

PURICELLI MARTA
BAGGIO TECLA
CLASSE IV A

ENERGIA

MAREMOTRICE

SOMMARIO

1. LE MAREE: come si creano e i vari tipi
2. ENERGIA: come ricavare energia dalle maree
3. CENTRALI: come sono costituite e i tipi di turbina

LE MAREE

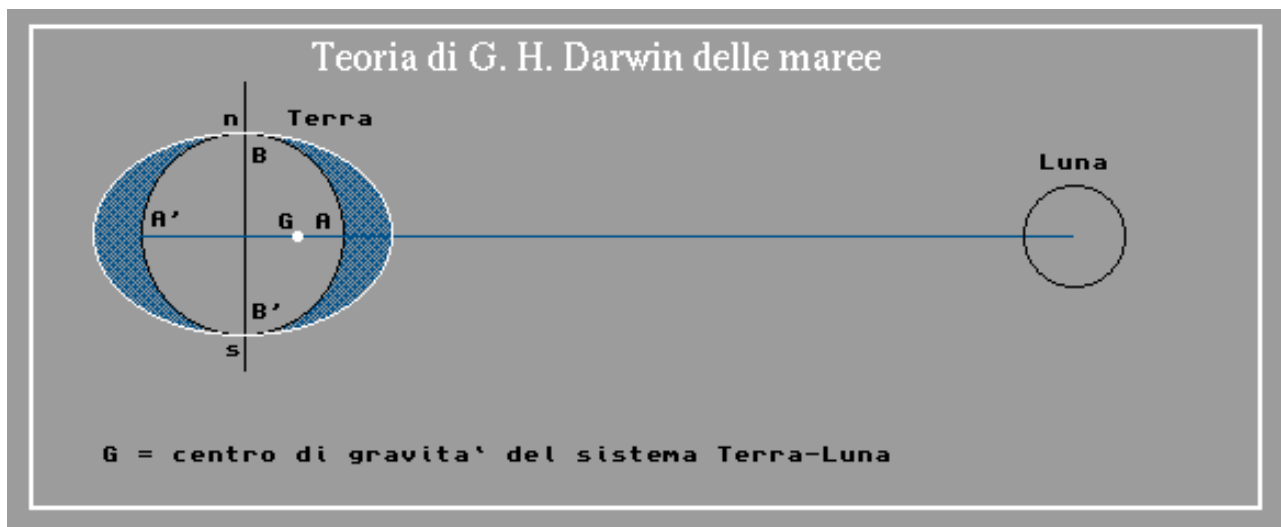
Il fenomeno ciclico delle maree è caratterizzato dal periodico oscillare del livello marino sia in mare aperto, sia nelle insenature, con **alternanza di flusso**, l'alta marea, **e di riflusso**, la bassa marea. L'attrazione che i corpi celesti esercitano sulla Terra e la forza centrifuga, dovuta al moto di rotazione del sistema Terra-Luna, sono i fattori più significativi che determinano il periodico oscillare delle acque. In condizioni particolarmente favorevoli (ciò accade in pochi luoghi) l'alta marea può superare i 5 m. In mare aperto è, di solito, inferiore ad 1 m; nel Mediterraneo, in particolare, le maree hanno un dislivello medio di 30 cm.

La teoria quantitativa delle maree si deve ad **Isaac Newton**: essa prevede che l'attrazione gravitazionale e lunare sulle diverse parti del nostro pianeta, non perfettamente bilanciata dalla forza centrifuga, provochi due "rigonfiamenti" del globo terracqueo, che restano sempre all'incirca allineati con la linea che congiunge il centro della terra e la luna. Come risultato, si sviluppano negli oceani terrestri due onde di alta marea che girano intorno alla terra "inseguendo" la direzione della luna: in ogni data località la marea si ripete ogni 12 ore e 25 minuti, che è la metà dell'intervallo di tempo dopo il quale la luna ritorna più o meno nella stessa posizione nel cielo.



Un'altra teoria per la descrizione delle maree è dovuta a **G. H. Darwin** che considera la Terra e la Luna come un unico sistema ruotante intorno al Sole. Il centro di tale sistema si troverebbe nella Terra a circa $\frac{2}{3}$ dal centro del pianeta dalla parte della Luna. Considerando perciò due punti sulla Terra A e A' diametralmente opposti, si avrebbe che

le acque poste in A si solleverebbero per diretta attrazione lunare, mentre quelle opposte in A' per la maggiore forza centrifuga alla rotazione del sistema; in corrispondenza dei punto B e B' la bassa marea sarebbe dovuta invece alla maggiore forza centripeta.



Maree lunari

Dato che è molto più vicina alla Terra del Sole, la Luna è la principale causa delle maree. Quando essa passa sulla verticale di un punto della superficie terrestre, esercita una forza di attrazione sulle acque, che pertanto si innalzano al di sopra del loro livello normale. Sono soggette a questa forza anche le acque che si trovano dalla parte opposta della Terra, alla massima distanza dalla Luna. La cresta d'onda che si forma al passaggio lunare è detta marea diretta, mentre quella diametralmente opposta è detta marea opposta. Lungo il cerchio massimo della Terra perpendicolare all'asse che congiunge le creste di marea si hanno fasi in cui l'acqua è più bassa rispetto al suo livello normale.

Le acque basse (riflusso) e alte (flusso) si alternano in un ciclo continuo e la differenza tra il massimo e il minimo livello raggiunto durante questo ciclo è detta **escursione di marea**. In ogni sito costiero si verificano due alte maree, una diretta e una opposta, e due basse maree per ogni giorno lunare. Due alte o basse maree successive hanno pressappoco lo stesso livello anche se in alcuni siti si riscontra una certa discrepanza, di cui non è ancora nota la ragione. Le maree oceaniche sono comunque più alte rispetto a quelle dei mari interni.

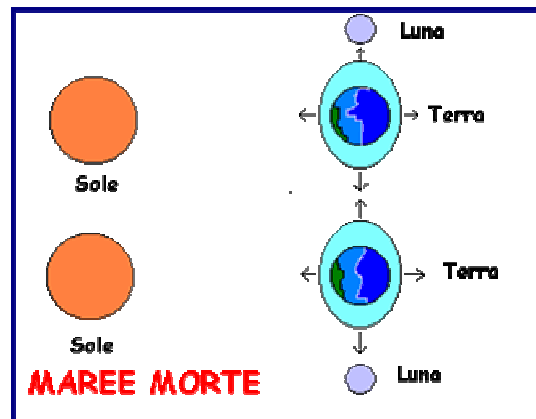
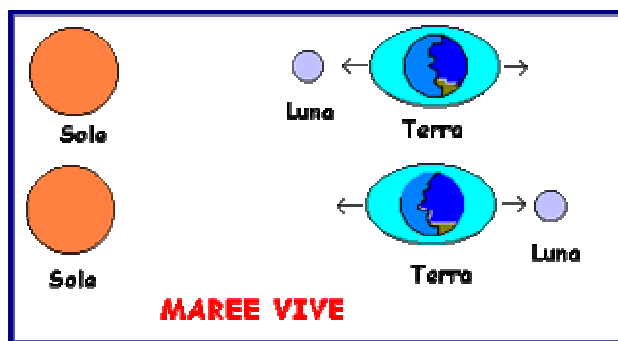
Maree solari

Anche il Sole causa due creste d'onda diametralmente opposte, ma data la distanza molto maggiore, la sua forza di attrazione è solo il 46% di quella lunare. Le forze esercitate dalla Luna e dal Sole producono una doppia cresta d'onda, e la posizione delle creste dipende dalle posizioni relative della Luna e del Sole momento per momento. Durante le fasi di luna nuova e luna piena, quando cioè Sole, Luna e Terra si trovano in allineamento, le onde solari e lunari coincidono. Ciò produce le cosiddette **maree sigiziali**, durante le quali l'acqua alta raggiunge il livello massimo e l'acqua bassa il livello minimo. Quando la Luna è al suo primo o terzo quarto, invece, si trova ad angolo retto rispetto al Sole e le due forze di attrazione interferiscono negativamente. Questa

condizione produce le **maree di quadratura**, durante le quali l'acqua alta è più bassa del normale e l'acqua bassa più alta. Le maree sigiziali e di quadratura vengono registrate circa 60 ore dopo le fasi lunari corrispondenti, e questo lasso di tempo prende il nome di **età della marea**. Il ritardo tra il passaggio della Luna sul meridiano di un certo luogo e l'alta marea, dovuto ai fenomeni di attrito, è detto invece **intervallo lunitale**, o stabilimento di porto.

Maree vive e morte

L'ampiezza delle maree è causata in maggior modo dalla Luna, infatti essa esercita un'attrazione tre volte superiore a quella esercitata dal Sole. Le **maree vive** ci sono quando il Sole e la Luna sono in fase di congiunzione o di opposizione, quindi sommano la loro forza d'attrazione e si hanno maree di massima ampiezza. Le **maree morte** avvengono quando la Luna e il Sole sono in quadratura e formano con la Terra un angolo di 90° ; le loro azioni attrattive si contrastano a vicenda e si hanno maree più deboli.



Aspetti da considerare

I principali aspetti da considerare per calcolare a tavolino l'ampiezza, la frequenza e l'orario delle maree sono:

- Aspetti astronomici
 - la luna: la sua massa, il suo passaggio, la sua distanza, l'inclinazione della sua orbita sul piano equatoriale
 - il sole: la sua massa, la sua distanza, l'inclinazione della sua orbita sul piano equatoriale
- Aspetti geografici
 - superficie delle acque
 - differenziale di profondità dei fondali
 - forma a cuneo delle baie
- Aspetti meteorologici (agiscono indipendentemente dalle maree, ma in alcune combinazioni le possono rendere catastrofiche per le attività dell'uomo)
 - intensità e direzione dei venti
 - differenziali di pressione atmosferica

Gli effetti della marea nei fiumi che sfociano su coste interessate da ampie maree, dipendono (oltre che dalla marea a livello costiero) anche da:

- pendenza
- profondità
- larghezza

In alcuni fiumi francesi gli effetti delle maree si riscontrano anche a più di cento chilometri dalla costa.

Le conseguenze delle maree

Le due onde di alta marea, allineate approssimativamente con la direzione della luna, incontrano attrito nel loro moto intorno alla Terra: i continenti poi sono ostacoli non aggirabili. Si ha quindi un rallentamento della rotazione terrestre dovuto alle onde di marea e nello stesso tempo, le stesse onde mareali vengono “trascinate” in avanti. Questo fenomeno provoca due conseguenze importanti. In primo luogo, **la durata del giorno terrestre aumenta costantemente di una piccola quantità**, circa due millesimi di secondo ogni secolo. Su periodi di tempi molto lunghi, la crescita della durata del giorno è stata determinata da osservazioni di tipo paleontologico su alcuni antichi organismi marini, come i coralli e i microorganismi, che costituiscono gli attuali fossili o sedimenti stratificati. Notando gli strati di spessore variabile la cui variabilità è dovuta a vari fenomeni tra cui la durata del giorno e l'ampiezza delle maree, si è visto che è circa 300-400 milioni di anni fa il giorno era più corto di circa il 15-20% di quello attuale.

La seconda conseguenza dell'attrito delle maree è la **variazione a lungo termine della distanza media Terra-Luna**. Il motivo sta nel principio di azione-reazione: la terra reagisce al “freno” delle maree lunari “spingendo” la luna in avanti, e quindi provocando un allargamento graduale della sua orbita. Anche questo fenomeno, per quanto minuscolo, è oggi misurabile direttamente grazie alle rilevazioni di distanza Terra-Luna permesse dagli “specchi” lasciati dalle missioni Apollo sulla superficie lunare. Dopo circa vent'anni di rilevazioni si è notato che mediamente la Luna si allontana di circa un centimetro l'anno.

Indizi Storici

Nella cultura occidentale e mediterranea in particolare, il fenomeno delle maree è stato descritto fin dagli antichi greci e collegato correttamente al ciclo lunare. Primi resoconti di navigatori che avevano oltrepassato lo Stretto di Gibilterra parlavano di incredibili maree che avvenivano oltre tale stretto. Incredibili in particolare in quanto nel Mar Mediterraneo le ampiezze erano nell'ordine di grandezza del metro, mentre nelle coste presso la Manica superavano l'immaginazione di allora. I resoconti di Gaio Giulio Cesare riguardanti le sue spedizioni militari con navi lungo le coste atlantiche della Gallia (l'attuale Francia) mettono in evidenza le conseguenze delle maree sulle strategie militari (coste che diventano irraggiungibili, navi lasciate a secco, scogli improvvisamente mortali, ecc.).

Una spiegazione più scientifica del fenomeno delle maree è stata possibile solo in seguito alla scoperta delle leggi sulla gravitazione nonché sui moti ondosi, avvenute solo negli ultimi secoli.

Curiosità

Pozza di marea

Il flusso delle maree, rinnovando continuamente l'acqua delle zone costiere, crea un ambiente unico in cui gli esseri viventi sono perfettamente adattati all'alternanza della condizione sommersa a di quella subaerea. Le pozze di marea sono piccoli bacini che si creano quando rimane dell'acqua all'interno delle depressioni naturali.

Correnti e onde di marea

Alle oscillazioni verticali dell'acqua si accompagnano vari movimenti orizzontali o laterali, denominati correnti di marea, completamente diversi dalle comuni correnti oceaniche. In aree confinate, una corrente di marea scorre in una direzione per circa 6 ore e 12 minuti dopodichè si inverte e scorre in senso opposto per un tempo pari al primo; in corrispondenza dell'inversione l'acqua si trova per un momento in stato di calma (acqua morta).

Occasionalmente, onde giganti che prendono origine in mare aperto, chiamate con il termine giapponese *Tsunami* o (impropriamente) onde di marea, si abbattono su zone costiere con potenza devastante, causando vittime e gravi danni economici. Esse non sono prodotte dalle maree, ma sono da mettere in relazione a terremoti, eruzioni di vulcani sottomarini o intense perturbazioni atmosferiche.

Un altro fenomeno erroneamente associato alle maree è quello delle sesse, oscillazioni libere che si verificano di solito in insenature, come la baia di San Francisco in California, o in laghi. Qui la superficie dell'acqua può oscillare di pochi centimetri o di diversi metri per effetto di variazioni locali della pressione atmosferica aiutata dall'azione dei venti, ma talvolta anche per effetto di una scossa sismica distante. Il movimento dell'acqua può persistere per pochi minuti, ma a volte per diverse ore.

Come vengono previste le maree a Venezia

A Venezia si trova il Centro di Previsioni e segnalazioni delle Maree, la previsione delle maree rappresenta un'operazione oltremodo complessa, poiché si deve mettere in relazione un numero elevatissimo di variabili (fino a 70); si basa sull'uso di modelli statistici a diversi livelli di precisione e quindi di affidabilità. Per l'informazione e la segnalazione il Centro Previsioni e Segnalazione Maree del Comune di Venezia si avvale di sistemi in gran parte automatizzati:

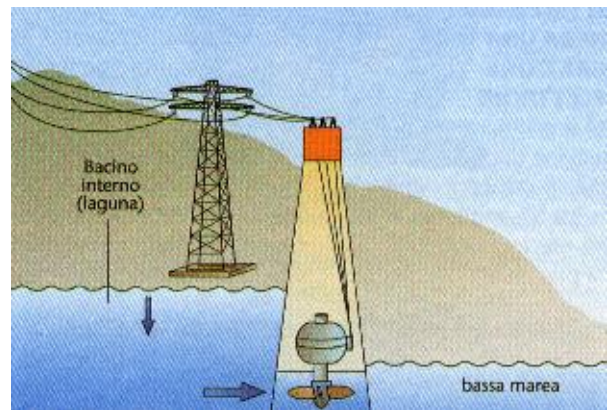
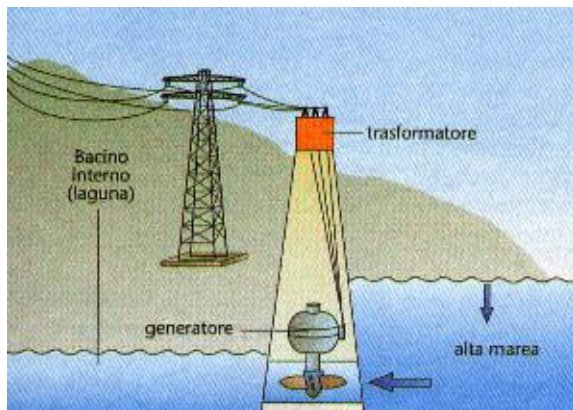
- Un sistema di sirene, dislocate in 16 punti del Centro Storico e delle isole, che dà l'allarme con 3-4 ore di anticipo quando si prevedono maree di 110 cm o più, e replica l'allarme qualora si preveda una possibile marea a 140 cm;
- Un sistema informativo, con apparecchiatura telefonica a segreteria automatica capace di 60 linee per l'ascolto da parte di qualsiasi utente, che fornisce previsioni fino a 72 ore di anticipo.

ENERGIA

Come utilizzare l'energia delle maree

La sconfinata distesa d'acqua di mari ed oceani e l'immensa potenza ad essi associata è sempre stata sotto gli occhi dell'uomo e l'idea di sfruttare questa ricchezza è presente già in epoche remote.

In Europa in pieno Medio Evo, si fecero strada i primi rudimentali progetti per sfruttare l'energia delle maree. La prima centrale mareomotrice è nata in Francia, a Saint-Malò, nel 1967. In quella zona la differenza tra l'alta e bassa marea è di circa 13 metri: un potenziale gratuito sufficiente a mantenere in funzione un generatore di energia elettrica che sviluppa una potenza paragonabile a quella di una centrale idroelettrica.



L'energia mareomotrice, detta anche **carbone azzurro**, si può sfruttare chiudendo per mezzo di dighe le baie o gli estuari adatti a questo uso.

La centrale mareomotrice produce energia elettrica sfruttando l'energia delle maree, peraltro utilizzabile solo nei luoghi ove si abbia una sufficiente ampiezza di oscillazione (una decina di metri).

Ampiezza delle massime maree del mondo

Paese	Località	Ampiezza delle maree in metri
Canada	Baia di Fundy	19,60
Argentina	Rio Gallegos	18,00
Canada	Baia Frobisher	17,40
Gran Bretagna	Portishead	16,30
Francia	Granville	14,70
Australia	Fitzroy (fiume)	14,40
Gran Bretagna	Severn (fiume)	14,00
Francia	Saint-Malo	13,30
India	Bhaunagar	12,50
Messico	Rio Colorado	12,10

Già nell'antichità si cercò di sfruttare questo tipo di energia, mediante la costruzione di "mulini a marea". L'acqua veniva raccolta, durante il flusso, in un piccolo bacino, che veniva in seguito chiuso con una paratia. Al momento del deflusso l'acqua veniva convogliata attraverso un canale verso una ruota che muoveva una macina.

Questo antico sistema è stato in qualche maniera rispolverato ai nostri giorni. I motivi di tale ritorno all'antico sono ovviamente sempre gli stessi:

1) L'energia delle maree è un'energia rinnovabile e quindi non soggetta ad esaurimento.

2) L'energia delle maree non presuppone combustioni e quindi nessuna emissione di CO₂ e di conseguenza nessun contributo all'effetto serra.

Oggi esistono diversi progetti di sfruttamento delle maree, che comportano metodi diversi di sfruttamento dell'energia:

- sollevamento di un peso in contrapposizione alla forza di gravità;
- compressione dell'aria in opportuni cassoni e movimentazione di turbine in seguito alla sua espansione;
- movimento di ruote a pale;
- riempimento di bacini e successivo svuotamento con passaggio in turbine.

Quest'ultimo sembra dare i migliori risultati, nell'effettivo impiego. Il problema più importante allo sviluppo di tale tecnologia resta comunque lo sfasamento tra massima ampiezza di marea disponibile (la cui cadenza è prevedibile sulla base delle fasi lunari e solari) e domanda di energia nelle ore di punta. Infatti nei giorni di insufficienza nell'afflusso d'acqua la produzione di elettricità cesserebbe.

CENTRALI



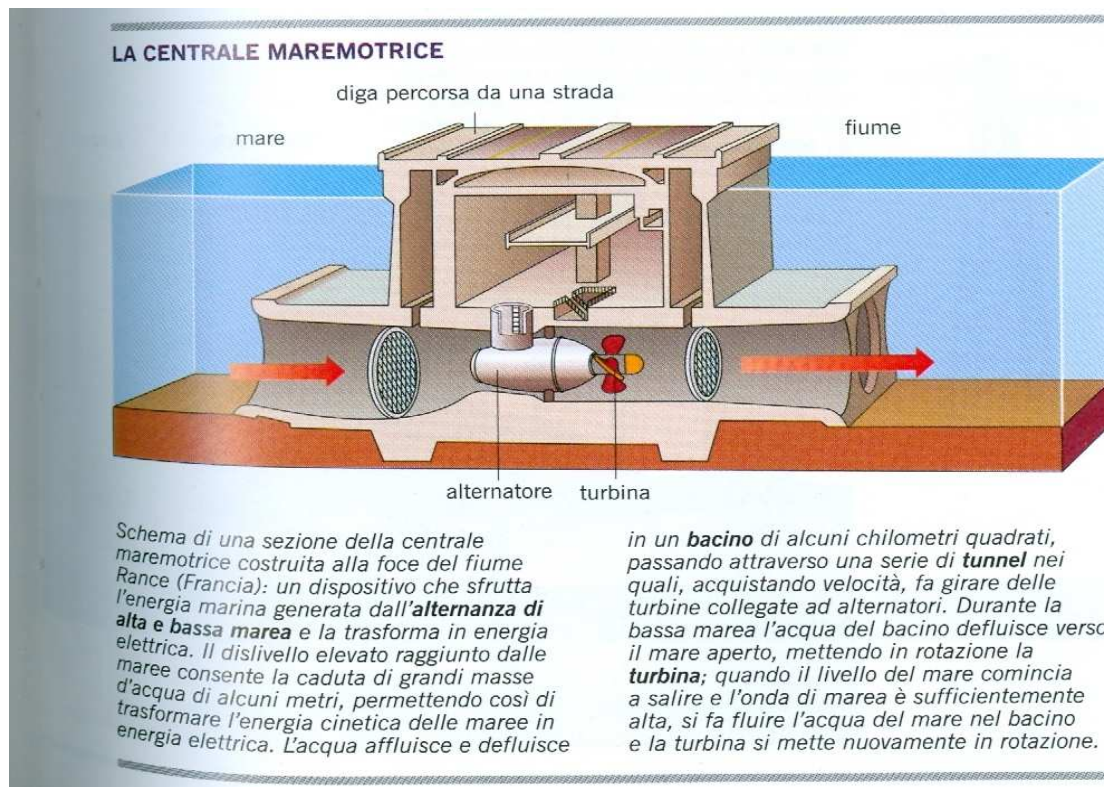
La prima stazione a energia del moto ondoso del mondo è stata costruita dalla britannica Wavegen, che ha installato il primo prototipo di macchina commerciale di questo tipo nei pressi dell'Isola di Islay. L'impianto a colonna d'acqua oscillante è costituito da una camera posta lungo il litorale in cui l'acqua entra ed esce liberamente. L'acqua affluisce e defluisce in un bacino di alcuni chilometri quadrati, passando attraverso una serie di tunnel nei quali, acquistando velocità fa girare delle turbine collegate a generatori (alternatori). Durante la bassa marea l'acqua del bacino defluisce verso il mare aperto, mettendo in rotazione la turbina; quando il livello del mare comincia a salire e l'onda di marea è sufficientemente alta si fa fluire l'acqua del mare nel bacino e, la turbina si mette nuovamente in

rotazione. Una particolarità di questo sistema è la reversibilità delle turbine che perciò possono funzionare sia al crescere che al calare della marea. Il principio di funzionamento delle centrali maremotrici è comunque molto simile a quello delle centrali idroelettriche.

L'energia delle correnti di marea è una delle fonti più interessanti ed inesplorate tra le fonti di energie rinnovabili. Si pensi che nella sola Europa la disponibilità di questo tipo di energia è pari a circa 75 GigaWatts . Le forti correnti marine che attraversano lo Stretto di Messina hanno una potenzialità energetica pari a quella prevista dalla grande centrale idroelettrica in costruzione in Cina sul Fiume Azzurro: circa 15.000 MegaWatt. Le turbine per lo sfruttamento delle correnti marine possono essere (come per le tecnologie eoliche) ad asse orizzontale o ad asse verticale. Le turbine ad asse orizzontale sono più adatte alle correnti marine costanti, come quelle presenti nel Mediterraneo, le turbine ad asse verticale sono più adatte alle correnti di marea per il fatto che queste cambiano direzione di circa 180° più volte nell'arco della giornata. È bene notare che l'energia delle correnti di marea è del tipo non a barriera, al contrario di quella ottenuta utilizzando l'innalzamento e l'abbassamento delle maree come la centrale di La Rance in Francia che comunque produce 240 MW da circa 35 anni. La descrizione tecnica di una particolare turbina per lo sfruttamento delle correnti di marea, può essere adattata anche come turbina eolica dove ha migliori rendimenti a basse velocità del vento: turbina chirale. Le turbine ad asse orizzontale sono installate nella centrale di Hammerfest in Norvegia e a Lynmouth in Inghilterra, i costi di questi impianti sperimentali sono già ad un buon livello (4 centesimi/kWh) si calcola di raggiungere costi ancora più competitivi per impianti multipli. Con 1 solo metro quadrato di area intercettata in una corrente di acqua che viaggia a 3

metri al secondo (11 Km/h) si possono produrre circa 3 kW. Una corrente di aria che intercetta 1 metro quadrato di area, per produrre gli stessi 3 kW, deve viaggiare a 28 m/s (101 Km/h). Nel aprile 2006 in Italia è stato allacciato alla rete elettrica nazionale dell'Enel il primo generatore di elettricità al mondo che sfrutta le correnti marine. La potenza generata è esigua, soli 40 Kwatt (13 abitazioni a pieno carico) ma bisogna tener conto che si tratta di una tecnologia allo stato prototipale con ampissimi margini di sviluppo. Già dal prossimo step evolutivo dovrebbe raggiungere i 150 Kwatt (oltre il 300% in più). Sul tetto sono stati installati dei pannelli fotovoltaici.

La centrale di La Rance



L'unica centrale di taglia industriale che utilizza l'energia del mare per la produzione di elettricità è quella francese costruita nel 1966 in Bretagna, tra le città di Dinard e Saint-Malo, sull'estuario del fiume Rance. Essa sfrutta l'onda di marea, che in tale località raggiunge i 13 metri. La centrale è formata da una diga costruita in un punto del fiume largo 760 metri, a 3 km dall'estuario; il bacino si estende per 20 km verso l'entroterra e ha una capacità di 170 milioni di m³ di acqua. All'interno della diga, circa 10 metri sotto il livello minimo di area, sono state installate 24 condotte con turbogeneratori da 10 MW, per una potenza complessiva di 240 MW. La centrale ha funzionamento discontinuo: infatti quando l'acqua del bacino e quella del mare hanno un dislivello minimo le turbine restano ferme.

La successione di fasi per la produzione di energia è la seguente: quando l'oceano è al livello minimo si aprono le paratoie della diga e l'acqua dal bacino defluisce verso il mare finché i due livelli si eguagliano. Le paratoie vengono quindi chiuse mentre il livello del mare sale. Quando la marea è sufficientemente alta, l'acqua viene fatta entrare nel bacino finché il dislivello diventa minimo. I turboalternatori quindi producono energia elettrica per tutto il tempo in cui c'è dislivello sufficiente tra interno ed esterno, in quanto le turbine sono reversibili (possono cioè girare nei due sensi).



La centrale della Rance produce circa 540 GWh l'anno, cioè circa un quarto della produzione di una centrale della medesima potenza ad acqua fluente che funzionasse tutte le ore dell'anno. Centrali maremotrici, come quella della Rance, possono produrre una maggiore potenza se viene previsto anche il pompaggio (in effetti le turbine della Rance possono anche funzionare da pompe, facendo salire la produzione elettrica massima della centrale a circa 680 GWh/anno).

Tipi di turbina

Turbina elettrica offshore che sfrutta le maree



Ha cominciato a funzionare al largo delle coste inglesi del Devon la prima turbina che produce energia sfruttando la forza delle maree in mare aperto. La turbina, del costo di tre milioni di sterline (oltre due milioni di euro) e installata al largo della città di Lynmouth, è costituita da un'unico rotore di undici metri in grado di generare 300 kiloWatt. Entro la fine dell'anno prossimo dovrebbe cominciare a operare anche un rotore gemello. Le pale del rotore, assicurano gli esperti delle società Marine Current Turbines e Seacore, non rappresentano un pericolo per la fauna marina poiché si muovono lentamente, a una media di 20 giri al minuto. Dalla resa di questa turbina dipenderà lo sviluppo di altre strutture simili nella zona, che in teoria dovrebbe portare alla creazione di una 'fattoria delle maree', nell'ambito di un progetto sponsorizzato dal dipartimento per il Commercio e l'Industria britannico e dal programma energetico della Commissione europea. Finora, i generatori sommersi che sfruttano il flusso e riflusso delle maree sono stati installati alla foce dei fiumi, in zone dove la differenza di livello può superare i 10 metri di altezza.

La turbina Kobold, che ha l'aspetto di una piattaforma galleggiante di circa 10 metri di diametro, dotata di una turbina ad asse verticale con tre grandi pale immerse in acqua, è nata dall'idea di Elio Maticena di sfruttare all'incontrario un moderno propulsore navale montato sui traghetti Caronte. Posta da quasi due anni al largo di Ganzirri (a Nord di Messina) dove le correnti hanno velocità medie di 2 metri al secondo, Kobold ha dimostrato la fattibilità della conversione dell'energia meccanica in elettrica. La Ponte di Archimede S.p.A., ovvero l'azienda che lo ha sviluppato e realizzato, ha già trovato un importante cliente disposto ad acquistarne un gran numero: l'Indonesia. Il territorio indonesiano è composto da tantissime isole di dimensioni alquanto ridotte sulle quali è quasi impossibile portare o produrre energia, tanto che la maggior parte sono ancora senza elettricità. Il governo indonesiano ha intenzione di installare le Kobold (questo il nome delle turbine) tra queste isole per sfruttare le fortissime correnti che le circondano in modo da poter dare corrente ai tanti villaggi e paesi che ancora ne sono sprovvisti.

L'università "University of Wales Swansea" e partner (www.swanturbines.co.uk) stanno progettando turbine per produrre elettricità dalla acqua marina corrente. Le turbine "Swanturbines" sono particolari per una serie di aspetti. La prima differenza è il diretto

accoppiamento delle pale al generatore elettrico senza l'intermedio di una scatola trasmissione. Questa configurazione è più efficace ed elimina un potenziale punto di guasti. Un'altra particolarità è l'uso di "gravity base", un pesante blocco di cemento per tenere la turbina in piedi anziché a mezzo trivellazione del fondo marino.

Questione economica

Una società petrolifera norvegese sta valutando la possibilità di trasformare in impianti per lo sfruttamento delle maree oceaniche le proprie piattaforme petrolifere fuori costa non più produttive. Si tratta di strutture tra le più alte nel mondo, installate nei fondali profondi del Mare del Nord ed il loro smantellamento comporterebbe costi notevolissimi. Il progetto, prevedrebbe il trasporto delle piattaforme a terra, la loro conversione in impianti di produzione di energia elettrica per lo sfruttamento delle maree e, quindi, l'installazione nelle zone dove sono più forti le correnti da queste generate. Lo studio ha concluso che sarebbe troppo costoso costruire tali impianti ex novo. L'utilizzo delle piattaforme ormai obsolete, unitamente all'utilizzo di moderne e più efficienti turbine idrauliche, potrebbe invece rendere economicamente fattibile produrre energia elettrica dalle correnti marine generate dalle maree. Due dei più grandi impianti esistenti per la conversione di energia dal moto ondoso sono stati realizzati proprio nel paese scandinavo, dove vi sono le maggiori quote di energia elettrica di origine idrica e, quindi, capacità tecnologiche avanzate per la realizzazione di impianti azionati dal moto delle acque.

FONTI:

- Enciclopedia "La Scienza. Volume 13: l'ambiente e l'energia"
- www.wikipedia.it
- www.energiealternative.com
- www.energia360.org
- www.studenti.it

ENERGIA DELLE ONDE

Innanzitutto è possibile convertire almeno cinque tipi di energia marina:

- quella delle correnti,
- delle onde,
- delle maree,
- delle correnti di marea,
- del gradiente termico tra superficie e fondali.



Analizziamo ora il secondo tipo di energia, ossia quello delle onde marine.

L'energia delle onde è il trasporto di energia dalle onde di superficie dell'oceano, e la cattura di tale energia per fare utili lavoro - ad esempio per la produzione di energia elettrica, desalinizzazione acqua, o il pompaggio di acqua (in serbatoi). Quindi l'energia del moto ondoso dell'Oceano è catturata direttamente dalle onde di superficie o da fluttuazioni di pressione sotto la superficie.

L'energia delle onde è distinto dal flusso diurno di maree e il vortice costante di correnti oceaniche. La generazione di energia delle onde non è attualmente una tecnologia ampiamente impiegata commerciale anche se ci sono stati tentativi di usarlo almeno dal 1890. Da sempre, in molte aree del mondo, il vento soffia con sufficiente coerenza e fornisce la forza per onde continue. Vi è un'enorme energia nelle onde dell'oceano. Vi sono dispositivi di potenza dell'ordine di grado di estrarre energia direttamente dal moto delle onde di superficie dell'oceano o da fluttuazioni di pressione sotto la superficie.

L'energia delle onde varia considerevolmente nelle diverse parti del mondo, e l'energia delle onde non può essere sfruttata in modo efficace in tutto il mondo. Le zone in cui le onde si sviluppano in modo più forte includono le coste occidentali della Scozia, nord del Canada, Sud Africa, Australia, e le coste nord-occidentali degli Stati Uniti.

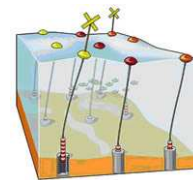
Bisogna poi dire che il moto ondoso oceanico produce un'energia in grado di alimentare l'intero fabbisogno energetico mondiale. È un ordine di grandezza che fa riflettere, va però subito detto che l'energia potenziale non è detto sia sfruttabile al 100%. Finora le centrali sperimentali basate sul moto ondoso hanno creato qualche problema al paesaggio. Per evitare grandi dispersioni d'energia, infatti, le centrali devono essere localizzate nei pressi dei centri di consumo (es. città costiere, isole ecc.) deturpando la vista sull'orizzonte marino. Recentemente l'impatto sul paesaggio è stato però completamente rimosso utilizzando centrali sommerse. I nuovi impianti somigliano ad una serie di boe ancorate al fondale, completamente sommerse e pertanto invisibili. Il continuo moto ondoso sottopone a movimento i cilindri galleggianti generando elettricità.

Una varietà di tecnologie sono state proposte per catturare l'energia dalle onde. Alcuni dei progetti più promettenti sono in fase di sperimentazione di dimostrazione su scala commerciale.

Differenti progetti sono stati realizzati per essere installati vicino alla costa, fuori dalla costa e alcune sedi anche in mare aperto . Mentre tutte le tecnologie energetiche delle onde sono destinate ad essere installate in corrispondenza o in prossimità di acqua di superficie, si distinguono per il loro orientamento per le onde con cui stanno interagendo e nel modo in cui essi convertono l'energia delle onde in altre forme di energia, di solito di energia elettrica . Le tecnologie onda che seguono sono state oggetto di recente sviluppo.

- I **DISPOSITIVI DI TERMINATOR** in grado di estendere perpendicolare alla direzione di marcia dell'onda e catturare o riflettere la potenza dell'onda. Questi dispositivi sono in genere a terra o vicino alla riva, ma le versioni mobili sono state progettate per applicazioni fuori dalla costa. La colonna d'acqua oscillante è una forma di terminazione in cui l'acqua entra attraverso un'apertura nel sottosuolo in una camera con aria intrappolata sopra. L'azione delle onde provoca il movimento su e giù della colonna come un pistone per forzare l'aria nonostante l'apertura di una turbina.

- Un **PUNTO ASSORBITORE** è una struttura galleggiante con componenti che si muovono l'uno rispetto all'altro a causa di un'azione d'onda (ad esempio, una boa galleggiante all'interno di un cilindro fisso). Il movimento relativo è utilizzato per guidare convertitori di energia elettromeccanico o idraulico.



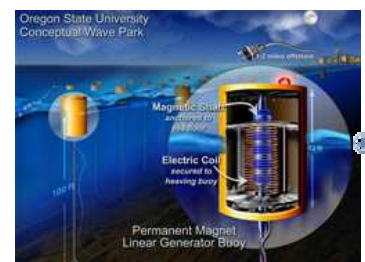
Punto Absorber Wave Energy Farm

- Gli **ATTENUATORI** sono lunghi multisegmento strutture galleggianti orientate parallelamente alla direzione delle onde. Le altezze diverse di onde per tutta la lunghezza del dispositivo cause flessione dove collegare i segmenti, e questa flessione è collegato a pompe idrauliche o di altri convertitori.



Attenuatore Wave Energy Device

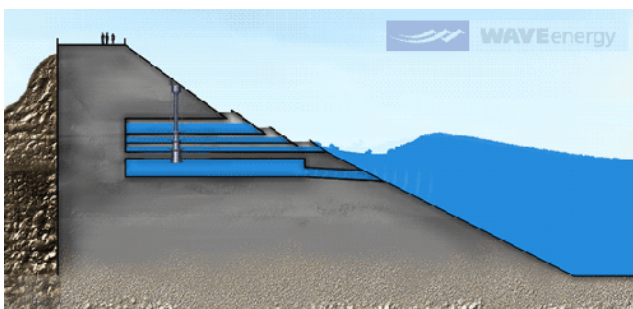
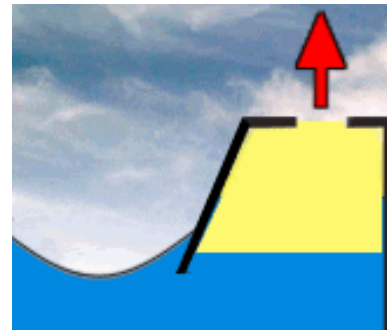
- Infine vi sono i **DISPOSITIVI DI TRACIMAZIONE** formati da serbatoi che vengono riempiti dalle onde in arrivo a livelli sopra la media dell'oceano circostante. L'acqua viene poi rilasciata, e la gravità induce a ripiegare verso la superficie dell'oceano. L'energia della caduta dell'acqua è usata al fine di permettere il movimento delle turbine idrauliche. Appositamente costruite le navi marittime possono anche catturare l'energia delle onde in mare aperto. Queste piattaforme galleggianti servono per creare elettricità in modo che le onde possano essere coinvogliate all'interno, attraverso le turbine, e poi di nuovo in mare.



fattoria wave fatta di generatore a magneti permanenti lineare e Boe

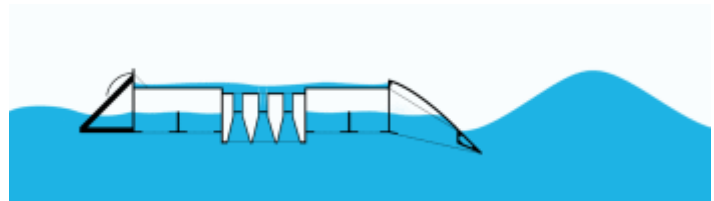
Analizziamo ora alcuni progetti realizzati in Europa e nel mondo.

Il primo progetto significativo che è stato realizzato è il [Limpet](#) (Land Installed Marine Powered Energy Trasformer) un convertitore di energia situato sull'isola di [Islay](#) ad ovest della Scozia, nel 2001: il principio è quello di sfruttare una colonna d'acqua oscillante, che viene convogliata in una camera dal profilo particolare per poter sfruttare al meglio l'energia pneumatica dell'onda; in pratica la colonna di acqua genera degli spostamenti di aria che vanno ad azionare delle turbine. Le prestazioni di questo generatore che sono state ottimizzate per le intensità medie annuali del luogo, variano tra i 15 e i 25 kW/m, così che la coppia di turbine alimentano ciascuna un generatore da 250 kW. Un aspetto positivo del progetto è sicuramente che le parti meccaniche sono al di sopra della linea d'acqua, protette e facilmente raggiungibili per la manutenzione.



Un secondo progetto, è stato realizzato sulle coste atlantiche degli Stati Uniti, realizzato da [WaveEnergy](#) che ha sviluppato il metodo SSG (Seawave Slot-Cone generator): tale progetto consiste in tre serbatoi posti uno sopra l'altro che raccolgono le onde o meglio la loro energia potenziale che va ad alimentare una turbina multistadio per la produzione di energia elettrica.

Esiste inoltre un progetto britannico ancora non commercializzato, chiamato [Wave Dragon](#) che può essere descritto come una piattaforma che raccoglie le onde in una vasca, i cui bordi sono leggermente più in alto del livello del mare, quando la vasca è piena, il livello dell'acqua è più alto rispetto a quello de mare circostante, quindi l'acqua defluisce attraverso il fondo, nel quale è posizionata una turbina che genera energia. Ciò che può essere problematico è l'utilizzo che questo generatore possa avere in Italia o paesi come il nostro, circondati da un mare chiuso che non produce onde grandi e potenti come quelle di un oceano.



CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

Le considerazioni ambientali per lo sviluppo di impianti elettrici azionati dall'energia delle onde sono i seguenti:

- Impatti positivi o negativi su habitat marino (a seconda della natura di ulteriori superfici sommerse, piattaforme sopra l'acqua, e le variazioni del fondo marino);
- Tossico emissioni da perdite o sversamenti accidentali di liquidi utilizzati nei sistemi di lavoro con fluidi idraulici;
- Visual e gli impatti del rumore (specifico per il dispositivo, con una considerevole variabilità in altezza bordo libero visibile e la generazione di rumore sopra e sotto la superficie dell'acqua);
- Conflitto con altri utenti dello spazio di mare, come la navigazione commerciale e la nautica da diporto;