



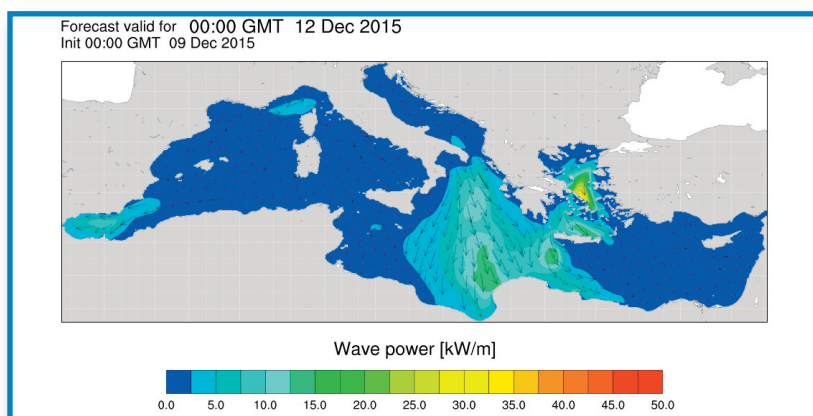
Studi e valutazioni sulla produzione di energia elettrica dalle correnti marine e dal moto ondoso

SCENARIO DI RIFERIMENTO

Come dimostrato di recente dagli studi ENEA condotti nell'ambito dei precedenti PAR, i mari italiani possiedono un'importante livello di energia associata al moto ondoso paragonabile a quello presente sulle coste baltiche del nord Europa. L'Italia, con i suoi 8000 km di costa, si colloca quindi tra i Paesi euro-mediterranei che possono trarre i maggiori benefici dallo sfruttamento di questa forma di potenziale energetico marino. I vantaggi che si possono ricavare dallo sfruttamento del moto ondoso sono enormi:

- una maggiore diffusione e densità di energia rispetto ad altre fonti rinnovabili come il vento, le maree;
- la variabilità oraria e giornaliera minore rispetto a quelle di altre risorse rinnovabili, come il vento, il sole o le correnti oceaniche;
- la favorevole variazione stagionale che segue il trend del consumo di energia elettrica nell'Europa occidentale;
- la grande affidabilità con la quale i livelli ondosi, in una specifica località, possano essere previsti con largo anticipo;
- la possibilità di sfruttare ampie superfici oceaniche di molti chilometri quadrati;
- la possibile integrazione all'energia eolica, in quanto in presenza di vento si ha la contemporanea azione delle turbine eoliche e della generazione delle onde marine sulla superficie libera. Inoltre l'onda generata da una raffica di vento dura più a lungo nel tempo rispetto alla raffica di vento stessa;
- il basso impatto ambientale e visivo che ha la maggior parte dei dispositivi per la trasformazione di energia da onda rispetto ad esempio alle turbine

eoliche; infatti dispositivi di conversione di energia ondosa sono quasi invisibili sopra la linea dell'orizzonte, a differenza delle turbine eoliche che, sviluppandosi in altezza, hanno un impatto visivo più marcato.



OBIETTIVI

Nel corso del Piano Annuale di Realizzazione 2014, Area "Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente", Progetto B.1.4 "Studi e valutazioni sulla produzione di energia elettrica dalle correnti marine e dal

moto ondoso", sono state svolte attività di ricerca e sviluppo rivolte da una parte alla qualificazione della risorsa marina e dell'ambiente e dall'altra allo sviluppo e sperimentazione di dispositivi di conversione del moto ondoso; di seguito sono riportati i principali risultati ottenuti.

RISULTATI

Analisi climatologica delle componenti del moto ondoso e previsioni operative

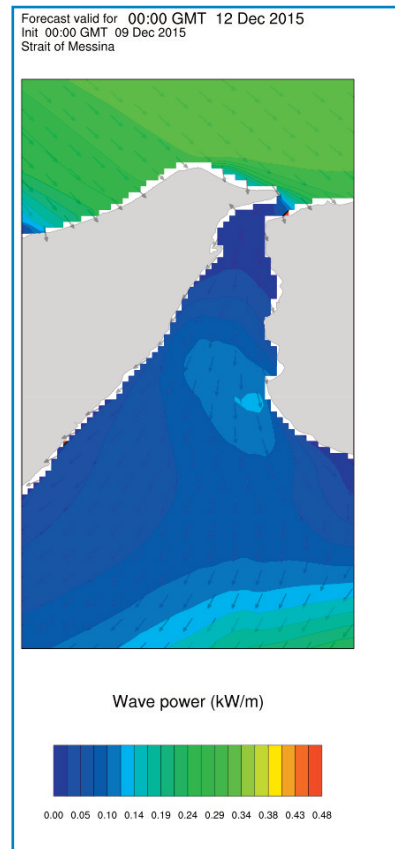
La progettazione di impianti di conversione di energia ondosa richiede una informazione dettagliata sulle caratteristiche delle onde incidenti, in termini di frequenza e direzione di propagazione. L'attività svolta è stata indirizzata da una parte alla previsione operativa dell'energia ondosa e dall'altra ad una descrizione climatologica dettagliata della risorsa. In generale le onde in una data località sono determinate dalla combinazione di onde generate localmente dal vento e di onde che si sono propagate da regioni

lontane. La tecnica del *partizionamento* è stata utilizzata per ricavare climatologie separate per i due tipi di onda, relativamente a 20 punti distribuiti lungo la costa mediterranea, per i quali erano stati memorizzati nel corso delle precedenti annualità gli spettri bidimensionali di energia.

Vengono giornalmente messe a disposizione sul sito web dell'ENEA le previsioni dell'energia dal moto ondoso prodotte da un sistema operativo relativo all'intero Mediterraneo e, a più alta risoluzione, su alcuni sottobacini dei mari italiani. Il sistema è stato implementato con l'aggiunta di un ulteriore zoom relativo all'area dello stretto di Messina per fornire supporto alle attività sperimentali in mare effettuate in collaborazione con il Laboratorio NOEL dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria. È stata inoltre effettuata una validazione dei risultati prodotti dal sistema, tramite il confronto con dati da satellite e dati misurati dalle boe distribuite lungo la costa italiana.

Attività di mappatura degli ecosistemi costieri

Nel Mediterraneo, le praterie di *Posidonia oceanica*, rappresentano uno dei più importanti ecosistemi non solo per la complessità e l'estensione ma anche per gli essenziali servizi ecologici che svolge: intrappolando i sedimenti in sospensione favorisce la trasparenza dell'acqua e la riduzione dell'erosione costiera, rappresenta la base della catena trofica marina nonché il riparo e l'habitat per una varietà di flora e fauna, costituisce inoltre un sensibile bio-indicatore di impatto da attività antropiche e dei cambiamenti climatici. È stata messa a punto una metodologia innovativa per monitorare a scale spazio-temporali adeguate, l'ecosistema costiero, in particolare la *Posidonia oceanica*, utilizzando un approccio basato sulle tecniche di telerilevamento e GIS (Geographical Information System) più recenti, integrate da metodi avanzati per il campionamento a mare, misure in situ e di laboratorio. L'area d'interesse delle attività è quella dell'isola di Pantelleria, caratterizzata da elevata trasparenza delle acque costiere e dove recentemente è stato installato il sistema ISWEC per la produzione di energia elettrica dal moto ondoso a



Esempio di previsione dell'energia da moto ondoso relativo al sottobacino nello stretto di Messina



Restituzione 3-D dell'isola di Pantelleria ottenuta utilizzando il modello altimetrico e la combinazione RGB derivante dai rilievi Landsat 8 OLI del 08-08-2014. Oltre alle aree di localizzazione delle praterie di PO con puntinatura verde è riportata la posizione del sistema ISWEC con simbolo in rosso

basso impatto ambientale.

Attività relativa a dispositivi a colonna d'acqua oscillante

Nel corso delle annualità precedenti è stato installato un convertitore di tipo *near-shore OWC* (*Oscillating Water Column*) presso il laboratorio NOEL dell'Università di Reggio Calabria. Il dispositivo in

scala 1:8 è del tipo REWEC3 a geometria variabile (REWEC3-GV). Nel corso del progetto attuale sono state effettuate analisi delle prestazioni del prototipo sia attraverso esperimenti condotti in mare, presso il laboratorio NOEL, che esperimenti numerici condotti con due diversi modelli CFD.

E' stata inoltre condotta una campagna di test sperimentali su un banco-prova costituito da un prototipo in scala ridotta di un Power Take Off (PTO) innovativo per un sistema di conversione di energia dal moto ondoso. Il PTO in esame, identificato con l'acronimo ICD-DEG (inflatable circular diaphragm dielectric elastomer generator), è costituito da Elastomeri Dielettrici, ovvero materiali polimerici altamente deformabili utilizzati per costituire generatori elettrostatici che sfruttano variazioni di capacità elettrica per convertire lavoro meccanico in energia elettrica. Scopo del lavoro è stato quello di verificare la fattibilità preliminare dell'installazione di un PTO a diaframma circolare di questo tipo sull'impianto pilota REWEC di Reggio Calabria in sostituzione delle classiche turbine *Wells*.

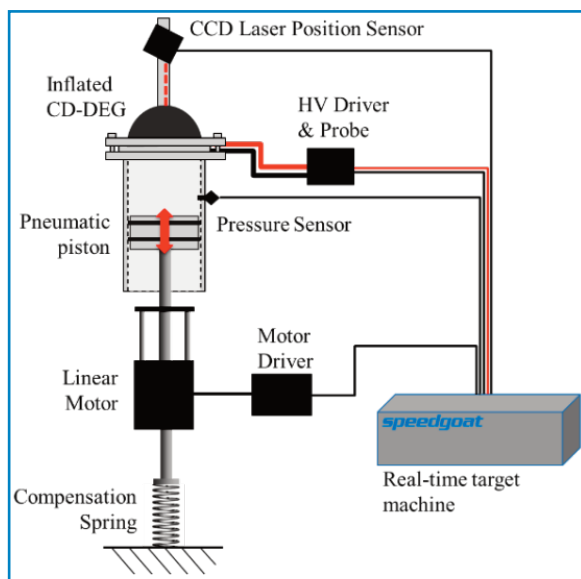
Prove sperimentali su prototipo in scala di convertitore di tipo point absorber

L'attività è stata dedicata alla progettazione e verifica di funzionamento, attraverso test sperimentali condotti presso la vasca navale di Roma (appartenente al CNR-INSEAN), del prototipo PEWEC (Pendulum Wave Energy Converter), già costruito in scala 1:45 nel corso della precedente annualità.

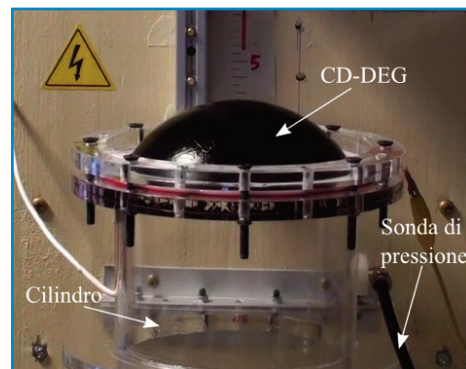
Seguendo il protocollo europeo EQUIMAR, che stabilisce i criteri da seguire durante la fase di progettazione dei convertitori dell'energia marina da semplici concept fino alla fase di prototipo in scala 1:1, nel corso del presente progetto è stato inoltre progettato e costruito il prototipo PEWEC in scala 1:12.



Diga in cemento armato, presso il NOEL di Reggio Calabria, con i due cassoni REWEC3



a)



b)

Schema del setup sperimentale (a); foto del prototipo di CD-DEG e della camera pneumatica su cui è alloggiato (b)



Foto del prototipo del PEWEC in assetto di prova

Aspetti operativi di coordinamento con RSE e CNR

Il CNR non svolge attività sul presente tema nell'ambito nazionale della Ricerca di Sistema Elettrico. Non esiste quindi un coordinamento ufficiale tra ENEA e CNR su questo tema. Tuttavia l'INSEAN, l'Istituto di ricerca nel settore dell'ingegneria navale e marittima, afferente al Dipartimento Energia e Trasporti del CNR, è dotato di una vasca navale che viene utilizzata anche per testare prototipi di convertitori. Nel corso del progetto la vasca navale è stata utilizzata per testare il prototipo PEWEC a fronte di un regolare contratto di servizio stipulato tra ENEA e CNR-INSEAN. ENEA e CNR partecipano congiuntamente all'iniziativa europea EERA-Ocean Energy (European Energy Research Alliance). Maggiore interazione e coordinamento si sono stabiliti invece tra ENEA e RSE. Al fine di garantire la massima sinergia e la migliore distribuzione delle risorse, ENEA e RSE hanno operato in maniera coordinata già nel corso delle precedenti annualità al fine di assicurare lo scambio di informazioni e dati. Nello specifico ENEA ha messo a disposizione di RSE i dati prodotti dai modelli di onde relativi alla climatologia e la previsione dell'energia associata al moto ondoso nel Mediterraneo. RSE ed ENEA hanno inoltre operato in modo coordinato alla creazione della prima newsletter a diffusione nazionale sul tema dell'energia dal mare. Per quanto riguarda lo sviluppo di prototipi per la conversione del moto ondoso in energia elettrica si è concordato di seguire lo sviluppo di più tecnologie in maniera complementare. Questa scelta ha come scopo ultimo quello di individuare le tecnologie promettenti nel più breve tempo possibile.

Comunicazione e diffusione dei risultati

Nel corso del progetto sono state intraprese diverse attività per la comunicazione e la diffusione dei risultati:

- Organizzazione di workshop e sessioni in congressi internazionali, produzione di articoli scientifici, presentazioni a congressi, divulgazione delle attività per mezzo di media nazionali, e sviluppo di un Geo-portale per la consultazione dei dati prodotti dal progetto.

- A livello europeo sono state attivate sinergie attraverso la partecipazione al programma congiunto di ricerca sull'energia dal mare (JP Marine Renewable Energy) proposto dalla EERA European Energy Research Alliance. ENEA partecipa in maniera attiva al progetto congiunto attraverso il coordinamento delle Università e dei centri di ricerca nazionali.
- Realizzazione di una newsletter dedicata all'energia dal mare: la Newsletter "L'Energia dal Mare" fornisce una rassegna delle principali attività a livello nazionale nel settore della ricerca volta alla produzione di energia dal mare: i risultati scientifici, le iniziative, i seminari, i convegni.
- Progettazione e realizzazione del Geoportale "Waves Energy" che rappresenta il punto di accesso per la consultazione dei dati e delle mappe geospaziali prodotti. I dati geospaziali messi a disposizione del Geoportale sono raggruppati nelle seguenti tre categorie: a) "Forecasting" (Output dei modelli previsionali per il Mediterraneo); b) "Climatology" (Serie temporali per il Mediterraneo) e c) "Other Layers" (Mappe e Layer geografici di base). I suddetti dati sono disponibili ed accessibili dal Geoportale tramite le seguenti applicazioni: Map Viewer "Waves Energy" (Applicazione con accesso libero), WebGIS-DSS "Waves Energy" (Applicazione con autenticazione richiesta) e Catalogo dei servizi OCG (Accesso diretto ai layer tematici mediante servizi GIS).
- Pubblicazione online, lo scorso settembre 2015, dell'edizione speciale della rivista *Energia, Ambiente e Innovazione* sul tema dell'energia dal mare. Il periodico tecnico-scientifico dell'ENEA offre una panoramica aggiornata sulle attività in corso e sui risultati raggiunti dalla ricerca italiana nello sfruttamento del potenziale energetico del moto ondoso e delle maree. Lo speciale intitolato *Ocean energy: Ongoing research in Italy* è stato ideato come una raccolta di articoli scientifici che descrivono le tecnologie di conversione dell'energia marina progettate per i mari italiani dai principali centri di ricerca e università nazionali.

Area di ricerca: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto B.1.5: Studi e valutazioni sulla produzione di energia elettrica dalle correnti marine e dal moto ondoso

Referente: G. Sannino, gianmaria.sannino@enea.it