

PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-21 - RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE
Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

AFFIDATARIO 1

Tema - Titolo del progetto: 1.8 Energia elettrica dal mare

Durata: 36 mesi

Semestre n. 2 – Periodo attività: 01/07/2019 – 31/12/2019

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

Il progetto è stato strutturato in due tematiche principali, l'attività di modellistica meteo-marina e lo sviluppo e ottimizzazione del convertitore PeWEC, portate avanti in maniera collaborativa tra i due beneficiari del progetto, Enea e Politecnico di Torino, attraverso l'utilizzo delle facilities HPC (High Performance Calculation) a disposizione nei due centri di lavoro.

In questo secondo semestre di esecuzione si sono consolidate le attività di coordinamento e gestione del progetto e si sono implementate differenti attività trasversali di diffusione. Dal punto di vista tecnico si è potuto avanzare con il disegno ottimizzato del convertitore PeWEC in linea con le caratteristiche dei siti di maggior interesse come la Sardegna occidentale e Pantelleria; inoltre, si è portata a termine il sistema operativo per la previsione della circolazione del Mediterraneo con gli effetti delle maree, aprendo dunque la strada ad una valutazione del potenziale energetico marino con alto dettaglio.

ATTIVITA' SVOLTE	
AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO
ENEA	<p>LA 1.1 - Implementazione e test di un sistema operativo per la previsione della circolazione del Mar Mediterraneo e valutazione degli effetti delle maree</p> <p>Le attività di questo secondo semestre hanno permesso di completare la linea di attività raggiungendo risultati più che soddisfacenti. Nello specifico, si è potuto implementare e validare un sistema operativo per la previsione della circolazione del Mar Mediterraneo e del Mar Nero, basato su un modello numerico tridimensionale della circolazione marina capace di includere i principali effetti delle maree.</p> <p>I risultati delle simulazioni previsionali sono stati conservati, al fine di creare nel tempo un archivio della circolazione mediterranea, che si presenta come unico nel panorama europeo, per l'alta risoluzione spaziale (circa 2 km, con opportuni infittimenti in zone cruciali, come lo Stretto di Gibilterra e i Dardanelli), e per l'inclusione degli effetti di marea, sia locali che provenienti dall'Atlantico.</p> <p>Parallelamente, è stata realizzata una simulazione dedicata di più lunga durata, che ha consentito di valutare le performance del modello di circolazione in assenza di assimilazione di dati sperimentali, attraverso il confronto con osservazioni, sia in situ che da satellite. La simulazione è stata poi utilizzata per una prima analisi degli effetti della marea sulla circolazione, con risultati interessanti e, in alcuni casi, non previsti,</p>

che mostrano l'esistenza di effetti complessi, anche non lineari, indotti dalla marea in vari sottobacini del Mediterraneo.

LA 1.2 - Previsioni operative dello stato del mare per il Mediterraneo e per 10 sottobacini italiani

Nel corso del PAR2013 è stato realizzato un sistema operativo di previsione delle onde, i cui prodotti possono essere utilizzati nella fase di esercizio di taluni convertitori per l'ottimizzazione, tramite apposito sistema di controllo, dell'estrazione di energia. Il sistema produce previsioni su un dominio di calcolo che si estende su tutto il bacino Mediterraneo alla risoluzione di 1/32°, utilizzando un modello per la simulazione delle onde in acque profonde. Simulazioni a più alta risoluzione vengono poi effettuate su 10 sotto-aree dei mari italiani, alla risoluzione di 1/128°.

Il sistema è stato mantenuto in operatività nel corso del secondo semestre del 2019 ed ha fornito quotidianamente le previsioni per i cinque giorni successivi, con una risoluzione temporale oraria. I campi bidimensionali relativi alle principali variabili, sia prodotti dalla simulazione sul bacino Mediterraneo che da quelle sui sottobacini, sono stati memorizzati sui computer dell'ENEA e i risultati delle simulazioni vengono pubblicati automaticamente sulla pagina web dell'ENEA (<https://giotto.casaccia.enea.it/waves>), dove sono disponibili mappe delle principali grandezze relative alle simulazioni del giorno corrente, sia per il Mediterraneo che per i sottobacini.

LA 1.3 - Valutazione della predicibilità stagionale dell'intensità del vento e della radiazione solare sul bacino mediterraneo

Nel secondo semestre del progetto si è completato il lavoro di studio le skill del prodotto di previsioni stagionali ECMWF SEAS5 disponibile su C3S Climate Data Store a 1° di risoluzione orizzontale nel bacino mediterraneo, per diverse stagioni e date di inizializzazione. Si sono definite delle metodologie per la correzione dei bias e la valutazione probabilistica. L'affidabilità delle previsioni è stata valutata utilizzando opportuni indicatori di affidabilità basati sul confronto con i dati osservativi (reanalisi). Le variabili prese in considerazione sono la radiazione solare e la temperatura, e l'intensità del vento, relativamente ai settori del solare e dell'eolico off-shore.

Benché si sia riscontrato che le previsioni stagionali nella regione mediterranea presentino delle criticità rispetto ad altre zone del globo terrestre, sono state individuate delle "finestre di opportunità", in cui le skill delle previsioni garantiscono che un utilizzo delle stesse sia preferibile a un uso dei valori climatologici. La stagione primaverile ed estiva sono quelle in cui l'uso delle previsioni stagionali è più efficace. Nel bacino orientale del mediterraneo i valori degli scores valutativi sono in genere più alti. Infine, si è riscontrato che le previsioni stagionali sono più affidabili per le variabili temperatura che per radiazione solare e per vento superficiale.

LA 1.7 – Comunicazione e diffusione dei risultati

Il secondo semestre ha previsto l'esecuzione delle attività di comunicazione e diffusione del progetto, con l'obiettivo di massimizzare l'impatto della ricerca acquisendo visibilità e consentendo un trasferimento e successivo uso dei dati ottenuti.

A seguito di una fase di avvio del progetto, i risultati sono stati divulgati in modo efficace a tutti i segmenti di stakeholders interessati agli sviluppi del settore delle energie marine.

I principali output dell'attività hanno visto tre pubblicazioni di carattere internazionale

	<p>e peer-reviewed, partecipazione a 2 congressi e esibizioni leader nel settore a livello internazionale, scambio di informazioni e rappresentazione in gruppi di lavoro internazionali come il SET-Plan e EERA ed infine numerose presenze sui canali media, reti sociali e testate giornalistiche.</p>
<p>PoliTO</p>	<p>LA 1.6 - Individuazione di leggi di controllo avanzate</p> <p>La linea di attività ha permesso di identificare due possibili soluzioni alla problematica relativa allo sviluppo di sistemi di controllo avanzati per la tecnologia PeWEC.</p> <p>Il sistema di controllo di tipo model-based proposto è il TRMPC (Tube-based Robust Model Predictive Control). Per questo controllore sono state analizzate brevemente le basi teoriche e mostrati i vantaggi che questo tipo di scelta apporterebbe in termini di produttività e robustezza. Sono stati presentati inoltre i parametri da regolare in fase di progetto per ottenere un controllo ottimale ed una strategia per raggiungere una configurazione che soddisfi le necessità date dal sistema che deve essere controllato (massimizzazione della potenza estratta, rispetto dei vincoli fisici, robustezza ad incertezze e disturbi).</p> <p>Per quanto riguarda il sistema di controllo di tipo data-driven, la strategia è stata analizzata in ogni suo aspetto e sono state affrontate le criticità tipiche dei controllori basati su dati reali. È stato inoltre mostrato un possibile processo di sviluppo della strategia di apprendimento, evidenziando i metodi matematici necessari per l'ottenimento di una soluzione ottimale. Sono stati mostrati infine i vantaggi caratteristici di questa soluzione (adattabilità ai cambiamenti del sistema nel corso del tempo, capacità di massimizzare la potenza indipendentemente da modelli teorici del sistema).</p> <p>LA 1.12 - Sviluppo di algoritmi genetici per la progettazione del convertitore</p> <p>L'attività ha permesso di sviluppare un sistema di ottimizzazione basato su algoritmo genetico in grado di ottimizzare i parametri del dispositivo e definire un device ottimale in funzione delle condizioni di mare, dell'energia prodotta e del costo del dispositivo.</p> <p>Per le analisi sono stati presi in considerazione 11 siti nel mediterraneo e sono stati scelti due siti campione per l'ottimizzazione di interesse energetico, la costa nord-ovest della Sardegna e Pantelleria. All'inizio del report viene ripreso il principio di funzionamento del dispositivo PeWEC e le sue peculiarità.</p> <p>A partire da un set di parametri il dispositivo è stato univocamente definito nei suoi sottosistemi scafo, pendolo e Power Take Off (PTO). Relativamente ad ogni dispositivo quindi si è associata una produttività annua tramite la simulazione del modello matematico e una funzione di costo per i tre sottosistemi in analisi.</p> <p>Sono stati individuati due parametri techno-economici da ottimizzare, uno direttamente correlato al costo dell'energia e l'altro un indice di efficienza di conversione dell'energia che hanno permesso quindi di identificare le soluzioni più adatte per il disegno del PeWEC nei differenti siti di installazione.</p>