



# Dalla cresta dell'onda

????????????????

**T**ra le varie forme di energia ricavabili dal mare quella originata dal moto ondoso è indubbiamente la più studiata e quella che annovera il maggior numero di sperimentazioni ed impianti pilota. Il motivo di tanto interesse verso l'energia racchiusa nelle onde, provocata dal vento sulla superficie del mare, è dovuto all'alta densità energetica che lo caratterizza. La potenza del moto ondoso, misurata in kW per metro di fronte ondoso, è riassunta in tabella 1 e la vede all'apice tra le varie

A cura di Fausto Martin

fonti rinnovabili. Lungo le coste Bretoni, dove le maree hanno escursioni notevoli, si sono sperimentate centrali ad energia maremotrice che, tuttavia, devono fare i conti con la irregolarità di flusso e reflusso; peraltro il grande handicap che accomuna le rinnovabili è l'aleatorietà e l'intermittenza del funzionamento. Per questo motivo l'eolico richiede siti a ventosità costante, mentre l'idroelettrico necessita di bacini di accumulo. Rispetto all'energia mareomotrice, quella dal moto ondoso presenta il

Tabella 2: Potenza teorica delle onde (in GW).

REGIONE	P <sub>lorda</sub> GW	P GW	P <sub>netta</sub> GW
Europa (N & W)	381	371	286
Mare Baltico	15	4	1
Russia Europea	37	22	3
Mediterraneo	75	37	37
Arcipelago N. Atlantico	111	111	111
Nord America (E)	115	103	35
Nord America (W)	273	265	207
Groenlandia	103	99	3
America Centrale	180	171	171
Sud America (E)	206	203	202
Sud America (W)	325	324	324
Nord Africa	40	40	40
Africa centro-occid.	77	77	77
Africa (S)	178	178	178
Africa (E)	133	133	127
Asia (E)	173	164	157
Asia (SE) e Melanesia	356	283	283
Asia (W & S)	100	90	84
Russia Asiatica	172	162	23
Australia N. Zelanda	590	574	574
Polinesia	63	63	63
TOTALE	3702	3475	2985

La colonna di sinistra rappresenta la potenza lorda, quella centrale la potenza al netto delle aree dove la potenza è inferiore a 5 kW/m e la colonna di destra la potenza al netto delle zone coperte da ghiacci.

Tabella 1

Energia	Densità di energia (Joule per metro cubo)
Solare	0.0000015
Geotermica	0.05
Eolica (5 m/s)	7
Marea	0.5-50
Onde Oceaniche a 1m/s	500
Petrolio	45,000,000,000
Benzina	10,000,000,000
Gas Naturale	40,000,000

B.E. Layton, "A comparison of energy densities of prevalent energy sources ...", International Journal of Green Energy, 2008

zione di idrogeno. L'energia elettrica infatti non può essere accumulata; deve essere generata e consumata nello stesso istante. Attualmente, gli impianti di energia rinnovabile sono ancora relativamente pochi in termini percentuali e quindi la rete elettrica può gestire, con relativa facilità, queste fonti di energia intermittente senza incorrere in problemi di instabilità; per questo lo stoccaggio sottoforma di idrogeno, ottenuto per elettrolisi, potrebbe essere una alternativa interessante al "grid connected". Esistono diverse tecnologie di sfruttamento del moto ondoso: ricordiamo che l'energia trasportata dalle onde è influenzata da molti fattori, tra i quali la distanza dalla costa. I sistemi possono, perciò, essere classificati in base alla loro posizione :

- shoreline devices (lungo la linea di costa);
- near to shore devices (vicini alla costa);
- off shore devices (in mare aperto).

Nel 1998 in Europa è stato sviluppato un atlante dell'energia da moto ondoso (WERATLAS) a cura di Pontes et al. Questo documento stima che il contenuto energetico degli oceani e dei mari dell'Europa possa fornire circa 34 - 46 TWh anno da impianti installati lungo le coste. L'Australia, ad esempio, potrebbe coprire il 30 % del suo attuale consumo di energia elettrica (244 TWh) con energia elettrica da moto ondoso. Sebbene le tecniche di conversione dell'energia dalle onde del mare non siano ancora molto sviluppate, si pensa che tale fonte di energia diventerà

Tabella 3: Impatto potenziale per centrali a moto ondoso

Aspetto ambientale	Dimensioni
Costruzione e manutenzione	B
Erosione costiera	B-M
Flusso dei sedimenti	B
Pericolo per la navigazione	B
Fauna ittica ed ambiente	B
Impatto acustico	B
Specie in via di estinzione	B
Danni di ormeggio	B-M
Legenda: B - basso, M - medio, G - grande	

vantaggio di adottare soluzioni a basso impatto ambientale, così come gli investimenti economici richiesti sembrano essere relativamente contenuti. Per contro rimangono alcune difficoltà, non pienamente risolte, legate soprattutto all'irregolarità tipica del moto ondoso, che, in caso di eventi estremi, potrebbe

danneggiare gli impianti. Questo aspetto, penalizzante nel caso di immissione in rete dell'energia elettrica prodotta, potrebbe rivelarsi utile per realizzare impianti ad elettrolisi di energia, simili a quello presente a Herten (Germania), primo sito del Basso Reno-Westfalia basato sull'energia eolica per la produ-

PERCHÈ NELLA TABELLA 2 NELLA LEGENDA È SEGNATA LA G GRANDE SE NON C'È??





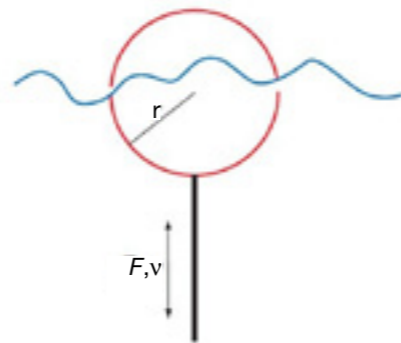
Fig. 1 "Mock up del floater in scala ridotta"



presto importante tanto quanto l'energia eolica e solare. L'energia presente nell'oceano ha una densità molto superiore rispetto a queste altre due forme di energia; infatti, a parità di energia, è necessaria un'estensione superficiale 15-20 volte superiore in ambito solare o eolico rispetto a quello marino. Un altro vantaggio dell'energia oceanica è che il grado di utilizzo, il rapporto tra l'energia prodotta in un anno e la capacità dell'impianto installato, è tipicamente il doppio di quello di un impianto di energia eolica. Questa tecnologia sfrutta il principio di Archimede: l'AWS (Archimedes Wave Swing), ossia un dispositivo posto in mare aperto, attivato dalle variazioni di pressione causate dalle onde superficiali. Un corpo cavo (Floater), sulla superficie del mare, è ancorato al generatore posto sul fondale. Il Floater può spostarsi verticalmente rispetto alla base ("Basement"), che è fissata al fondo marino. La conversione energetica avviene tramite un generatore sincrono, a magneti permanenti, azionato dalle variazioni di quota del Floater. Questo tipo di conversione energetica non consente l'accumulo di energia e, come conseguenza, si ha una scarsa qualità della potenza elettrica in uscita. I dispositivi sommersi sono meno vulnerabili alle tempeste e non rovinano la vista dei paesaggi ma, essendo solo pochi metri sotto la superficie, possono interferire con la navigazione. A livello di singola sfera la potenza può essere descritta dalla seguente relazione:

$$\text{Potenza} = \gamma k \frac{4}{3} \pi r^3 v \text{ (kW)}$$

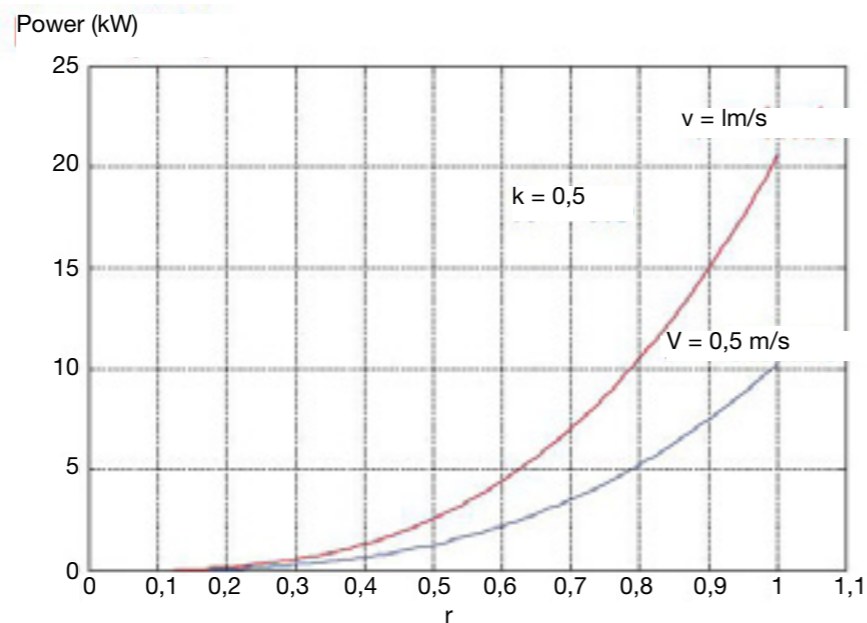
dove  $\gamma = 9.8 \text{ kN/m}^3$   
 Mentre  $k$ ; che può assumere un valore mai superiore all'unità, ossia ( $0 < k < 1$ ) rappresenta il "fattore di immersione": 0 a sfera totalmente emersa, 1 totalmente sommersa dall'onda.  
 Posto  $r = 0.5 \text{ m}$ , (sfera da un metro di diametro),  $v = 1 \text{ m/sec}$ ,  $k = 0.5$  (sfera immersa per metà) si ha una potenza di:  $P = 2.56 \text{ kW}$



Queste interessanti potenzialità incrementano il loro appeal se calate nel quadro normativo italiano: secondo quanto previsto dal D.M. 6 luglio 2012, l'elettricità prodotta da impianti ad energia oceanica (comprese maree e moto ondoso), entrati in esercizio in data successiva al 1° gennaio 2013, ha diritto a beneficiare della Tariffa onnicomprensiva o della Tariffa incentivante; per gli impianti di taglia non superiore a 1 MW ad energia oceanica (comprese maree e moto ondoso) la Tariffa onnicomprensiva consiste nel riconoscimento di una quota incentivante pari a 0,30 € per ogni kWh di elettricità netta prodotto dall'impianto e immessa nella rete elettrica. L'incentivo sarà corrisposto per un periodo di 15 anni.



Figura 2: "Andamento della potenza in funzione della velocità di ascensione"



# sps ipc drives

ITALIA

Tecnologie per l'Automazione Elettrica  
 Sistemi e Componenti  
 Fiera e Congresso  
 Parma, 20-22 maggio 2014



## Efficienza e produttività:

tutte le soluzioni di automazione per la tua industria

### Prodotti e Soluzioni

- Sistemi e componenti di azionamento
- Infrastrutture meccaniche
- Sensori
- Tecnologia di controllo
- IPC
- Software industriale
- Tecnologia di interfacciamento
- Dispositivi di commutazione in bassa tensione
- Dispositivi di interfaccia uomo-macchina (HMI)
- Comunicazione industriale
- Formazione e consulenza
- System Integrator

Registrati online per velocizzare l'accesso gratuito in fiera: [www.sps-italia.net](http://www.sps-italia.net)

Per info:  
 Tel +39 02 880 778.1  
[visitatori@sps-italia.net](mailto:visitatori@sps-italia.net)  
[www.sps-italia.net](http://www.sps-italia.net)

