

A photograph of a beach with turquoise water and a clear blue sky. The water is a vibrant turquoise color, and the sky is a clear, bright blue. A sandy beach is visible in the foreground, with gentle waves lapping at the shore. In the distance, a small town or village is visible on the horizon.

LE MAREE

Carlo Genzo

© 2010-2011 Nuova Secondaria EDITRICE LA SCUOLA

Le maree (A)



- Il livello del mare cambia nel corso di una giornata

Il fenomeno delle maree (A)

Su quasi tutte le coste il livello delle acque si alza due volte al giorno e si abbassa due volte.

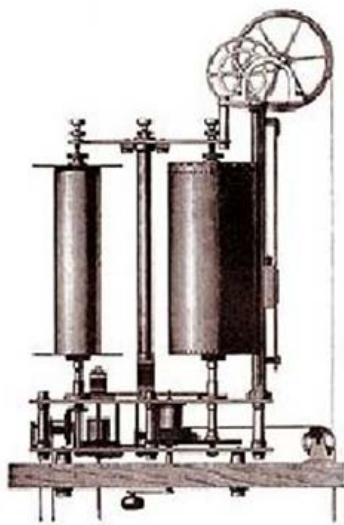
L'intervallo di tempo (periodo) tra due alte maree (o tra due basse maree) è di 12 ore e 25 minuti.

L'ampiezza di marea è il dislivello tra alta e bassa marea.



Barche in secca in un porticciolo dell'Irlanda durante la bassa marea

Strumenti per misurare le maree (B)



Mareografo meccanico.

Per misurare le maree si usavano, fino al secolo scorso, mareografi meccanici. Il pennino scrivente registrava sulla carta in rotazione il livello di un galleggiante, disposto in un pozzetto, in comunicazione col mare. (questo, al fine di evitare le perturbazioni dovute alle onde)

Attualmente si usano mareografi digitali o analogici, con registrazione elettronica dei dati.

Ipotesi mitologiche sull'origine delle maree (A)

Le maree sono oscillazioni periodiche del livello del mare.

Le prime spiegazioni sulle cause delle maree erano mitologiche. Si pensava, ad esempio che un gigantesco mostro marino potesse produrre la bassa marea quando beveva, e l'alta marea quando orinava.



Nettuno, dio del mare

Altri consideravano la Terra come un enorme essere vivente: quando inspirava l'acqua veniva assorbita dalle caverne marine (= bassa marea), quando espirava veniva espulsa da queste (= alta marea).

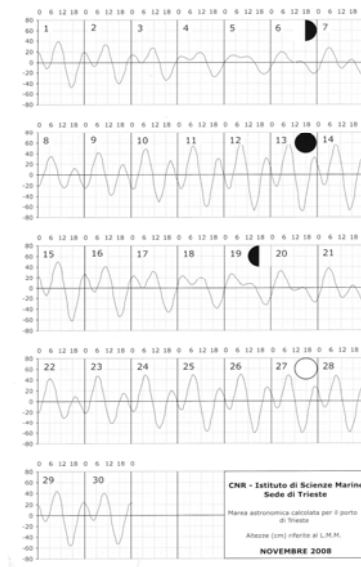
Ipotesi antiche sull'origine delle maree (A)

Gli antichi Greci formularono le prime osservazioni scientifiche sull'origine delle maree.

L'astronomo Posidonio (135 ?– 51 ? a.C.) osservò che le alte maree si verificavano dopo il passaggio della Luna sul punto più alto dell'orizzonte, ed anche circa mezza giornata dopo.

Plinio il Giovane (61-113) notò che anche il Sole influenzava le maree, modificandone l'ampiezza.

L'ampiezza delle maree (A)



Per ampiezza delle maree si intende la differenza tra il livello massimo (alta marea) ed il livello minimo (bassa marea).

E' noto da tempo che l'ampiezza della marea è maggiore quando si ha luna piena o luna nuova, ed è minore quando la Luna è al primo e al terzo quarto.

L'influenza della Luna (A)



L'influenza della Luna sulle maree è scientificamente dimostrata.

Ipotesi moderne sull'origine delle maree (A)

Nel Seicento Galileo Galilei (1564-1642) interpretò le maree come prova

importante dei movimenti della Terra.

Secondo lo scienziato le acque non si adeguavano immediatamente alla rotazione e alla rivoluzione della Terra.

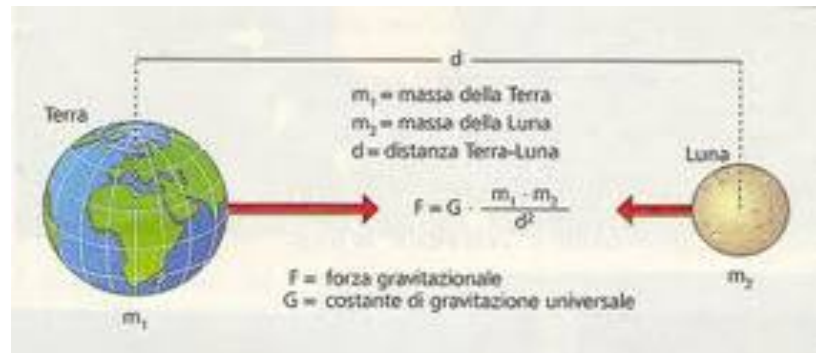
Questo generava variazioni nel livello dei mari.

Fu però Newton (1642-1727), con la scoperta della legge di gravitazione universale, a dare per primo una interpretazione corretta delle maree.



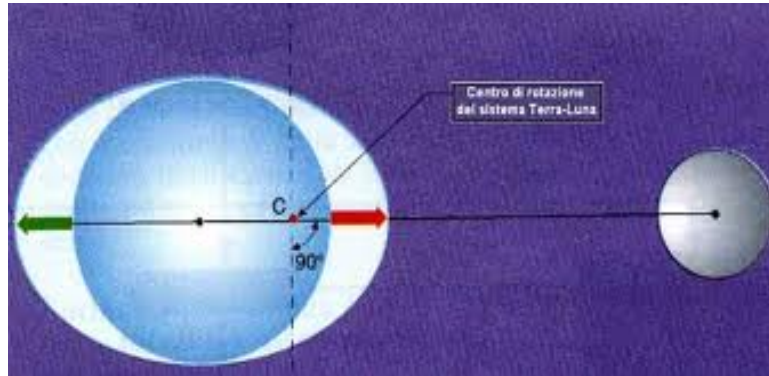
Isaac Newton

L'attrazione Luna – Terra (A)



Secondo questa legge Terra e Luna si attraggono reciprocamente, con intensità proporzionale al prodotto delle loro masse e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

Localizzazione delle alte maree (A)



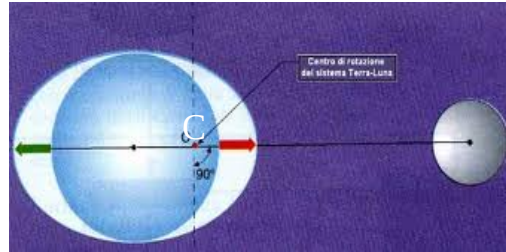
Le acque possono scivolare rapidamente da un punto all'altro degli oceani a differenza delle particelle che formano la crosta terrestre (rocce).

Pertanto, per attrazione reciproca, si avrà alta marea quando la Luna passa sul meridiano del luogo. (freccia rossa)

© 2010-2011 Nuova Secondaria EDITRICE LA SCUOLA

Esistono tuttavia anche oscillazioni (piccolissime) della crosta terrestre, note come maree terrestri. Esse sono misurabili con pendoli estremamente precisi.

Localizzazione delle alte maree (A)



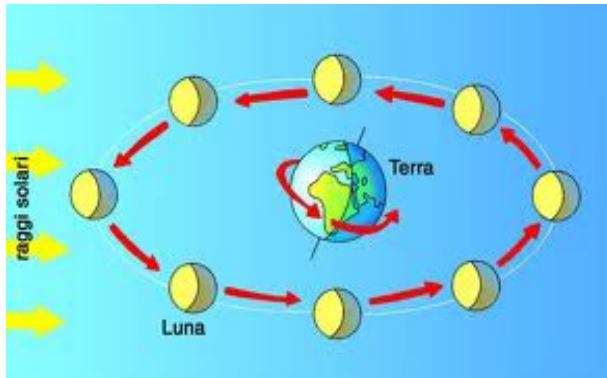
Ma si avrà alta marea anche agli antipodi del meridiano. (freccia verde)

Per quale motivo?

G.H.Darwin (1845-1912) ha considerato i due corpi Terra – Luna come un unico sistema, il cui baricentro coincide con C. (Si trova all'interno della Terra perché questa ha una massa maggiore rispetto alla Luna)

Il sistema Terra –Luna è in rotazione su se stesso: a causa della forza centrifuga l'acqua tende a “scappare” in direzione della freccia verde, che è più lontana dal baricentro.

Il periodo delle maree (A)



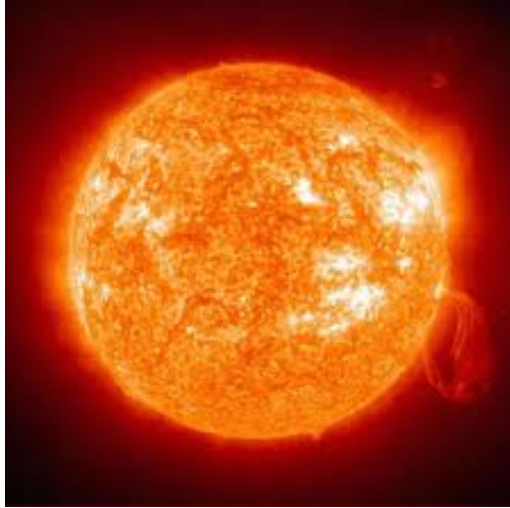
Nel periodo di 24 ore e 50 minuti si hanno 2 alte e 2 basse maree.

Esso corrisponde al tempo necessario perché la Luna si trovi nella stessa posizione nel cielo. E' il tempo che la Luna impiega per fare un giro completo intorno alla Terra.

© 2010-2011 Nuova Secondaria EDITRICE LA SCUOLA

Si considera il Sole come sistema di riferimento.

L'influenza del Sole (A)



Il Sole ha una massa di oltre 25 milioni di volte maggiore di quella della Luna, ma una distanza di circa 400 volte maggiore.

La sua capacità di attrazione è quindi circa la metà rispetto a quella della Luna.

Le maree sigiziali (di congiunzione ed opposizione) e le maree di quadratura (A)

MAREE "SIGIZIALI"



MAREE DI "QUADRATURA"



Avremo pertanto ampiezze di marea massime quando Luna – Terra - Sole sono allineati, minime quando i tre corpi formano un angolo retto.

N.B.: Le sizigie corrispondono alle posizioni di allineamento dei 3 corpi celesti

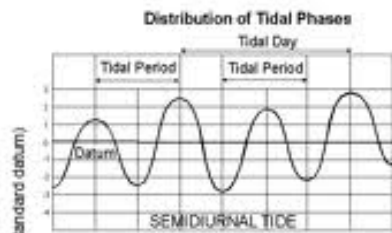
L'influenza prevalente della Luna (A)

In ogni caso prevale l'attrazione lunare. Se Luna e Sole



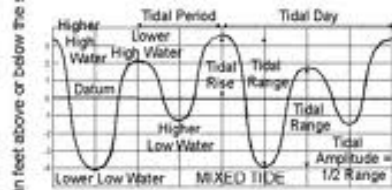
sono allineati, le forze attrattive si sommano, se formano con la Terra un angolo retto si sottraggono.

Tipi di maree (C)



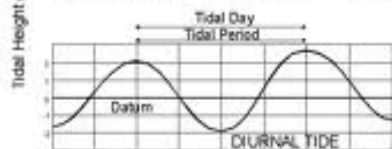
A

Su gran parte delle coste ogni giorno si alternano due alte maree e due basse maree (maree semidiurne) (grafico A)



B

In altre località si osservano maree di tipo diurno, con una sola alta ed una sola bassa marea al giorno (grafico C)



C

Esistono anche maree miste, per sovrapposizione parziale delle onde semidiurne. (grafico B)

© 2010-2011 Nuova Secondaria EDITRICE LA SCUOLA

Le onde di tipo diurno derivano dalla sovrapposizione totale di due onde semidiurne, quelle di tipo misto da sovrapposizione parziale.

Distribuzione geografica dei tipi di maree (C)



Distribuzione geografica delle maree semidiurne (in rosso), delle maree diurne (in verde) e delle maree miste (in blu).

L'ampiezza delle maree (A)

LOCALITA'		Ampiezza (in m)
Baia di Fundy	Canada	20
Porto Gallegos	Patagonia	18
Portishead	Gran Bretagna	16
Granville	Francia	15
Fitzroy	Australia	14
Saint-Malo	Francia	13

Le massime ampiezze di marea nel mondo.

L'ampiezza delle maree (A)

Le diverse ampiezze dipendono dalla configurazione delle coste e dalle caratteristiche del mare antistante (profondità, ...)

Nel Mediterraneo le ampiezze sono modeste, generalmente inferiori al metro. Superano questo valore solo nel golfo di Trieste e nel golfo di Gabes (Tunisia).



Mare Mediterraneo
A = golfo di Trieste
B = golfo di Gabes

L'ora di porto (B)



Il porto di Genova

Vi è generalmente un ritardo tra culminazione della Luna e alta marea. Questo ritardo dipende dal fatto che l'acqua impiega un certo tempo per spostarsi da un luogo all'altro.

Questo ritardo, caratteristico e costante per ciascun punto della costa, si chiama “ora di porto”

Importanza dell'ora di porto (B)

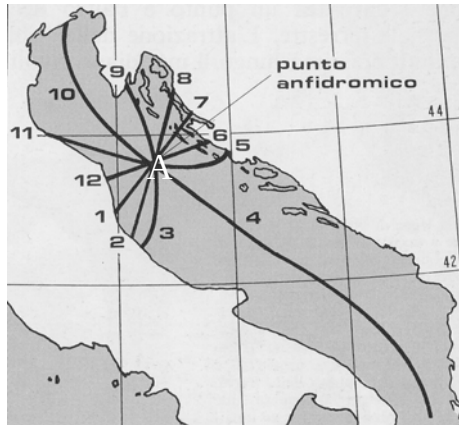
Conoscere l'ora di porto consente ai naviganti di entrare o uscire da un porto durante l'effettiva alta marea.

Questo è molto importante nei porti dove le differenze tra alta e bassa marea sono notevoli.



Il porto di Londra

Linee cotidali e punto anfidromico (C)



Mare Adriatico: linee cotidali
e punto anfidromico.

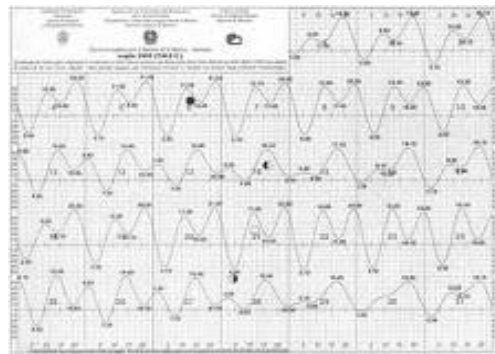
Le linee che uniscono i punti
che hanno la stessa ora di porto
si chiamano linee cotidali.

Esse si uniscono nel punto
anfidromico (A).

In questo punto il livello del
mare è costante.

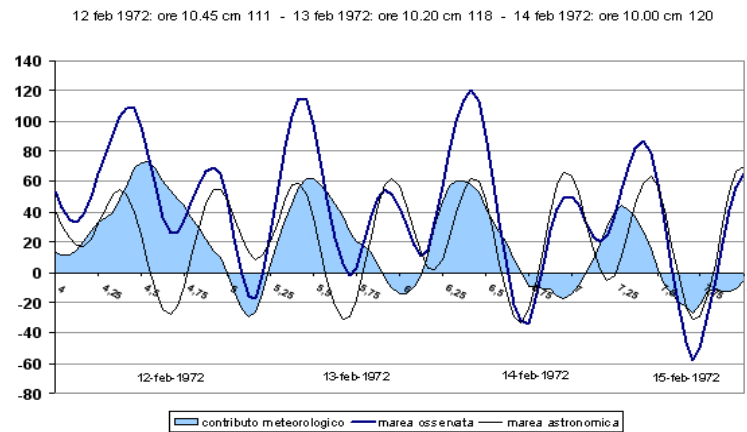
Previsione astronomica delle maree (B)

Siccome i movimenti di Terra e Luna sono regolari, è possibile calcolare per ogni località marina le previsioni di marea per un tempo indefinito in base alle posizioni di Terra – Luna – Sole.



Esempio di grafico di previsione delle maree

Previsioni teoriche di marea e maree effettive (B)

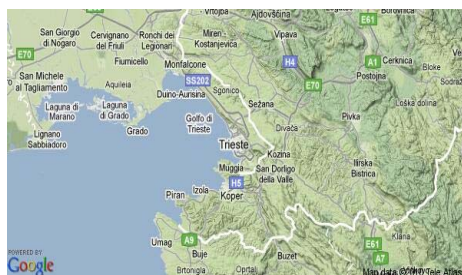


Però i valori delle maree effettivamente misurate spesso NON corrispondono ai valori teorici previsti. Perché?

Influenza degli elementi meteorologici sulle maree (B)

Il livello del mare può essere modificato da.:

- a) Pressione atmosferica: un aumento di 1 ectopascal provoca una diminuzione di 1 cm del livello delle acque;
- b) Vento: che provoca aumenti o diminuzioni del livello delle acque a seconda della sua direzione rispetto alla linea di costa



Il golfo di Trieste

Nel golfo di Trieste, ad esempio, un vento di Bora (ENE) che soffi a 80 km/h può abbassare il livello del mare di 30 cm; un vento di Scirocco (SE) innalzarlo anche di 50 cm.

© 2010-2011 Nuova Secondaria EDITRICE LA SCUOLA

L'ectopascal è la misura utilizzata per la pressione atmosferica.

La pressione atmosferica media al livello del mare è di 1013 ectopascal.

Il fenomeno delle sesse (C)

Anche le sesse possono modificare il livello del mare.

Si formano in mari chiusi, come l'Adriatico.

Il fenomeno è paragonabile ad un catino pieno d'acqua.

Se scuoto il catino, e poi lo deposito su un piano, le oscillazioni dell'acqua continueranno in questo per un certo tempo.

Le sesse si originano per differenze di pressione atmosferica tra alto e basso Adriatico.

Nell'Alto Adriatico possono produrre oscillazioni del livello marino fino a 45 cm.



L'ambiente intercotidale (B)

E' l'ambiente costiero compreso nella zona tra la bassa e l'alta marea. Può ospitare organismi adattati a vivere in aria e in acqua. Tra questi ricordiamo la Quercia marina, un'alga bruna che vive solo sulle scogliere del golfo di Trieste.

Nel mare del Nord, ove le ampiezze delle maree sono cospicue, vivono molte specie di alghe simili, adattate a questo ambiente.



La Quercia marina



Il golfo di Trieste

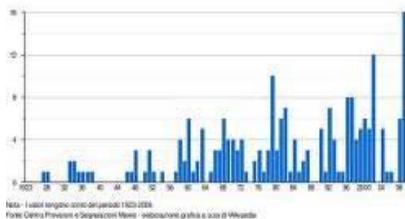
© 2010-2011 Nuova Secondaria EDITRICE LA SCUOLA

Nome scientifico della quercia marina: *Fucus virsoides*.

Problemi connessi alle maree (A)



Venezia: acqua alta a S.Marco



Frequenza delle acque alte a Venezia

Le alte maree possono provocare molti danni.

A Venezia sono diventate più frequenti negli ultimi anni (vedi tab. sotto)

Ciò dipende dall'abbassamento della terraferma, e dall'aumento del livello del mare, in seguito all'attuale riscaldamento climatico.

Sono in corso costruzioni di dighe (Progetto "Mose") per proteggere Venezia dalle acque alte.

© 2010-2011 Nuova Secondaria EDITRICE LA SCUOLA

Il cedimento della terraferma può dipendere, almeno in parte, dall'emungimento delle acque delle falde freatiche da parte delle industrie situate tra Marghera e Padova.

L'utilizzo delle maree come fonte di energia (A)

L'oscillazione del livello delle acque può essere utilizzato per la produzione di energia rinnovabile. Il flusso e il riflusso dell'acqua mettono in rotazione pale che producono energia elettrica.



In Francia la centrale di Saint Malo produce energia sfruttando il dislivello dell'acqua che durante l'alta marea entra in un sistema di chiuse.

Il limite di queste centrali è determinato dal fatto che esse possono essere costruite solo dove vi sono notevoli ampiezze di marea.

© 2010-2011 Nuova Secondaria EDITRICE LA SCUOLA

La centrale di Saint Malo funziona un po' come una tradizionale centrale idroelettrica, con le acque in caduta da un bacino più alto. In questa località i dislivelli di marea superano i 13 metri.