria che si viene a creare con l'inserimento della prima paratoia prevista dello sbarramento :

.il sollevamento verticale del cassone determina un restringimento del varco disponibile per il passaggio dell'acqua : la luce libera si riduce a m 280 dai 300 m iniziali ;

.di conseguenza l'acqua deve crearsi un ulteriore "scalino" altimetrico fino al raggiungimento dell'equilibrio matematico fra sezione liquida (larghezza del varco x altezza dell'acqua che vi transita x la velocità generata dal dislivello cinetico) e gravità terrestre ;

.contemporaneamente il cassone deve incominciare a resistere (in posizione di lavoro : 45°) alla forza di spinta generata dall'acqua che, frontalmente , investe la superficie verticale prima di ricevere l' "ordine" di deviare a squadro nello spazio libero per il passaggio ;

.per resistere a questa azione, il cassone dispone della forza generata dal galleggiamento (principio di Archimede), della sola parte completamente immersa nell'acqua e, cioè, per la sola zona liquida che scorre ai fianchi della paratoia ;

.nella zona frontale del cassone l'acqua si "ferma" sopraelevandosi fino a raggiungere la linea di energia ;

.questa massa d'acqua genera una spinta statica favorevole al ribaltamento ;

.contemporaneamente, l'acqua che ha superato lo sbarramento si "ferma" dietro al cassone sopraelevandosi fino alla quota della linea di energia, e genera una controspinta statica in opposizione al ribaltamento;

.queste due forze "statiche" si equivalgono e quindi si annullano ;

(sempre ipotizzando la non esistenza delle perdite di carico dei liquidi reali).

I termini di acqua "ferma" e "galleggiamento" sono volutamente virgolettati esistendo un reale non-senso iniziale nei progetti in esame (sia progetto Mose che progetto Nicolazzi): infatti, il far coesistere fenomeni "statici" con fenomeni "dinamici" è sicuramente la prima assurdità tecnica riscontrabile in questi progetti :

i fenomeni fisici, da cui si ottengono per esperienza le formule matematiche, sono visti ed esaminati o sotto l'aspetto "statico" o sotto l'aspetto "dinamico" (la zona di transizione fra statica e dinamica è zona priva di formule matematiche : la fisica, pur conoscendo le formule di passaggio da statica a dinamica (e viceversa), esamina solo il "prodotto" finale ) ;

Il termine di acqua "ferma", nei fenomeni in esame, è semplice definizione impropria dato che, nella realtà, la zona antistante e retrostante al cassone è sede di violenti moti vorticosi in continua, affannosa ricerca di un istantaneo, momentaneo equilibrio fra le forze statiche e le forze dinamiche in continua contrapposizione.

Per la valutazione della grandezza di questa forza ci si basa sulla formula della quantità di moto (uno dei principi generali e fondamentali dei liquidi in movimento):

$Q = \text{quantità di moto posseduta dal volume liquido che attraversa la sezione nell'unità di tempo} = \rho q V = \rho A V^2 = 2 \int A V^2 / 2g = \text{Kg}$

Da cui, in unità pratiche, si ottiene:

$$102 \times (15,74 \times 1,00 \times 3,00) \times 3,00 \times ((15,74 \times 3/5) + 1,00) = \text{Kg.m./m } 150.000 ;$$

La reazione della paratoia è data dal volume del cassone sottostante al pelo libero (quota dell'acqua che scorre sui fianchi del cassone sollevato) moltiplicato per la distanza orizzontale fra fulcro e baricentro del volume attivo (deducendo il peso proprio della struttura in ferro del cassone):

$$mc (19,50 \times 3,50 \times 1,00) \times \text{Kg } 1.000 \times m \ 10,75 = \text{Kg.m./m } 733.688$$

a dedurre peso ferro:

$$\text{Kg/m } 15.765 \times m \ 11,95 = \text{Kg.m./m } 188.392$$

$$\text{restano (reazione attiva del cassone)} \quad \text{Kg.m./m } 545.296$$

Di conseguenza, essendo la reazione attiva superiore all'azione del ribaltamento, il primo cassone riesce a stare nella posizione di lavoro assegnata dal progetto.

#### .7 FASE "TRE" e successive

Ripetendo il calcolo per fasi successive si può pervenire alla tabella allegata in cui sono riportate e raffrontate le varie forze dinamiche che si vengono a generare per effetto delle successive fasi di chiusura delle paratoie.

Dal raffronto è facile costatare che già al sollevamento della quinta paratoia, le forze dinamiche del ribaltamento superano tutte le forze ipotizzabili dall'azione di galleggiamento dei cassoni d'aria.

Di conseguenza, come era facilmente intuibile anche da semplice logica istintiva, il varco fra mare e laguna non si chiude e l'inondazione prosegue indisturbata.

Con questa verifica si è riconfermato, analogamente a quanto dimostrato con la precedente analisi del progetto Nicolazzi, l'erroneità matematica di questo nuovo progetto ufficiale chiamato MOSE.

In pratica si è dimostrato l'"innocuità" delle barriere a galleggiamento (queste barriere, all'arrivo dell'inondazione, restano tranquillamente nei loro alloggiamenti, adagiate orizzontalmente sul fondo dei canali, e lasciano passare indisturbata l'inondazione catastrofica).

Cioè:

il pericolo sta non nella costruzione di queste paratoie ma nella convinta affermazione che queste paratoie possano, un giorno, bloccare il pericolo della catastrofe.

Per dimostrare questa affermazione esaminiamo la "pericolosità" riscontrabile nella superficialità con cui questi problemi sono affrontati dai vari "responsabili".

Per questa dimostrazione affrontiamo il problema anche dal solo punto statico e cioè accettando, per pura ipotesi scolastica, la validità dell'affermazione cattedratica che, a lavoro ultimato, questi sbarramenti siano in grado di sollevarsi e di iniziare il loro lavoro di contenimento della piena come dai dati del progetto ufficiale.

Quindi, saltando acrobaticamente tutte le varie fasi intermedie della chiusura, andiamo ad esaminare lo sbarramento con chiusura ultimata e nell'istante successivo al completo riempimento -lato mare- della diga:

(tralasciando inoltre di "vedere" il reale dislivello che si verrebbe a creare fra massa arrestata a monte e massa arrestata a valle: abbiamo già evidenziato nella precedente analisi che, realmente, ultimata la chiusura, istantaneamente si verrebbe a provocare un'enorme onda a monte e -contemporaneamente- un enorme avvallamento a valle il cui dislivello complessivo supererebbe -all'istante- tutte le ipotesi del progetto.)

#### .8 VERIFICA AL CALCOLO STATICO

La presente verifica parte dalla fase di funzionamento dello sbarramento.

.prima verifica: resistenza dello sbarramento alla pressione dell'acqua considerata in quiete (acqua completamente ferma sia a monte che a valle, nell'idilliaca situazione di assoluta mancanza di increspature ondose, anche modestissime, sia a monte dello sbarramento -verso mare- sia a valle -verso laguna-: escludendo quindi di "vedere" qualsiasi somma di dislivello mare-laguna diversa da quella rigidamente imposta dai dati estremi di impostazione del progetto ufficiale: e cioè

.a monte acqua "ferma" a quota + 2,00;

.a valle acqua "ferma" a quota + 1,00;

.profondità dell'acqua -rispetto al punto di rotazione-:

-a monte  $m (17,00 + 1,00) = m \ 18,00$ ;

-a valle  $m (16,00 + 1,00) = m \ 17,00$ ;

Prima di procedere è opportuno segnalare alcune stranezze tecniche nelle disposizioni iniziali dei progetti ufficiali (quindi valide per entrambi i progetti: sia per il Nicolazzi e sia per il Mose):

.la quota dell'inondazione massima, già verificatasi in Venezia il 4/nov/66, è stata di  $m \ 2$  sul livello del m.m. (in altre zone della laguna di Venezia si sono registrate altezze diverse, superiori ed inferiori a questa misura);

.il vincolo previsto dai progetti ufficiali di questa quota massima di inondazione prevedibile, è fissato a  $+ m \ 2,00$  e quindi senza tener conto di prevedibili maggiori inondazioni (la cui probabilità -oggi- è altissima anche perché l'evento del 4 nov 66 si è verificato in fase lunare minima) e senza tener conto che tutto il territorio di Venezia è soggetto (in base alla teoria ufficiale) a moti di sprofondamento per apocalittici bradisismi ed oceanici eustatismi del livello di tutti gli oceani.

Tutto -di colpo- completamente dimenticato.

ii vincoli determinanti del progetto ufficiale non impongono nessun coefficiente di sicurezza che, di contro, è l'unica caratteristica di ogni progetto di costruzioni reale.

### .PRIMA FASE : "FUNZIONAMENTO AD ACQUA STAGNANTE"

Il calcolo di verifica è fatto applicando le (normalissime) formule matematiche al ribaltamento dell'idraulica statica (a livello scuola dell'obbligo) :

L'acqua del mare genera un momento al ribaltamento (intorno al fulcro) contrastato dal momento resistente dato dalla somma algebrica fra spinta dell'acqua a valle -lato laguna- e spinta attiva (volume d'acqua spostata meno peso proprio della struttura in ferro).

(forze applicate nei rispettivi punti di baricentro.)

Le due azioni si devono equilibrare nel piano di lavoro (45° gradi sessages.)

In pratica :

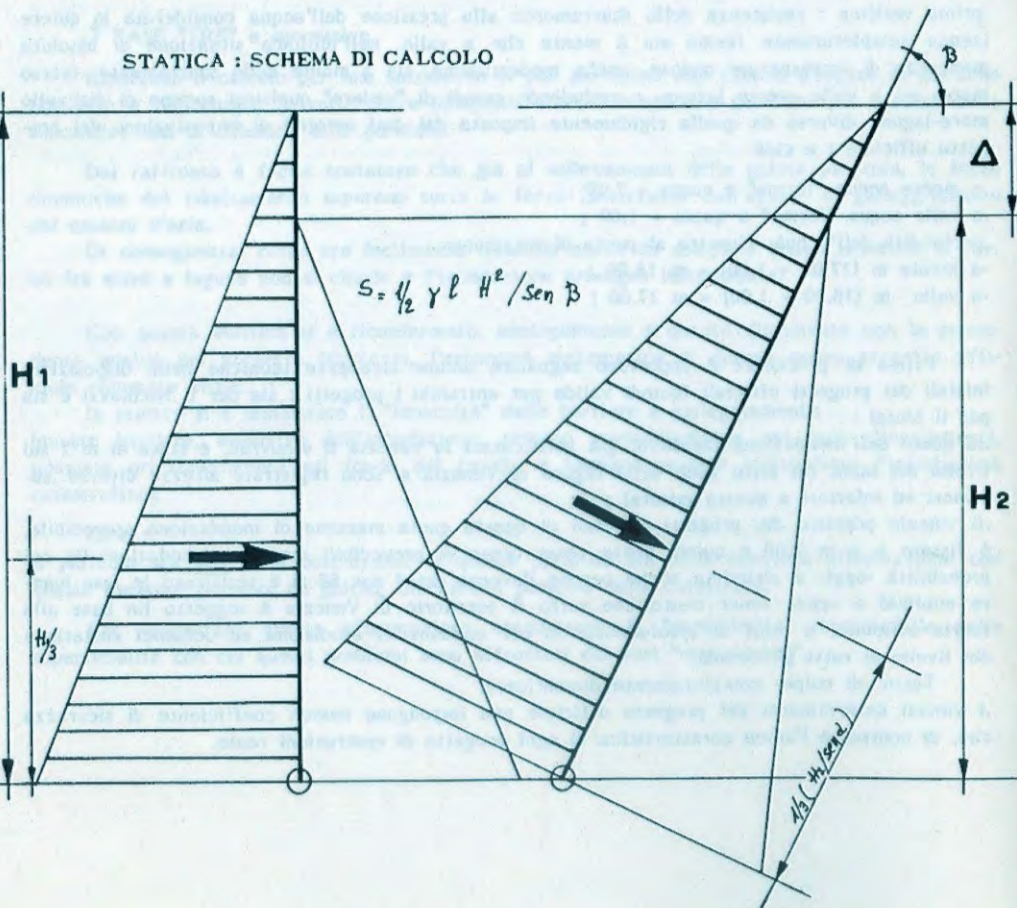
$$M = 1/6 \times \gamma \times l \times \sin^2 \beta \times (H_1^3 - H_2^3)$$

$$M = 1/6 \times 1000 / \sin^2 45^\circ \times (18^3 - 17^3) = \text{Kg.m./m } 306.333$$

Il momento resistente del cassone a quota + m 1,00 da m.m. è di Kg.m./m 646.000

Quindi la stabilità ad acqua "assolutamente ferma" (senza minimissime increspature) è assicurata.

STATICA : SCHEMA DI CALCOLO



### .SECONDA FASE : "FUNZIONAMENTO CON ONDE"

(livello dell'acqua del mare increspata da modesto moto ondoso di +/- m 1,00)

Elemento vincolante del progetto era : le barriere devono resistere, oltre al dislivello statico di un metro, anche ad un "sovrapposto moto ondoso, senza tracimazioni, fino ad onde di ampiezza totale intorno ai 2 metri."

(Il progetto esclude tassativamente di ipotizzare contemporanei dislivelli nel livello interno, lato laguna, che creerebbe dislivelli doppi.)

Verifichiamo matematicamente se le barriere del progetto MOSE (supposte in posizione verticale di lavoro) sono in grado di resistere "senza tracimazioni" a questo modestissimo moto ondoso (mare forza "uno") e contemporanea assoluta bonaccia su tutta la superficie del livello lagunare.

Dalle leggi idrauliche del mare (pubblicate sin dai tempi di Leonardo) si sa che, misura un elemento geometrico di una onda, automaticamente e matematicamente si può conoscere ogni altro elemento geometrico e dinamico (profondità del mare, distanza fra due creste successive, celerità=velocità di spostamento dell'onda, ecc.).

In base a queste conoscenze ed in base alla constatazione in sito, noi sappiamo che le onde di due metri di ampiezza hanno dimensione fra cresta e cresta di m 50 :- 100, un profilo d'acqua all'istante (pelo libero) di forma sinusoidale, (o trocoidale o cicloide ecc. ma sempre misurabile) e "corrono" (celerità fra le creste) in tempi di 5 :- 8 :- 10 secondi.

Riportando queste conoscenze nello schema progettuale dei cassoni MOSE in fase di lavoro (con dislivello mare laguna limitato al solo metro progettuale) si ottiene che tutto il quarto dell'onda, di +/- un metro d'altezza, viene a gravare interamente sulla superficie (proiezione orizzontale) del cassone in posizione di lavoro a 45°.

Quindi il cassone è sottoposto, ad intervalli regolari di una decina di secondi, a singole sollecitazioni statiche (senza neppure considerare l'enorme forza (dinamica) d'urto generata dal paraonde nello sforzo di "arrestare" l'onda con direzione Venezia) di gran lunga superiori alla sua massima possibilità di reazione.

Infatti :

il calcolo, solo statico, del sovrizzo ondoso porta a quantificare il momento ribaltante che dovrebbe essere controbilanciato dal solo cassone d'aria, in :

$$M = 1/6 \times 1000 / 0,5 \times (20^3 - 17^3) = \text{Kg.m./m } 1.029.206$$

e quindi superiore al momento resistente massimo offribile dal cassone, che sia pure in posizione "tutto annegato" (con angolazione rispetto alla verticale superiore di soli 9° gradi sessagesimali all'angolazione di progetto : 54° gradi rispetto ai 45°) è in grado di offrire una resistenza massima di soli Kg.m/m 846.000 :

$$1000 \times (22,55 \times 3,50) \times 13,40 = \text{Kg.m./m } 1.057.595$$

a dedurre ferro :

$$\text{Kg/m } 15.765 \times m \ 13,40$$

$$= \text{Kg.m./m } 211.251$$

restano di spinta attiva

$$\text{Kg.m./m } \underline{\underline{846.000}}$$

Di conseguenza l'onda, sia pure di modestissima entità, inclina leggermente tutta la barriera MOSE e si sposta tranquillamente nell'interno della laguna.

Ed ora andiamo a verificare cosa succede sulla superficie lagunare, con acqua ferma, investita all'istante da questa "modesta" onda di soli due metri di ampiezza totale.

|    | 1      | 2      | 3     | 4      | 5     | 6       | 7     | 8       |
|----|--------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|---------|
| 1° | 300    | 15,75  | 2,96  | 14.000 | 0,45  | 150.908 | 15,68 | 646.000 |
| 2° | 280    | 15,68  | 3,19  | 14.000 | 0,518 | 169.393 | 15,59 | 535.000 |
| 3° | 260    | 15,59  | 3,46  | 14.000 | 0,607 | 197.109 | 15,47 | 525.000 |
| 4° | 240    | 15,47  | 3,78  | 14.000 | 0,724 | 231.820 | 15,30 | 515.000 |
| 5° | 220    | 15,32  | 4,15  | 14.000 | 0,879 | 280.245 | 15,10 | 485.000 |
| 6° | 200    | 15,105 | 4,63  | 14.000 | 1,094 | 335.027 | 14,70 | 455.000 |
| 7° | 180    | 14,79  | 5,258 | 14.000 | 1,409 | 434.139 | 14,20 | 425.000 |
| 8° | 160    | 14,288 | 6,123 | 14.000 | 1,911 | 540.348 | 13,30 | 351.000 |
| 9° | 140    | 13,33  | 7,50  | 14.000 | 2,867 |         |       |         |
| =  | 145,99 | 13,70  | 7,00  | 14.000 | 2,50  | 631.317 |       | 552.000 |
| =  | 125,98 | 10,80  | 10,29 | 14.000 | 5,40  |         |       | =====   |

colonna 1 : larghezza del varco (tempo  $t_n$ )

colonna 2 : velocità dell'acqua nell'interno del varco ;

colonna 3 : superficie della sezione liquida nell'interno del varco ;

colonna 4 : portata totale che attraversa il varco ;

colonna 5 : carico cinetico =  $V^2/2g$  ;

colonna 6 : momento ribaltante = quantità di moto/m x braccio (distanza verticale dal fulcro)

colonna 7 : altezza dell'acqua (dal fondo) che scorre ai fianchi del cassone sollevato a 45° ;

colonna 8 : momento resistente = volume attivo (lordo-tara=netto della parte sottostante il pelo libero dell'acqua scorrente ai fianchi, con H = altezza della colonna 7) moltiplicato per il peso specifico dell'acqua e per la distanza del braccio del momento -distanza orizzontale fra singolo baricentro, del volume cassone sotto il pelo libero, ed il punto del fulcro ;

.seconda fase : "ONDA IN LAGUNA"

Superato lo sbarramento (con la semplice inclinazione della paratoia e quindi senza dover ipotizzare cedimenti per rotture o per sovrapposizione di moti ondosi) l'onda si trasferisce, con velocità di m/sec 10 (cioè 30 -:- 40 Km/ora) nell'interno della laguna di Venezia.

Questo "treno d'onde" (ad intervalli regolari di 10 secondi) che investe -all'istante- la superficie d'acqua stagnante della laguna, superato lo sbarramento cambia completamente le sue caratteristiche fisiche : da semplice onda di "vibrazione" (l'onda di oscillazione del mare è semplice trasporto di energie ma non di materia) diventa, all'istante, onda di "traslazione" con reale trasporto di materia oltre che di energie.

Cioè : il "fronte liquido" che si presenta in laguna per tutta l'estensione della sommità dello sbarramento, per una altezza compatta di due metri (quota sommità onda = + m 3,00 quota laguna tranquilla = + m 1,00, differenza = m 2,00), "stramazza" realmente nell'interno della laguna (con caduta libera -nel vuoto- di due metri) e -quindi- non trasferisce semplici moti oscillatori (pur sempre devastanti all'impatto con ostacoli) dell'onda del mare.

Il treno d'onde si sposta verso l'interno della laguna (cioè verso i centri abitati) con velocità = celerità d'onde =  $\sqrt{gH}$  (H = profondità dei canali lagunari) e forma, nel progredire, una singola onda (infatti : le onde iniziali che tenderebbero a disperdersi verso le barene sono rallentate dai bassi fondali lagunari e vengono raggiunte ed inglobate dalle successive onde che hanno celerità superiore viaggiando in altezze d'acqua superiori).

L'altezza di questa singola onda (sommatoria delle varie onde) può superare, per esperienze forniteci dai testi scolastici, il doppio dell'altezza iniziale : cioè, nel caso in esame, l'altezza dell' istantanea inondazione può superare la quota dei cinque metri sul livello del medio mare (quota laguna tranquilla = + m 1,00 da m.m.; altezza onda alla partenza = m 2 aumento d'altezza nel percorso = m 2,00 ; totale metri 5,00 sopra il medio mare).

Per similitudine, immaginiamo di gettare un solo mattone in uno stagno tranquillo : sul pelo libero dello stagno si genera un cerchio d'onde di oscillazione che si propagano nello spazio, attenuandosi -nel progredire della distanza- e raddoppiando la propria altezza nell'urto contro l'ostacolo finale.

In questo caso (pur sempre pericoloso se raffrontato con le grandezze reali in esame) si è trattato di solo trasferimento di energie essendo minima la quantità d'acqua spostata rispetto alla grandezza del volume dello stagno.

Immaginiamo ora di gettare una serie continua di mattoni: nella superficie dello stagno si genera un "treno di onde" con reale trasporto del corrispondente volume di acqua spostata dai mattoni.

Nel caso in esame : nella zona a valle degli sbarramenti si determina una periodica caduta di un enorme volume d'acqua (valutabile dal prodotto della lunghezza della singola onda, da vertice a vertice, per l'altezza media dell'onda e per la luce libera dei varchi portuali in corrispondenza degli sbarramenti : Malamocco m 300, Chioggia m 280, Lido S. Nicolò m 260, Lido Tre Porti m 230 = totale m 1.070,00) e cioè (m 100 x m 1 x m 1.070 =) mc/ogni 10" 107.000,00 .

acqua che sposta acqua nella singola unità di tempo  
in pratica (per similitudine) è come prevedere che in laguna cada una enorme frana di roccia (di pari volume) che (in pari unità di tempo) sposta una enorme massa d'acqua di pari volume

Il primo centro abitato dista dallo sbarramento m 800 ed è raggiunto dalla prima onda nello spazio di un minuto primo (quindi non c'è il tempo per "prepararsi" all'inondazione). In Venezia l'onda arriva dopo circa otto minuti primi.

Nel frattempo è iniziato l'arrivo dell'acqua del mare che, superata l'iniziale forza statica d'inerzia (di tutto l'enorme volume d'acqua "ferma" contenuto nel canale portuale fra lo sbarramento e l'imboccatura con il mare aperto) ed innescato il movimento "fiume" generato dalla notevole cadente idraulica del dislivello -istantaneo- di un metro (differenza di quota fra la superficie "ferma" del mare e la superficie "ferma" della laguna), e con velocità di m/sec 3-4, schiacciato in posizione orizzontale l'irrisorio momento resistente fornito dalle paratoie d'aria dello sbarramento, si precipita verso Venezia per tutta l'altezza della sezione liquida (H = m 10 -:- 11 -:- 14 -:- 17) dello sbarramento del singolo canale portuale.

VAJONT-VENEZIA

Calcolare matematicamente le conseguenze di una simile inondazione esula dal campo tecnico essendo valutabile solo ad evento avvenuto.

SCHEMA ALTIMETRICO

STATICA

sbarramento a mare con paratoie oscillanti progetto "MOSE"

+4.00

sommità sbarramento

quota accumulo onda di progetto

oscillazione sommità paratoie progetto +3.00

quota onda progetto

MARE

LAGUNA DI VENEZIA

+2.00

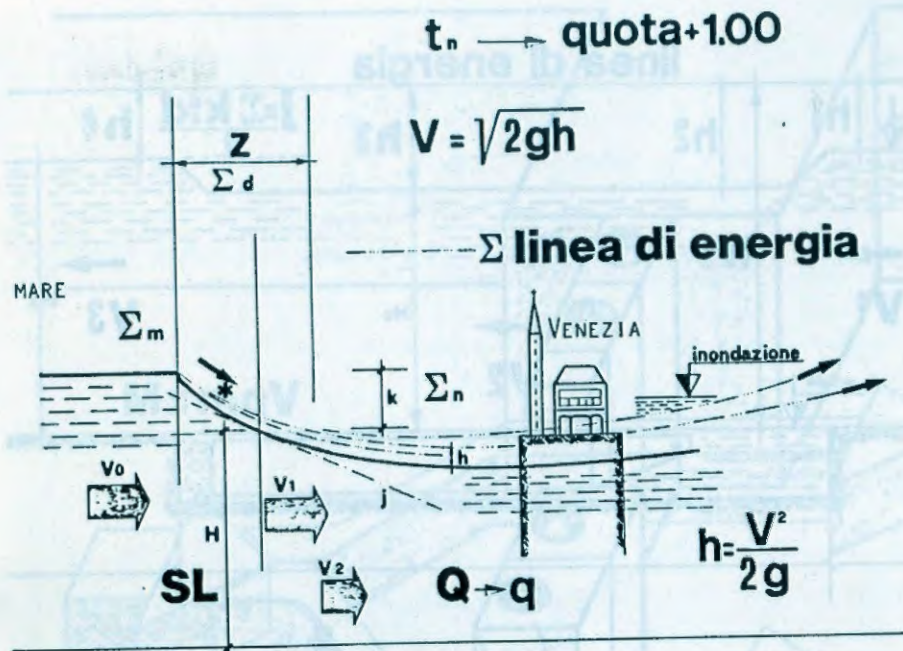
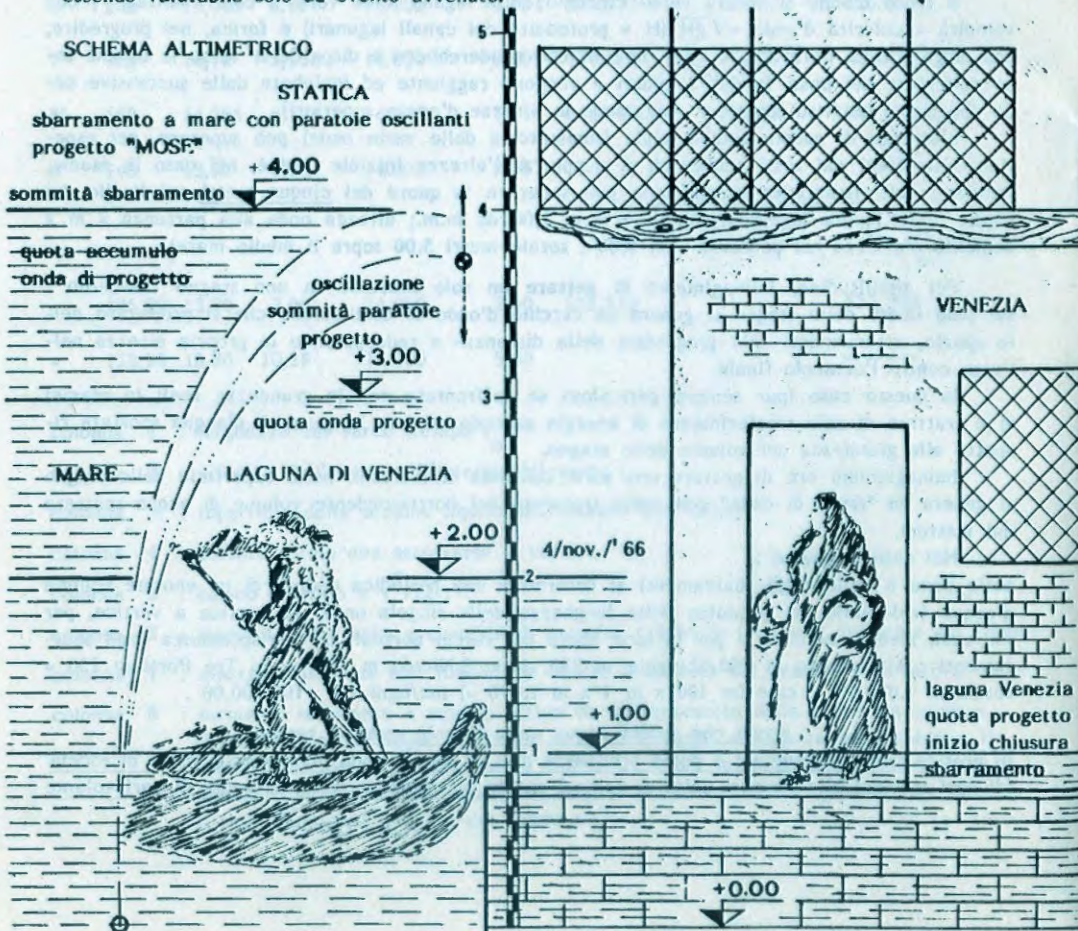
4/nov.' 66

+1.00

VENEZIA

laguna Venezia quota progetto inizio chiusura sbarramento

+0.00



$t_n \rightarrow$  quota +1.00

$V = \sqrt{2gh}$

Σ linea di energia

MARE

Σ<sub>m</sub>

VENEZIA

inondazione

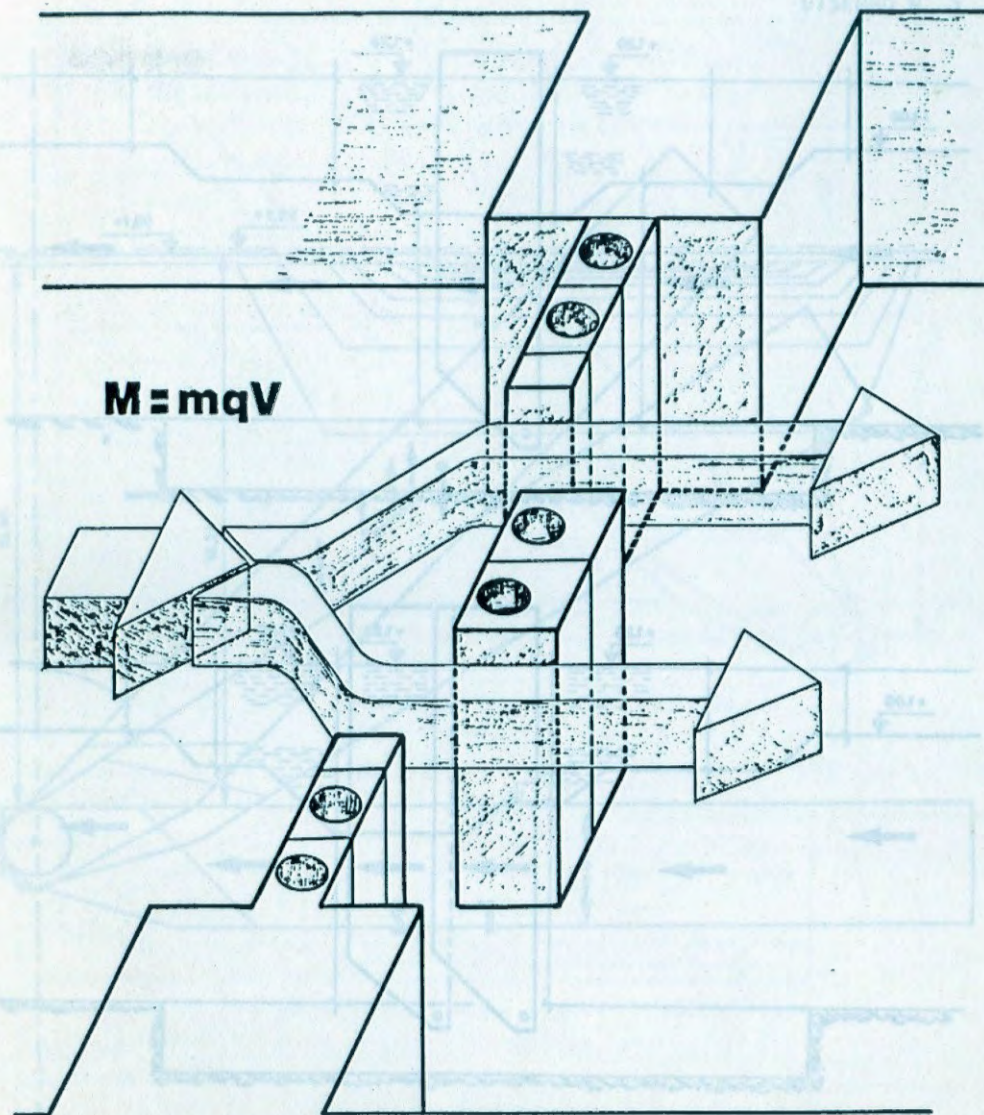
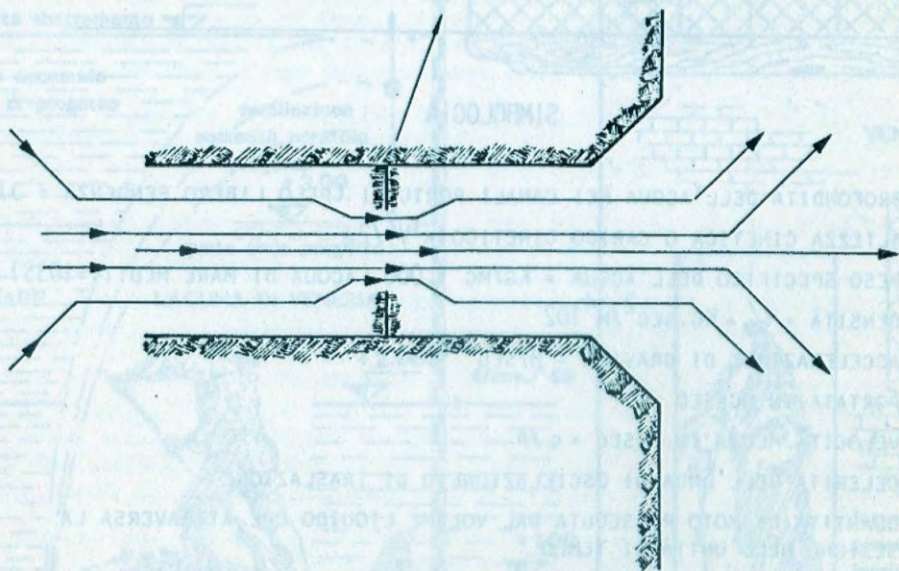
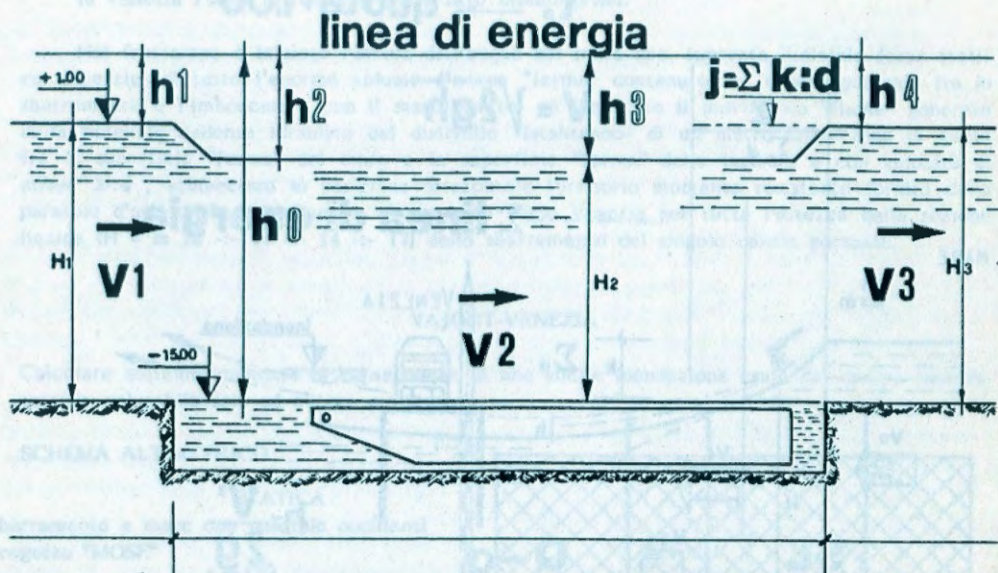
Σ<sub>n</sub>

Q → q

$h = \frac{V^2}{2g}$

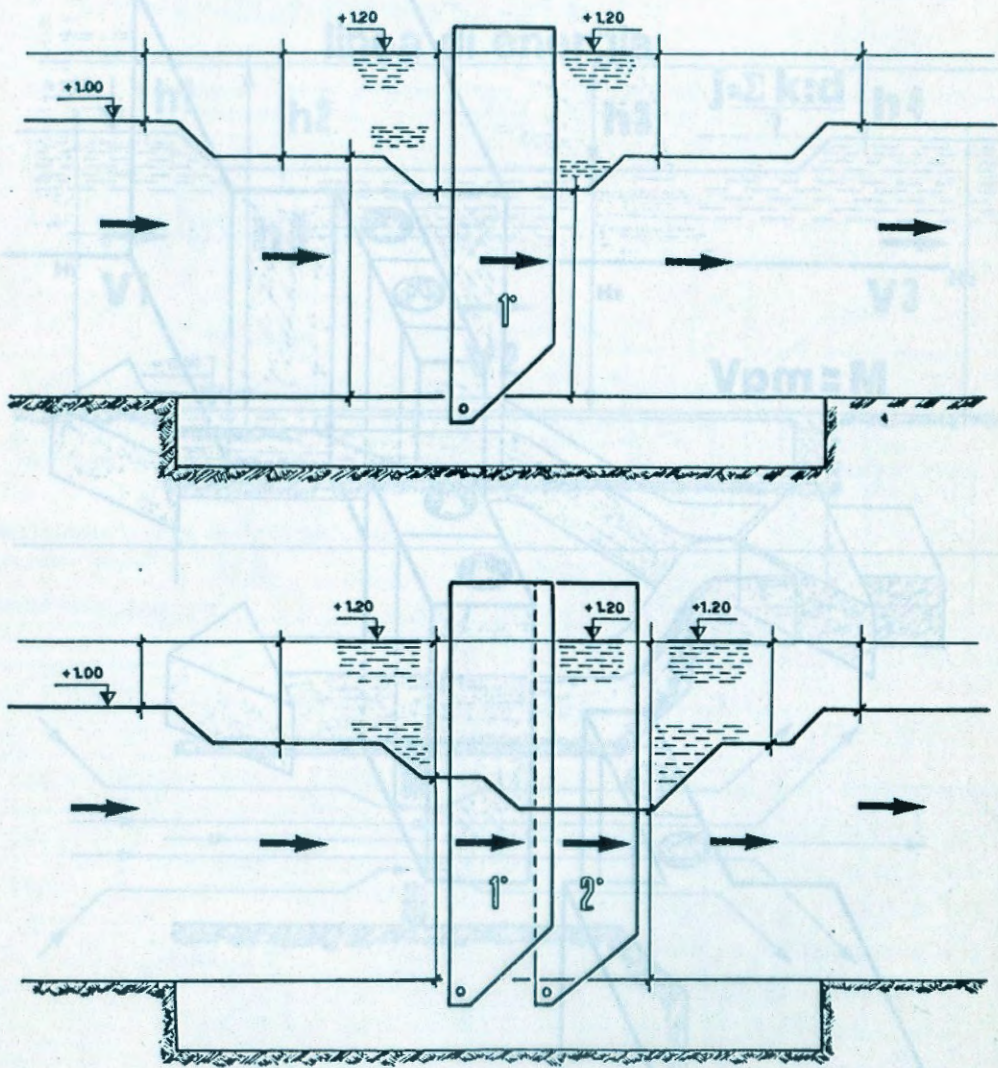
SIMBOLOGIA

- H = PROFONDITÀ DELL'ACQUA NEI CANALI PORTUALI (PELO LIBERO PENDENZA = J)
- h = ALTEZZA CINETICA O CARICO CINETICO =  $V^2/2g$
- γ = PESO SPECIFICO DELL'ACQUA = KG/MC 1.000 (ACQUA DI MARE MEDIT.=1035)
- ρ = DENSITÀ =  $\gamma/g = KG \cdot SEC^2/M^4 \cdot 102$
- g = ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ = M/SEC<sup>2</sup> 9,81
- q = PORTATA IN MC/SEC
- V = VELOCITÀ MEDIA IN M/SEC = q / A
- a = CELERITÀ DELL'ONDA DI OSCILLAZIONE O DI TRASLAZIONE
- Q = QUANTITÀ DI MOTO POSSEDUTA DAL VOLUME LIQUIDO CHE ATTRAVERSA LA SEZIONE NELL'UNITÀ DI TEMPO
- 2L = LUNGHEZZA DELLE ONDE = DISTANZA TRA I VERTICI
- 2H = ALTEZZA DELLE ONDE
- 2T = TEMPO DI PERCORRENZA = DURATA DEL PROGRESSO DI UNA LUNGHEZZA D'ONDA

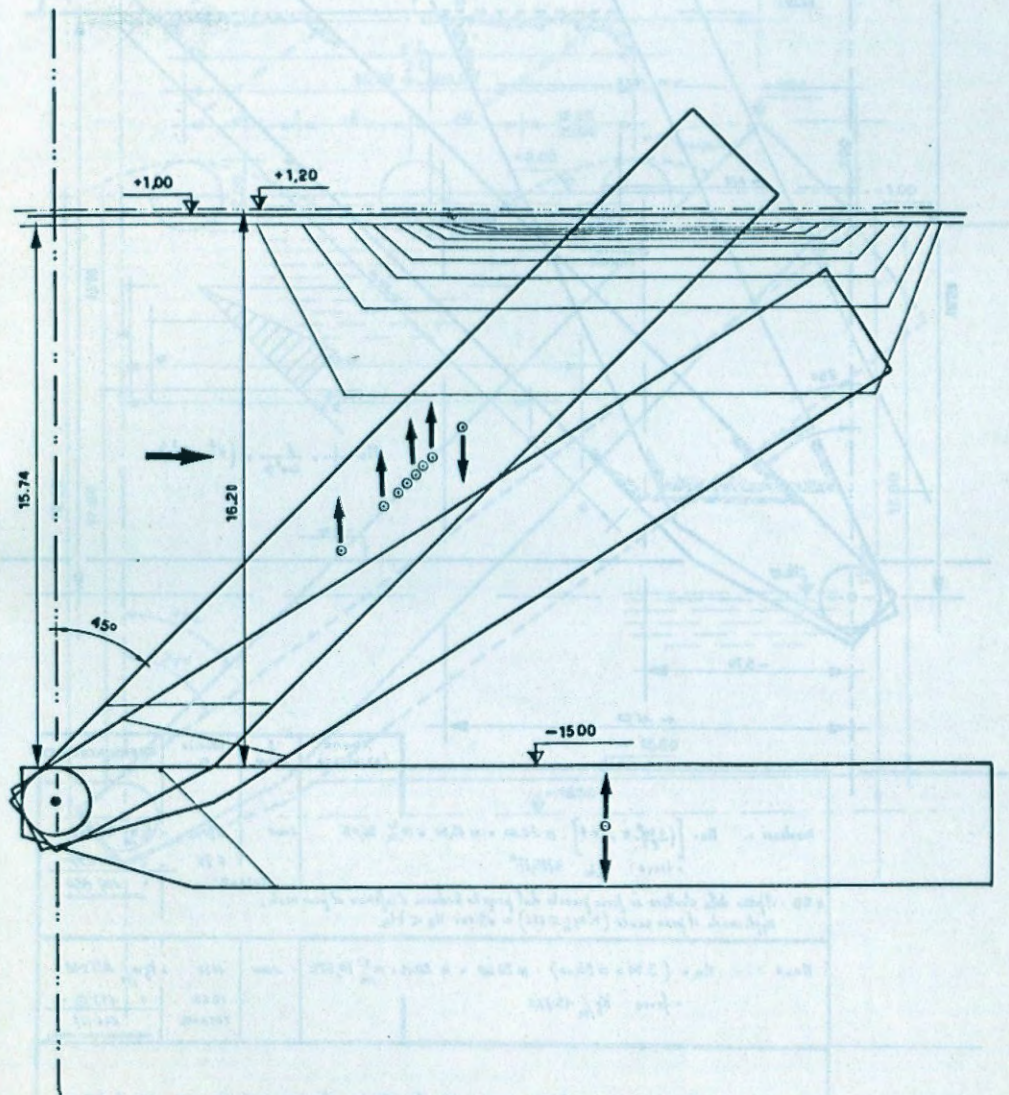


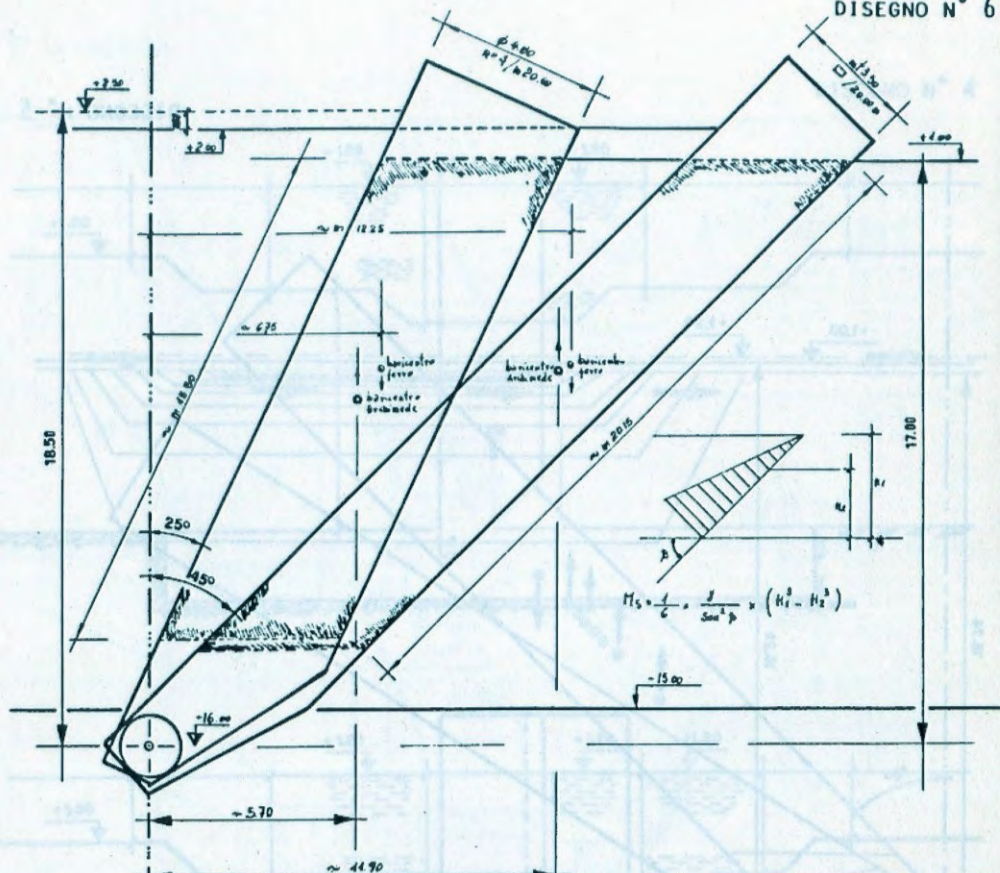


DISEGNO N° 4



DISEGNO N° 5

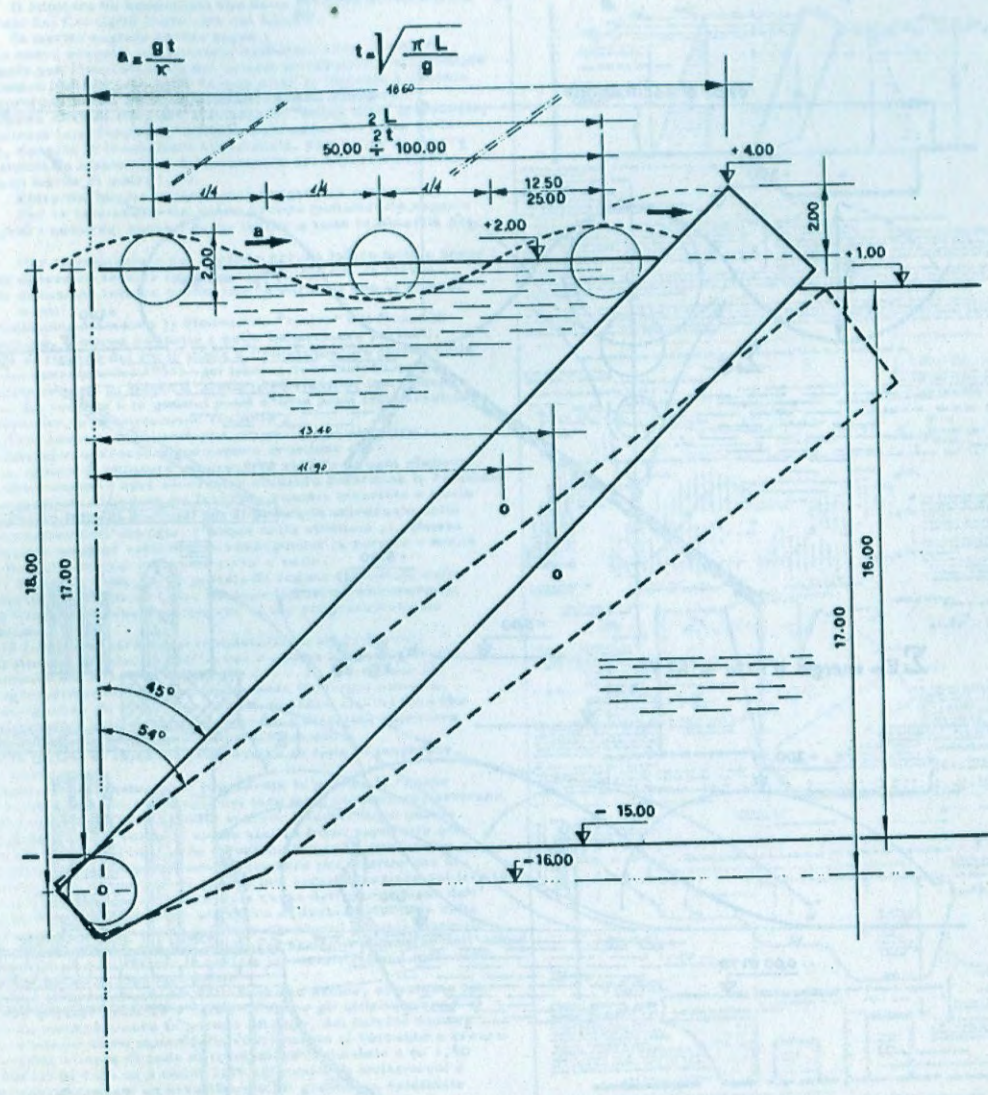




| VOLUME (ARCHIPIEDE)   | J    | BRACCIO m | MOMENTO RESISTENTE         |
|---|------|-----------|----------------------------|
| Nicobazzi: $M_N = \left[ \frac{3 \cdot 20^2}{8} \cdot \pi \cdot e^4 \right] \cdot m \cdot 20.00 = m \cdot 45.50 = m^3 / 56.0\%$<br>- ferro: $\frac{1}{2} m \cdot 4325,77^\circ$ | 1000 | 5.70      | $= \frac{kg}{m} / 31.749$  |
|   |      | 6.75      | $= 31899-$                 |
|   |      | TOTALE    | $= 267.850$                |
| Mose: $M_M = (3.50 \cdot m \cdot 20.00) \cdot m \cdot 20.00 = m^3 / 70,525$<br>- ferro $\frac{1}{2} m / 15.765$   | 1000 | 11.90     | $= \frac{kg}{m} / 237.248$ |
|   |      | 18.25     | $= 473.121-$               |
|   |      | TOTALE    | $= 646.127$                |

Nicobazzi:  $25^\circ \quad M_N(25^\circ) = \frac{1}{6} \frac{1000}{\cos^3(25^\circ)} \times (28,70^3 - 17,70^3) = \frac{1}{6} \frac{1000}{0,82123} \times (4418,625) = \frac{kg}{m} / 267.850$

Mose:  $45^\circ \quad M_M(45^\circ) = \frac{1}{6} \frac{1000}{\sin^3(45^\circ)} \times (41,50^3 - 27,00^3) = \frac{1}{6} \frac{1000}{0,06699} \times (4418,625) = \frac{kg}{m} / 472.875$

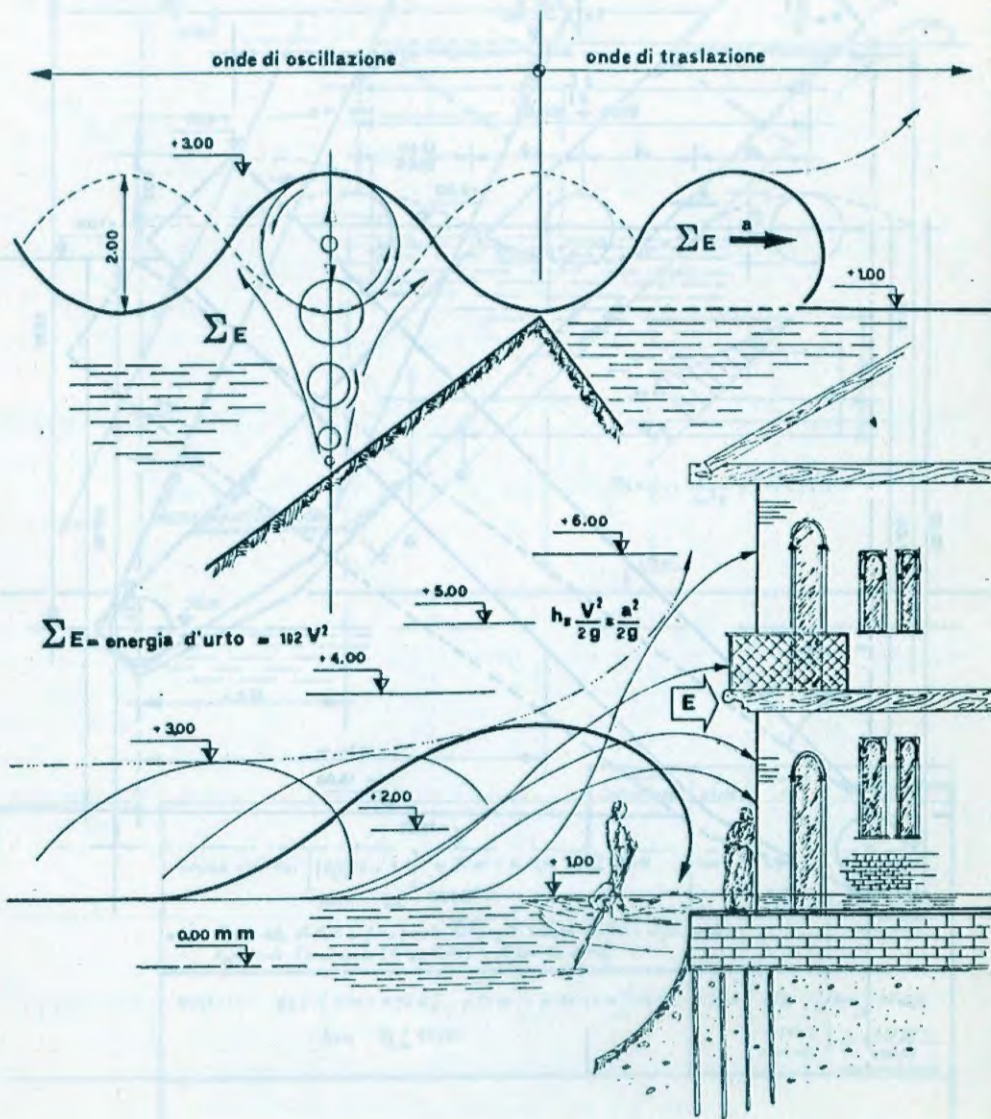


| VOLUME (ARCHIPIEDE)   | J    | BRACCIO m | MOMENTO RESISTENTE         |
|---|------|-----------|----------------------------|
| Nicobazzi: $M_N = \left[ \frac{3 \cdot 20^2}{8} \cdot \pi \cdot e^4 \right] \cdot m \cdot 20.00 = m \cdot 45.50 = m^3 / 56.0\%$<br>- ferro: $\frac{1}{2} m \cdot 4325,77^\circ$ | 1000 | 5.70      | $= \frac{kg}{m} / 31.749$  |
|   |      | 6.75      | $= 31899-$                 |
|   |      | TOTALE    | $= 267.850$                |
| Mose: $M_M = (3.50 \cdot m \cdot 20.00) \cdot m \cdot 20.00 = m^3 / 70,525$<br>- ferro $\frac{1}{2} m / 15.765$   | 1000 | 11.90     | $= \frac{kg}{m} / 237.248$ |
|   |      | 18.25     | $= 473.121-$               |
|   |      | TOTALE    | $= 646.127$                |

Nicobazzi:  $25^\circ \quad M_N(25^\circ) = \frac{1}{6} \frac{1000}{\cos^3(25^\circ)} \times (28,70^3 - 17,70^3) = \frac{1}{6} \frac{1000}{0,82123} \times (4418,625) = \frac{kg}{m} / 267.850$

Mose:  $45^\circ \quad M_M(45^\circ) = \frac{1}{6} \frac{1000}{\sin^3(45^\circ)} \times (41,50^3 - 27,00^3) = \frac{1}{6} \frac{1000}{0,06699} \times (4418,625) = \frac{kg}{m} / 472.875$

# Vajont + Venezia



Padova 27/luglio/1981  
ai PRESIDENTE CONSIGLIO SUPERIORE LAVORI PUBBLICI  
ESPOSTO n° 60

In data 24/luglio/81 il Ministro dei Lavori Pubblici, on. Franco Nicolazzi, ha presentato alla stampa il nuovo progetto ministeriale per la protezione di Venezia dalle "acque alte". Il Ministro ha comunicato che detto progetto dovrà essere approvato dal Consiglio Superiore dei LL.PP.

In merito segnalo quanto segue:  
questo nuovo progetto ministeriale mantiene, come premessa principale per l'impostazione del calcolo matematico, la dogmatica convinzione che la causa dell' "acqua alta" in Venezia è causata dallo approfondimento della città sotto il livello del mare; il progetto afferma che, per eliminare l' "acqua alta" in Venezia, è sufficiente interrompere l'afflusso dell'acqua del mare nella laguna, durante le inondazioni eccezionali, per mezzo di sbarramenti mobili da innalzarsi a bilanciamento del superiore livello statico di marea di metri 1,50.

Entrambe queste impostazioni progettuali sono errate. Per la valutazione del primo errore ministeriale segnalo (di nuovo) i numerosi esposti da me inviati a tutte le Autorità preposte.

Per la valutazione del secondo errore indico quanto segue:  
1 - da deduzione tecnica intuitiva le paratoie non si alzano;  
2 - da deduzione tecnica matematica le paratoie non si alzano.

Infatti:  
intuitivamente: essendo la dimensione "visiva" del flusso di inondazione, a marea montante e nelle imboccature portuali, analoga al ricordo del Po in piena a Pontallegoscuro (prima della rotta del novembre del 1951) ogni ipotesi di arrestare quella imponente energia di massa d'acqua in movimento, con ipotetici cassoni (in lamiera o in gomma) pieni d'aria posti trasversalmente alla corrente, è istintivamente respinta;  
matematicamente: dallo sviluppo matematico di semplice (elementare) conoscenza idrodinamica si ottiene che:  
a/- con ipotesi di chiusura progressiva singola di ogni elemento dello sbarramento; ogni successiva chiusura determina la riduzione della superficie idraulica ma (essendo rimasta invariata a monte ed a valle la linea di energia) per il principio universale della conservazione dell'energia, l'acqua nella strettoia si abbassa ed acquista maggior velocità; di conseguenza la portata a monte della paratoia rimane invariata anche a valle.  
Cioè i 10.000 m³/sec. della portata di regime del canale della imboccatura portuale di Lido, passano inalterati attraverso il varco libero dello sbarramento che si sta progressivamente chiudendo.

Questo fino a chiusura quasi completa dello sbarramento. Nel frattempo la velocità dell'acqua è andata successivamente aumentando (da m/sec 1,5 a m/sec 2,5 - 3 - 4 - 5 - m/sec 6). E progressivamente è andata aumentando l'energia cinetica. Di conseguenza gli ultimi cassoni non possono alzarsi dato che la controspinta dell'acqua in movimento è diventata superiore al momento della spinta idrostatica del cassone.  
b/- con ipotesi di chiusura progressiva su tutta la lunghezza dello sbarramento:  
analogamente alla situazione precedente la portata Q rimane inalterata fino a che i cassoni, nel loro moto ascendente, arrivano all'altezza critica (2/3 h) della sezione liquida. Dopo questa altezza (qualora la forza di spinta statica fosse superiore alla forza idrodinamica) la Q, con direzione Venezia, tenderebbe a diminuire. Ma contemporaneamente (sempre per il principio di conservazione dell'energia) si genera una sovrالعlevatione del livello statico a monte dello sbarramento a causa della formazione dell'onda di ritorno (traslazione periodica di durata valutabile nella grandezza di tre ore prima dello smorzamento). Assintoticamente le forze statiche dei cassoni e le forze statiche dinamiche dell'acqua tendono ad un equilibrio e la portata Q iniziale rimane inalterata.  
c/- con ipotesi di chiusura totale:  
qualora, indipendentemente dalle forze in azione, si volesse ipotizzare di poter riuscire a chiudere anche gli ultimi passaggi in modo da ridurre a zero la portata iniziale, dal calcolo matematico si ottiene che a monte dello sbarramento si verrebbe a creare un'enorme altezza di onda di traslazione (valutabile a m 1,50 nel canale di Lido ed a metri 2,50 nel canale di Malamocco) e contemporaneamente un avvallamento (di grandezza valutabile a m 1,00) a valle dello sbarramento.

Conseguentemente il "bilanciamento" statico del progetto ministeriale sarebbe annullato. Queste valutazioni sono fatte senza tener conto del fattore (peggiore) statico e dinamico delle onde lunghe che da mare si propagano nelle imboccature portuali.

Invio queste "osservazioni" all'indirizzo del Presidente del Consiglio Superiore dei LL.PP. per la opportuna valutazione tecnica nella fase dell'esame del "nuovo" progetto ministeriale.

Contemporaneamente segnalo che gli autori del progetto hanno inserito arbitrariamente alcune mie idee progettuali (seguendo gli esposti) ed aumento delle strettoie fissate dal bando Concorso internazionale).

Ho denunciato alla Magistratura il Ministro Nicolazzi per il reato di furto.

Quindi, oltre alla completa incapacità tecnica dei cosiddetti "scienziati", esiste anche la completa incapacità morale dei cosiddetti "politici".

Ottavio Spagnuolo

GEO di Ottavio Spagnuolo viale F. Cavallotti n° 73 PADOVA

## progetto Nicolazzi ERRORI-ORRORI

GEO 23

GEO n° 73 Cavallotti a 73 Padova

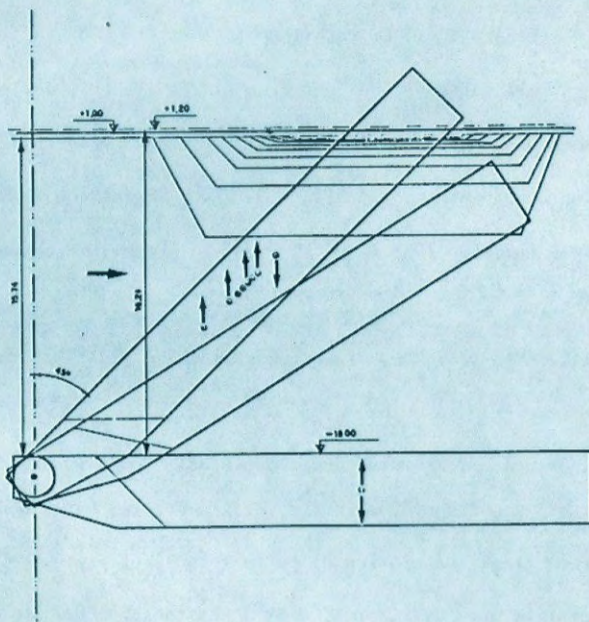
SALVAGUARDIA DI VENEZIA

PROGETTO "MOSE"

4/novembre/1988

IMBOCCATURA DI MALAMOCCO

CALCOLI MATEMATICI DI VERIFICA AL RIBALTAMENTO



GEO

di Ottavio Spagnuolo  
studio tecnico di ricerca  
viale Felice Cavallotti n° 73  
35124 PADOVA  
telefono 049.681244

Padova 15 novembre 1988