

# COMUNE DI SANTA MARINA SALINA

(MESSINA)

## FATTIBILITA', AGGIORNAMENTO E MODIFICA DEL PIANO REGOLATORE DEL PORTO

È copia conforme a quello adottato con delibera consiliare n. 46 del 19-4-1985 approvata dalla C.P.C. nella seduta del 24-6-1985 n. 44164/43569 pr. 8. S. Marina Salina, li 25-3-1986

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

All. 4.4 - Studio del litorale circostante. Relazione.

Palermo, 6 FEB. 1986



REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE  
CONSIGLIO REGIONALE DELL'URBANISTICA

Redatto da:

Ing. M. Napolitano

VISTO: CON RIFERIMENTO AL PROPRIO VOTO

N. 821 del 28-11-86

IL SEGRETARIO

IL SINDACO



REGIONE SICILIANA

Assessorato del Territorio e dell'Ambiente

IL PRESENTE DOCUMENTO COSTITUISCE ALLEGATO

AL D. A. N. 606/87 DEL 17/4/87

L'ASSESSORE





RELAZIONE

IL SINDACO




IL SEGRETARIO COMUNALE





INDICE

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE





## INTERAZIONE TRA LE OPERE E I MATERIALI LITORANEI

1	- INTRODUZIONE	Pag.	2
1.1	- LA PIATTAFORMA CONTINENTALE	"	2
1.2	- ORIGINE DEI MATERIALI LITORANEI	"	3
2	- TIPI FONDAMENTALI DEL TRASPORTO	"	6
3	- VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI MOTO INCIPIENTE	"	8
3.1	- GENERALITA'	"	8
3.2	- IL MODELLO MATEMATICO	"	9
3.3	- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	"	16
4	- STUDIO DELL'INTERRIMENTO DELLO SPECCHIO LIQUIDO PROTETTO	"	18
4.1	- IL MODELLO MATEMATICO DEL TRASPORTO SOLIDO PER SOSPENSIONE	"	18
4.2	- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	"	21

Per quanto contenuto nei capitoli 1 e 2 si rinvia, per maggior dettaglio, all'Allegato 8.1

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE





## 1 - INTRODUZIONE

### 1.1 - LA PIATTAFORMA CONTINENTALE

La piattaforma litoranea o continentale è quella fascia che raccorda le profondità abissali alla terraferma; l'esame delle sue principali caratteristiche assume particolare importanza in quanto risulta sede dei fenomeni di evoluzione litoranea.

La piattaforma continentale è costituita di un supporto naturale roccioso, detto massiccio continentale o substratum, sovrastato da una potente coltre detritica alimentata da una ingente quantità di materiale che, attraverso diverse vie, giunge al mare dalla terraferma.

E' proprio in questa massa di detriti non consolidati che, sotto l'azione combinata di diversi agenti, vengono a innescarsi i movimenti del materiale solido che determinano la continua evoluzione del litorale.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

R



## 1.2 - ORIGINE DEI MATERIALI LITORANEI

Il materiale solido giunge sulla piattaforma continentale attraverso diverse vie in funzione della sua origine. Ed è appunto con riferimento all'origine dei materiali detritici che, qui di seguito, si riporta una schematica classificazione:

a) Materiali dovuti alle torbide fluviali.

Essi sono raccolti dalle pendici del bacino che il corso d'acqua incide e come tali possono essere, quindi, agevolmente individuati.

b) Materiali dovuti alla disgregazione del litorale stesso da parte delle onde, del vento o di altri agenti atmosferici.

E' bene evidente che l'agente di maggiore efficacia disgregatrice, particolarmente in corrispondenza di coste scoscese è il moto ondoso.

c) Residui di origine biologica, dovuti cioè alla flora e alla fauna marina.

Essi possono essere facilmente individuati in numerosi tratti di litorale ricchi di conchiglie e di frammenti silicei o calcarei di alcune spugne ed alghe.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE



d) Materiali dovuti a fenomeni vulcanici e tellurici.

Per quanto riguarda i primi si può osservare che si tratta di un vero e proprio apporto di materiale che resta poi sottoposto all'azione demolitrice del mare.

A questa succinta esposizione bisogna aggiungere, come è ovvio, che la proporzione relativa tra le aliquote di materiale provenienti da tali diverse origini può variare profondamente da una zona all'altra.

In presenza di coste basse, l'elemento prevalente è costituito, nella normalità dei casi, da materiali di apporto fluviale, trasportati sia in sospensione sia per trascinamento.

Particolare importanza riveste invece, per coste erette, l'azione disgregatrice delle onde, la cui produzione di materiale sciolto può risultare, rispetto agli altri, estremamente cospicuo.

Tale materiale può rimanere ai piedi della scogliera in erosione o può essere asportato per alimentare altre zone di costa di cui si favorisce la crescita.

Per ciò che concerne i materiali di origine organica va detto che essi hanno in generale un limitatissimo ri-

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

R



lievo, almeno nei nostri mari.

Lo stesso potrà dirsi riguardo all'apporto di mate-  
riale conseguente a fenomeni vulcanici od orogenetici.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE





## 2 - TIPI FONDAMENTALI DEL TRASPORTO

L'agitazione ondosa, come meglio si vedrà in seguito produce, all'interno della massa liquida, una serie di moti più o meno regolari del materiale solido incoerente presente in essa.

Questi moti, poiché in generale non sono oscillatori e simmetrici, causano il trasporto di tale materiale.

Per potere formulare un modello matematico che possa esprimere adeguatamente tale fenomeno, è in uso distinguere il trasporto in longitudinale e trasversale, cioè rispettivamente parallelo e normale alla linea di riva.

Questa suddivisione, che è senz'altro utile per affrontare lo studio del problema in discorso, è tuttavia solo schematica e molto semplificativa poiché, nella realtà, è difficile stabilire un netto confine fra i due tipi di trasporto, specialmente in quei casi in cui possono rilevarsi elementi di entrambi.

In linea di massima si può dire che, se l'angolo fra il fronte d'onda e la linea di spiaggia non supera i  $5^\circ$ , si può parlare di attacco frontale; se risulta invece

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

R



compreso fra  $5^{\circ}$  e  $10^{\circ}$  iniziano a manifestarsi, in misura crescente con l'angolo, i fenomeni di trasporto longitudinale che prendono decisamente il sopravvento allorché l'angolo supera i  $10^{\circ}$ .

Ma è lungo la linea di frangimento di onde oblique rispetto alla riva che si determina, per effetto della intensa azione turbolenta, un vistoso trasporto chiamato "long-shore" la cui massima velocità si verifica lungo la prima linea di frangenti.

Ai fini pratici, per forti onde frangenti su sabbia fine, si può ritenere che il tenore di sabbia in sospensione resti pressoché costante tra la prima linea di frangimento e la riva, mentre è possibile osservare una brusca riduzione di tale concentrazione, allontanandosi verso il largo da tale linea.

Secondo uno schema estremamente semplificato, il trasporto trasversale può avvenire per trascinamento di fondo o in sospensione. In ogni caso, come meglio si vedrà in seguito, la causa di questo movimento è da ricercarsi nel fatto che le traiettorie delle particelle per effetto del moto ondoso si deformano sempre più procedendo verso riva, tendendo ad aprirsi.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE



### 3-VALUTAZIONI DELLE CONDIZIONI DI MOTO INCIPIENTE

#### 3.1- GENERALITA'

Molti autori hanno studiato i fenomeni del trasporto del materiale incoerente dovuto al moto ondoso ma, come si è già detto, la difficoltà intrinseca dello argomento, il numero e la varietà dei parametri che intervengono, la casualità con cui gli eventi e le situazioni si presentano in natura, non hanno permesso a tutt'oggi di formulare una completa fisionomia qualitativa del problema e tanto meno di esprimere leggi generali che lo governano e che possano essere applicate ai casi pratici che si riscontrano.

In primo luogo è necessario ricordare che le modalità, i tipi, e conseguentemente l'entità del trasporto solido, variano con continuità procedendo dal mare profondo verso la linea di riva.

Lo studio teorico del trasporto solido per effetto del moto ondoso, prende comunque le mosse dall'analisi delle interazioni che si verificano tra il fluido e le particelle incoerenti del fondo e, attraverso varie ipotesi che possono essere introdotte, esprime un legame tra le caratteristiche del trasporto da un lato e quelle del materiale granulare e del moto ondoso incidente dall'altro.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

*[Handwritten signature]*



### 3.2- IL MODELLO MATEMATICO

Per comprendere meglio i meccanismi del fenomeno e la loro variabilità in funzione della profondità può essere utile ricordare qualche nota nozione sulla cinetica delle particelle fluide in seno alla massa liquida sede di un moto ondoso regolare.

In profondità illimitata ( $h/L > 1/2$ ) le traiettorie si discostano molto poco da circonferenze il cui diametro decresce rapidamente lungo la verticale. In questo caso, quindi, gli effetti del moto ondoso sul fondo sono trascurabili e il materiale presente, molto fine, si muove seguendo le leggi della segmentazione.

E' necessario, tuttavia, osservare che la suddetta limitazione  $h/L > 1/2$  deve essere assunta con opportuna cautela poiché la velocità e le pressioni a tali profondità raggiungono in effetti più dell'8% del loro valore in superficie.

In profondità finite ( $1/20 < h/L < 1/2$ ) il fenomeno è molto più complesso, specialmente se il fondo ha una inclinazione non trascurabile. Dalla teoria al primo ordine di approssimazione per onde di piccola altezza in liquido perfetto e profondità,  $h$ , costante si può dedurre

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE



facilmente che le traiettorie delle particelle liquide assumono la forma di ellissi sempre più schiacciate e meno ampie man mano che ci si approssima al fondo. In corrispondenza di questo, com'è ovvio, le ellissi degenerano in segmenti di retta la cui lunghezza varia con l'altezza dell'onda e la profondità relativa. Secondo tale teoria la lunghezza AB di questo segmento è data da:

$$AB = \frac{H}{\sinh Kh} \quad (3.2.1)$$

con H l'altezza dell'onda

$$K = \frac{2\pi}{L} \quad \text{numero d'onda}$$

h profondità

L lunghezza dell'onda

La velocità  $u_b$  della particella liquida che percorre alternativamente tale segmento è:

$$u_b = \frac{gkH}{2\sigma} \frac{\sin(Kx - \sigma t)}{\cosh Kh} \quad (3.2.2)$$

essendo

$$\sigma = \frac{2\pi}{T} \quad \text{la frequenza angolare e T il periodo}$$

dell'onda.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

R



L'espressione della velocità al fondo può porsi nella forma:

$$u_b = \frac{H}{T} \frac{1}{\sinh Kh} \sin(Kx - \sigma t) \quad (3.2.3)$$

Dalla precedente è bene evidente che il valore massimo della velocità orbitale istantanea è:

$$u_{bm} = \frac{\pi}{T} \frac{H}{\sinh Kh} \quad (3.2.4)$$

e risulta tanto più grande quanto maggiore è il periodo che interviene implicitamente anche nel numero d'onda K.

Quando  $u_{bm}$  attinge il valore limite di erosione del materiale di fondo, si comincia ad osservare l'inizio del moto dei granuli per intervalli di tempo generalmente minori del periodo dell'onda in traiettorie oscillatorie e simmetriche rispetto ad una posizione di equilibrio.

E' necessario ancora ribadire che, per le ipotesi fatte, poiché l'assetto delle velocità e degli spostamenti è simmetrico nello spazio e nel tempo, non si determina un trasporto di massa ma ci si trova nella fase di formazione di ondulazioni sabbiose sul fondo, le "ripple marks".

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

R



Il problema dell'inizio del trasporto solido di fondo sotto l'azione del moto ondoso è stato ampiamente dibattuto da diversi AA. che hanno proposto numerosi criteri empirici o teorico-sperimentali basati sull'interpretazione delle interazioni che hanno luogo, nello strato limite di fondo tra il fluido sede di un moto ondoso di assegnate caratteristiche e le particelle di fondo.

Il punto in cui inizia a manifestarsi il movimento dei materiali solidi è, secondo un primo criterio, quello in cui il valore di  $u_b$  risulta pari alla velocità limite di erosione, caratteristica di quel certo materiale.

Il Larras (\*) (\*\*) ha proposto un criterio che consente la valutazione delle condizioni di inizio del trascinamento, attraverso la determinazione della velocità limite di erosione  $u_d$ , cioè del più piccolo valore della velocità massima istantanea in corrispondenza del quale il moto alternativo delle particelle liquide provoca sul fondo incoerente delle piccole ondulazioni che si formano in un lasso

---

(\*) LARRAS J.: "Effets de la houle et du clapotis sur les fonds de sable", 4es. Journ. de l'Hydr., 1956 - Paris.

(\*\*) LARRAS J.: "L'erosio de sables par la houle et le clapotis", Ann. de Ponts et Chauss. sept.-oct., 1957.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

*R*



di tempo così esteso da potersi considerare praticamente infinito.

L'A. ha proposto infatti la seguente relazione di origine empirica:

$$u_d = W_s + 95 \frac{\nu^{1/2} \rho^{1/3}}{T^{1/2}} \quad (3.2.5)$$

avendo indicato con  $W_s$  la velocità di sedimentazione delle particelle in acqua ferma, con  $\rho'$  la loro densità relativa:  $\rho' = (\rho_s - \rho_f) / \rho_f$ , con  $\rho_s$  la densità delle particelle solide e con  $\rho_f$  la densità dell'acqua ed in cui tutte le grandezze sono espresse in unità C.G.S.

La formula di Larras è stata ottenuta con un'indagine sperimentale su canale con particelle di diametro compreso tra 0,06 e 4 mm e peso specifico variabile da 1.05 a 4.70 volte quello dell'acqua e nella condizione che lo strato limite di fondo sia in regime laminare.

L'applicazione numerica dei criteri esposti necessita della conoscenza preliminare di alcune grandezze quali la viscosità cinematica dell'acqua a fissata temperatura e la velocità  $W_s$  di sedimentazione delle particelle solide in acqua ferma.

I valori della viscosità cinematica dell'acqua in cen\_

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE





tistokes sono riportati, al variare della temperatura, nei migliori manuali.

I valori della velocità di sedimentazione delle particelle solide in acqua ferma a 10° C sono ricavabili anche essi dai manuali a partire dalla densità e dal diametro delle particelle.

La correzione di tale velocità al variare della temperatura si ottiene facilmente in funzione del numero di Reynolds  $Re = W_s D / \nu$  corrispondenti al campo di transizione e di validità della legge di Newton, e moltiplicando il valore della velocità di sedimentazione (in cm/sec) a 10° C per  $\nu / 1.31 \times 10^{-2}$  (con  $\nu$  in  $\text{cm}^2/\text{sec}$ ) nel campo di validità della legge di Stokes.

L'applicazione sarà condotta facendo riferimento ad un tipo di materiale di caratteristiche medie come deducibile dalle indagini condotte sulle caratteristiche fisiche e granulometriche del materiale.

Un secondo criterio consiste, più correttamente, nel valutare l'azione di trascinamento,  $\tau$ , connessa al moto ondoso

$$\tau = \xi u_*^2 \quad (3.2.6)$$

dove la velocità di attrito  $u_*$  risulta legata alla velocità al fondo  $u_{bm}$  dalla relazione:



IL SEGRETARIO COMUNALE

R



$$u_* = \left( \frac{8v u_{bm}^2}{\pi \tau} \right)^{1/4} \quad (3.2.7)$$

Tale azione di trascinamento va posta a confronto con quella critica, e cioè il minimo valore acciocché si abbia la messa in moto del materiale:

$$\tau_c = A(\xi_s - \xi_a) Dg \quad (3.2.8)$$

Dove:

A = costante di proporzionalità

$\xi_s$  = densità del materiale

$\xi_a$  = densità dell'acqua

D = diametro del materiale

g = accelerazione di gravità

La condizione per la quale  $\tau = \tau_c$  rappresenta, pertanto, l'inizio del moto di un materiale di caratteristiche note per effetto di determinate ondatazioni.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

*[Handwritten signature]*



### 3.3 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le Figg. da 3.3.1 a 3.3.12 riportano l'andamento delle curve lungo le quali l'azione di trascinamento esercitata dal moto ondoso raggiunge il valore critico.

Ognuna delle suddette figure si riferisce ad una certa terna di valori di altezza, periodo ed incidenza, relativa ad intervalli di ricorrenza pari a 3, 5 e 10 anni.

Dall'esame delle suddette figure si osserva che, nella attuale configurazione, il dispositivo pone l'imboccatura su fondali tali da consentire un facile accesso all'interno dello specchio liquido protetto a tutti i granuli con diametro inferiore a  $0,90 \pm 1,00$  mm, che, per l'arenile in parola, costituiscono il 50 % circa dei materiali presenti, come si evince dall'osservazione delle curve granulometriche.

Le curve relative ai suddetti valori del diametro si pongono, infatti, usualmente al largo rispetto alla bocca di accesso, anche per tempi di ritorno di soli 3 anni.

Lo schema planimetrico attuale del dispositivo, con la sua conformazione, consente una distribuzione delle altezze d'on\_ da all'interno tale da generare un deposito di materiale

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

R



prevalentemente trasportato per sospensione.

Il fenomeno dell'interrimento potrà, pertanto, essere contenuto solo spingendo al largo il passo di accesso, fino a raggiungere una isobata pari a circa 6,00 m.

Si manifesta, inoltre, la necessità di proteggere dalle azioni prevalenti provenienti da NE connesse sia alle correnti sia al moto ondoso, tramite un prolungamento del molo di sopraflutto, ed una loro successiva rotazione in direzione S che valga a riparare ulteriormente dalle azioni, seppur meno intense delle precedenti, provenienti dal secondo quadrante; a tali ultimi tratti, inoltre, viene demandato il compito di arrestare il processo di trasporto per trascinamento che, con l'attuazione dei provvedimenti proposti, potrebbe, al più, causare una modesta zona di accumulo, dovuto a trasporto di fondo, nell'immediata ombra geometrica dell'avamposto, lasciando, in ogni caso, libera tutta la zona destinata all'ormeggio, per il solo bacino turistico-peschereccio.

Sotto questo profilo sembra, pertanto, di poter concludere che il lay-out 6 (All. 2.2) soddisfa le condizioni poste.

Si ravvisa inoltre l'opportunità di prevedere adeguati ricircoli d'acqua tramite la creazione di specifiche canalette di vivificazione.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE





#### 4 - STUDIO DELL'INTERRIMENTO DELLO SPECCHIO LIQUIDO PROTETTO

##### 4.1 - IL MODELLO MATEMATICO DEL TRASPORTO SOLIDO PER SOSPENSIONE

Il trasporto solido in sospensione assume primaria importanza nella zona che si estende dalla fascia dei frangenti alla linea di riva; esso, infatti, si manifesta allorquando le forze idrodinamiche, connesse al moto ondoso, risultano sufficientemente elevate da sollevare i grani dal fondo e mantenerli sospesi sotto l'effetto della turbolenza.

L'equazione della variazione della concentrazione  $C(x, y, z, t)$  in seno alla massa liquida, può essere scritta, a partire da quella della conservazione della massa scritta, come segue, in termini vettoriali:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \text{div} \left\{ C(\vec{V} + \vec{W}) - \epsilon_m \text{ grad } C \right\} = 0 \quad (4.1.1)$$

essendo:

$\epsilon$  = coefficiente di diffusione molecolare

$\vec{V}$  = velocità principale del fluido

$\vec{W}$  = velocità di sedimentazione delle particelle di diame\_

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE



metro  $D$ , che, indicando con  $\nu$  la viscosità cinematica e con  $\rho$  densità, si scrive:

$$W = \frac{g}{18\nu} \left( \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \right) D^2 \quad (4.1.2)$$

Nel regime turbolento debbono introdursi le fluttuazioni turbolente  $\bar{V}'(u', v', w')$  e  $\rho'$  attorno ai valori medi locali  $\bar{V}$  e  $\bar{C}$ .

Eseguendo allora il calcolo relativo ai valori medi, ricordando, inoltre, che il campo è solenoidale, le componenti del flusso dovuto alla diffusione possono esprimersi in funzione dei gradienti di concentrazione, come segue, introducendo i coefficienti di diffusione turbolenta  $K_x, K_y, K_z$ :

$$\text{div } \overline{C'V'} = - \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \right\} \quad (4.1.3)$$

La risoluzione dell'equazione della diffusione consente di valutare la concentrazione noti che siano il coefficiente di attrito al fondo, la velocità orbitale al fondo,  $u_0$ , e il semiasse orizzontale della traiettoria orbitale al fondo  $a_0$ .

Da quanto detto si comprende come la conoscenza del

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

*[Handwritten signature]*



campo delle velocità sia di fondamentale importanza nel\_ lo studio del fenomeno di trasporto solido in sospensio\_ ne in prossimità della riva.

Nota l'espressione della concentrazione, il traspor\_ to solido in sospensione,  $S_s$ , potrà essere calcolato a partire dalla più generale relazione:

$$S_s = \frac{1}{T} \int_0^t \int_{\delta}^{h+n} (u + u') C dt dz \quad (4.1.4)$$

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

*R*



#### 4.2 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'utilizzazione del modello matematico di cui al paragrafo precedente comporta la conoscenza delle caratteristiche del campo idrodinamico generatosi, all'interno dello specchio protetto dalle opere, per effetto delle deformazioni che la stessa genera sul moto ondoso incidente.

Nelle equazioni relative allo studio sedimentologico compaiono, infatti, non solo l'altezza d'onda, ma anche la componente orizzontale della velocità orbitale e l'escursione orizzontale al fondo.

Le suddette tre grandezze variano, ovviamente, da punto a punto secondo le leggi definite dagli effetti di diffrazione attorno alla testata dell'opera di difesa.

Si è ritenuto, per comodità di lettura, passare da una rappresentazione puntuale ad una contraddistinta da curve ad eguale concentrazione adimensionale.

Le figure, cui dappresso si farà riferimento rappresentano, appunto, l'andamento delle curve di eguale coefficiente di concentrazione definito dal rapporto fra la concentrazione nel punto all'interno del bacino e quella all'esterno.

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

*[Handwritten signature]*



Si osservi, inoltre, che lo studio in argomento prevede la conoscenza della velocità principale del fluido e del diametro delle particelle in sospensione; in questa sede, in attesa di tarare il modello matematico con rilievi di pieno campo, si è ipotizzato un valore realistico della velocità principale (0,20 m/s) e si è assunto il valore del diametro da apposite analisi granulometriche.

Analogamente a quanto fatto in precedenza, si sono prese in esame mareggiate provenienti da diverse direzioni e per diversi tempi di ritorno come indicato in calce alle figure.

Le Figg. da 4.2.1 a 4.2.12 riportano i risultati ottenuti, nelle suddette condizioni; dall'esame delle figure, al piede di ognuna delle quali è indicato anche il corrispondente valore dell'altezza d'onda incidente e del periodo, si ricavano le seguenti considerazioni di carattere generale.

Mano a mano che ci si allontana dall'imboccatura dell'opera portuale si riscontra una diminuzione della concentrazione dei materiali solidi; ciò è connesso alla minore capacità del fluido di mantenere in sospensione le particelle a seguito dello smorzarsi delle caratteristiche

IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

R



cinematiche delle onde per effetto della diffrazione.

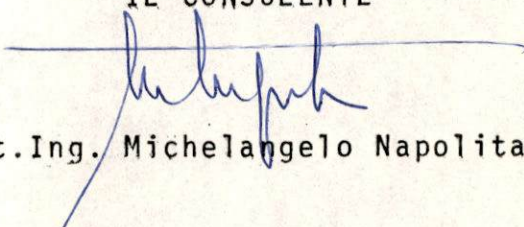
Alla stessa causa è dovuto, peraltro, l'aumentare della concentrazione al crescere del periodo.

Si osservi, inoltre, che i più elevati valori di concentrazione all'interno dello specchio liquido protetto, nello schema proposto, si manifestano in concomitanza di eventi da  $108,68^\circ$  N sottocosta.

Infine, è doveroso sottolineare che al lay-out esaminato cui è stata data una forma particolare nell'intesa di trattene il materiale solido, competono, nei fatti, apprezzabili variazioni nella distribuzione della concentrazione tali da giustificare l'adozione in particolare, appunto, per eventi da  $108,68^\circ$  N sottocosta.

Palermo,

IL CONSULENTE

  
(Dott. Ing. Michelangelo Napolitano)

  
IL SINDACO



IL SEGRETARIO COMUNALE

