



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Corso di Regime e Protezione dei Litorali

L'IDROSFERA

Prof. Ing. Enrico FOTI

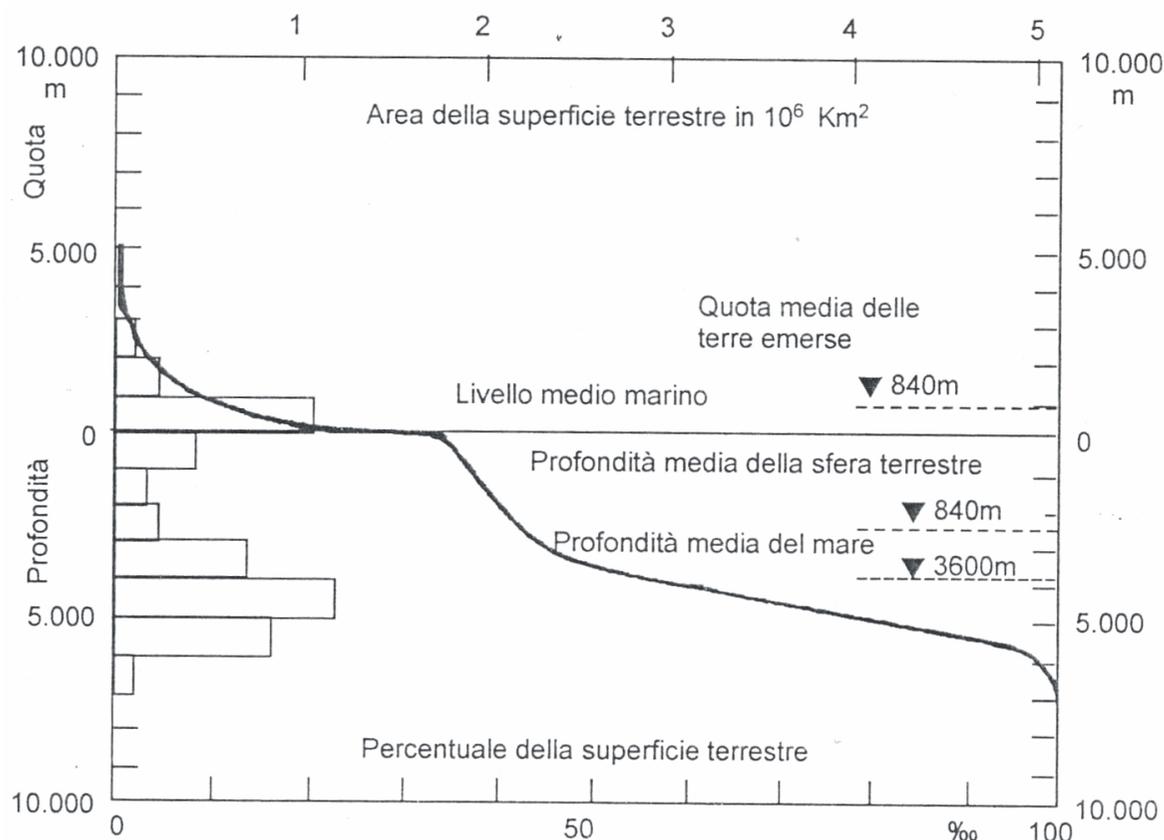
GENERALITÀ

Le acque della superficie del globo costituiscono nel loro insieme l'Idrosfera. Dette acque occupano una superficie di $365 \times 10^6 \text{ Km}^2$ (70.8 %) contro i $144 \times 10^6 \text{ Km}^2$ occupati dalle terre emerse.

Le acque marine sono usualmente suddivise in tre "Oceani": l'Oceano Atlantico, l'Oceano Pacifico e l'Oceano Indiano.

Gli Oceani comprendono i cosiddetti "mari" collegati agli Oceani stessi in modo più o meno imperfetto.

Il nome di Oceani viene quindi riservato alle grandi masse d'acqua caratterizzate da notevoli profondità.



Curva ipsografica dell'area terrestre in funzione della quota al di sopra e al di sotto del livello medio marino.

CARATTERISTICHE DELL'IDROSFERA: SALINITÀ E TEMPERATURA(1/2)

Per chiudere con le caratteristiche del mare, bisogna ricordare le proprietà chimico-fisiche dell'acqua di mare.

L'acqua viene detta salata per la presenza predominante di cloruro di sodio (NaCl). Sono tuttavia presenti altri 32 elementi semplici che, tutti insieme, costituiscono il grado di salsedine dell'acqua marina che varia da 13 a 46 ‰. Il valore medio usualmente assunto è del 34-35 ‰ di cloruro di sodio.

Temperatura e salinità sono fattori essenziali per i movimenti delle masse oceaniche, alla stessa stregua di quanto lo sono la temperatura e l'umidità dell'aria per i movimenti atmosferici.

Le variazioni temporali della temperatura hanno periodo giornaliero, mensile, stagionale ed annuale e le loro massime escursioni si verificano alle medie latitudini, mentre ai poli si smorzano. I valori medi sono prossimi al punto di congelamento ai poli ($-2\text{ }^{\circ}\text{C}$) e attorno ai $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ all'equatore.

In profondità, alle medie e basse latitudini, la temperatura decresce rapidamente tanto che verso i 100-150 *m* si raggiunge in pratica l'omoterminia ($-12\text{ }^{\circ}\text{C}$).

CARATTERISTICHE DELL'IDROSFERA: SALINITÀ E TEMPERATURA(2/2)

La salinità varia più irregolarmente sia nello spazio che nel tempo. La sua variazione temporale è quasi insignificante in oceano aperto alle medie e basse latitudini, mentre a latitudini maggiori si hanno scarti più sensibili perché il congelamento fa aumentare la quantità di sale nell'acqua che si mantiene liquida, mentre il disgelo libera acqua abbassando la salinità (l'escursione può raggiungere il 15 ‰).

In generale il grado di salsedine è più basso in prossimità delle coste.

Il peso specifico dell'acqua marina varia col grado di salsedine (e, ovviamente, con la temperatura).

A 15 °C si assume che il peso specifico vari in media tra 1005 e 1035 Kg/m^3 .

Per il Mediterraneo si assume il peso di 1029 Kg/m^3 alla temperatura di 12 °C. Detto valore infatti si riscontra quasi costante alla profondità di 10-12 m.

IL LIVELLO MEDIO DEL MARE (1/2)

Il livello del mare muta continuamente sotto l'azione di varie cause (maree, onde, sesse, venti, la pressione barometrica e le correnti). Tuttavia le variazioni indotte da dette cause si bilanciano entro intervalli temporali abbastanza lunghi, pertanto il livello oscilla intorno a quella stessa posizione media che esso occuperebbe se quelle cause non esistessero, ossia se le acque fossero soggette alla gravità e alla forza centrifuga proveniente dalla rotazione terrestre.

Quella posizione media viene definita **livello medio del mare**.

Così definito, tale livello è unico per tutto il globo terrestre ed è praticamente invariabile.

E' da sottolineare come oltre alle cause assolute anzi citate, variazioni del livello possono essere dovute anche ai bradisismi, cioè a spostamenti verticali localizzati della terra ferma (sia di emersione che di immersione). Detti movimenti, in generale lenti, possono assumere importanza per le opere marittime.

IL LIVELLO MEDIO DEL MARE (2/2)

Per l'ingegneria marittima, le cause più importanti di variazione del livello del mare dipendono dalla pressione barometrica e dai venti.

Lungo le coste del Mediterraneo, quando d'inverno dominano sull'Europa forti pressioni, in certi punti a bassa escursione di marea, il mare sembra quasi si ritiri.

Spesso all'azione delle variazioni barometriche si associa quella dei venti, i quali, d'altronde, dipendono dalle prime. Il fenomeno si produce in maniera evidente laddove spirano venti di grande intensità dal continente verso il mare (Tramontana a Genova, Bora a Trieste, ecc.). In altri casi il vento, soffiando dal mare verso la costa, accumula l'acqua contro la riva e, quindi, ne alza il livello.

Quest'ultimo fenomeno si verifica dappertutto, anche se risulta più rilevante se la costa assume forme ad insenatura, il che fa trasportare l'acqua in sezioni sempre più limitate.

Nel Mediterraneo si possono avere escursioni di 1-1.5 *m*; nel Mar Baltico, dove il fenomeno è più frequente, si possono avere variazioni di: 1.2-1.5 *m* (massimi rilevati di + 3.4 *m* e - 2.2 *m*).

DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DEL MARE (1/3)

Nei porti italiani il livello medio del mare è indicato dallo zero di scalette idrometriche applicate alle fronti dei moli.

Ove non esista, né sia possibile farne il trasporto da punti vicini mediante livellazione, può ricorrersi ad una scaletta provvisoria o ad un mareografo. Nel primo caso, è richiesta una lettura frequente (ogni ora) per un periodo sufficientemente lungo in maniera tale da poter trascurare variazioni locali meteorologiche.

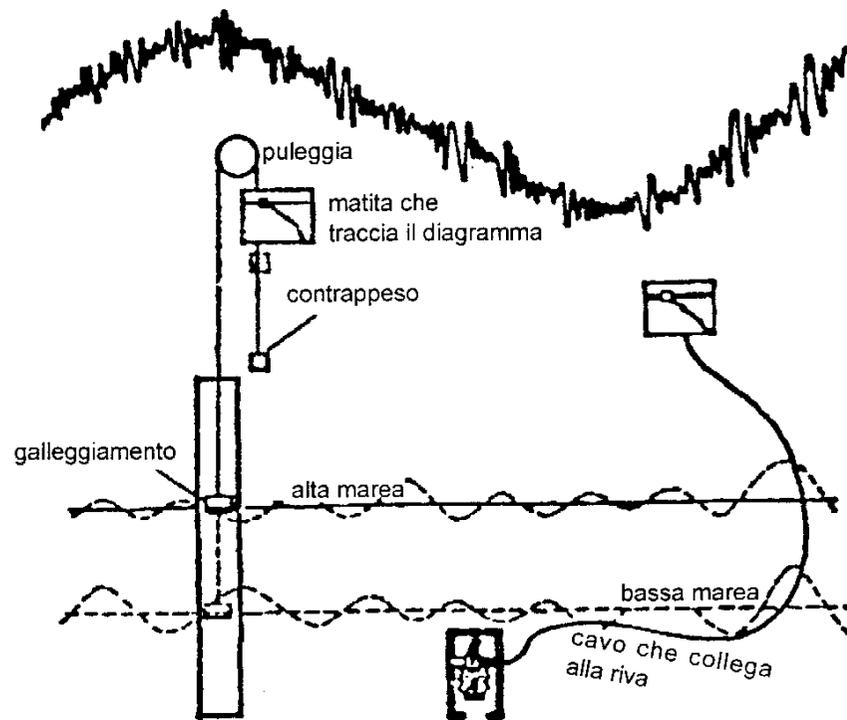
Per la determinazione del livello medio del mare M sui dati di tre maree osservate (ossia dei rispettivi livelli di bassa e alta marea) si può utilizzare la formula empirica (de La Graye):

$$M = \left\{ \frac{1}{16} [h_1 + 4(H_2 + h_2) + 3(H_1 + h_3) + H_3] \right\}$$

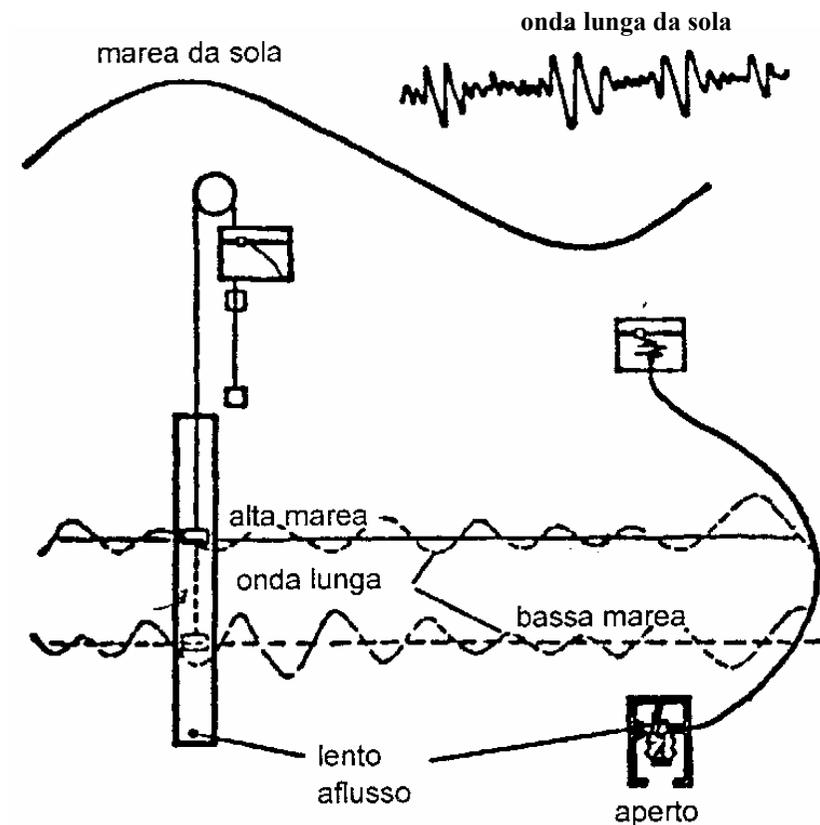
dove h_i e H_i indicano rispettivamente i valori dei livelli di bassa e alta marea per ciascuna delle tre maree osservate.

DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DEL MARE (2/3)

Di seguito sono riportati due tipi di mareografi



MAREOGRAFO A TUBO APERTO



MAREOGRAFO A TUBO CHIUSO

DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DEL MARE (3/3)

Il miglior modo è quello di affidarsi ad un mareografo, strumento in grado di registrare con continuità l'altezza della superficie del mare e tracciare il diagramma delle relative variazioni.



LE MAREE E LE CORRENTI

Le *maree* sono create dall'attrazione gravitazionale della luna (e in misura di gran lunga minore del sole). Queste forze di attrazione, unitamente al fatto che il sole, la luna e la terra sono in moto relativo l'una all'altra, provocano dei movimenti nelle masse oceaniche di tipo periodico. L'effetto delle maree varia notevolmente con la posizione geografica, potendo passare dagli 8 m a pochi centimetri.

Le *correnti* possono talvolta giocare un ruolo determinante nel sistema fisico costiero. Alcune di esse sono generate da gradienti di pressione che si instaurano tra aree di mare a diverse quote (e.g. per effetto delle maree in prossimità di lagune). Oppure tra aree soggette a condizioni meteorologiche diverse. Anche il vento può generare correnti superficiali. Altra causa di generazione delle correnti litoranee ("*longshore current*" nella letteratura anglosassone) è data dalle onde quando si propagano verso la riva con un angolo di incidenza.

GENERAZIONE DEL MOTO ONDOSO

Come già detto, la superficie del mare assorbe gran parte dell'energia radiata dal sole generando gradienti di temperatura che producono i venti superficiali. Questi *venti* così generati soffiando sull'acqua restituiscono parte dell'energia attraverso la *generazione del moto ondoso*.

Le onde viaggiano quindi sugli oceani (non viaggia l'acqua ma solo la perturbazione!) e, una volta raggiunte le terre emerse, spendono la restante energia sulla spiaggia. Si noti come la potenza delle onde può variare da 1.4 MW/km in un giorno di calma (onde non più alte di 0.5m) a 25-30 volte questo valore in un giorno di mareggiata.

E' chiaro come i movimenti del mare che contribuiscono alla modellazione dei litorali comprendono anche le *maree*, le *correnti* e gli *tsunami*. Tuttavia il maggior contributo energetico al sistema mare-spiaggia è fornito dalle onde generate dal vento ("*wind waves*" nella letteratura anglosassone).

Nel seguito entreremo un po' più nel dettaglio circa la generazione e propagazione del moto ondoso.