

Implementazione e validazione di un modello d'onda nel Mediterraneo

Lorenzo Mentaschi

DICCA: Dipartimento di Ingegneria Chimica, Civile ed Ambientale, Università di Genova
E-mail: lorenzo.mentaschi@unige.it.

Nel presente lavoro è stato effettuato uno studio delle prestazioni del modello WAVEWATCH III nel Mediterraneo, su diciassette casi studio corrispondenti a mareggiate nel Mediterraneo occidentale. Diversi termini sorgente di crescita/smorzamento e parametrizzazioni sono stati confrontati, alla ricerca di quello che meglio descrive la dinamica delle onde. I risultati delle simulazioni sono stati comparati con le misurazioni di boe ondametriche italiane e spagnole. Un'analisi degli indicatori d'errore ha mostrato che un paragone efficace tra le prestazioni dei diversi termini sorgente può essere effettuato tramite l'indicatore di *bias*. L'indagine ha indicato il termine sorgente di Ardhuin et al. (2008) come migliore, anche se esso tende a sovrastimare lievemente la crescita dell'onda.

La dissipazione è l'aspetto meno conosciuto della dinamica delle onde, e la sua rappresentazione nei modelli d'onda di terza generazione è generalmente basata su metodi semiempirici calibrati in larga misura a posteriori sulla base di misure raccolte da boe, radar e satelliti. Questi dati provengono in gran parte dagli oceani, che presentano una dinamica delle onde caratterizzata da una prevalenza della componente di *swell*, mentre nei bacini chiusi come il Mediterraneo la crescita locale dovuta all'azione del vento appare prevalente (Ardhuin et al., 2007). Per questo motivo ci siamo proposti di effettuare una validazione del modello WAVEWATCH III nel contesto del bacino Mediterraneo, in particolare del termine di crescita e smorzamento di ultima generazione sviluppato da Ardhuin et al. (2008).

Ampliando una precedente analisi (Mentaschi et al., 2012a), la validazione è stata effettuata su diciassette casi studio corrispondenti a mareggiate nel Mediterraneo occidentale. I dati di vento sono stati elaborati utilizzando il modello WRF. Il modello WWIII è stato integrato su una griglia estesa a tutto il Mediterraneo con risoluzione di circa 10 km.

Le simulazioni sono state eseguite utilizzando il diffuso *source term* di Tolman e Chalikov (1996) (d'ora innanzi indicato con TC) e Ardhuin et al. (2008), con le parametrizzazioni di Bidlot et al. (2005) (d'ora innanzi indicata con BAJ) e la parametrizzazione chiamata ACC350 nel manuale di WWIII. Quest'ultima parametrizzazione introduce un termine innovativo che descrive la dissipazione in funzione della *drag velocity* del vento. Per i casi studio esaminati, un'analisi di sensitività è stata effettuata nello spazio dei parametri di ACC350, per comprendere se loro variazioni nei possano produrre migliori risultati. In totale sono state esaminate 43 differenti parametrizzazioni. I risultati sono stati confrontati con le misure di boe relative ad altezza d'onda significativa, periodo medio e direzione, tramite indicatori statistici di errore noti in letteratura: il *bias* normalizzato, definito da $(NBI = \sum(S_i - O_i) / \sum O_i)$, indica la deviazione media della simulazione dal dato osservato. Se il valore medio simulato è inferiore a quello osservato, il *bias* è negativo, altrimenti è positivo. Il coefficiente di correlazione (Corr) è stato usato per valutare la componente dell'errore dovuto alla dispersione dei valori simulati intorno al valor medio. Nella nostra analisi non abbiamo considerato il noto indicatore di errore quadratico medio (RMSE) perché il suo valore tende ad essere sistematicamente più basso (migliore) per simulazioni che sottostimano la previsione (Mentaschi et al., 2012b). Le prestazioni del modello variano in funzione delle condizioni attuali del mare e del vento. Per questo motivo gli indicatori statistici sono

stati valutati separatamente per diversi gruppi di boe, generati sulla base del bacino di appartenenza e delle condizioni registrate per ogni caso studio. In figura è riportato il diagramma di Taylor con i risultati delle simulazioni per le 43 parametrizzazioni esaminate, per tutti i gruppi di boe.

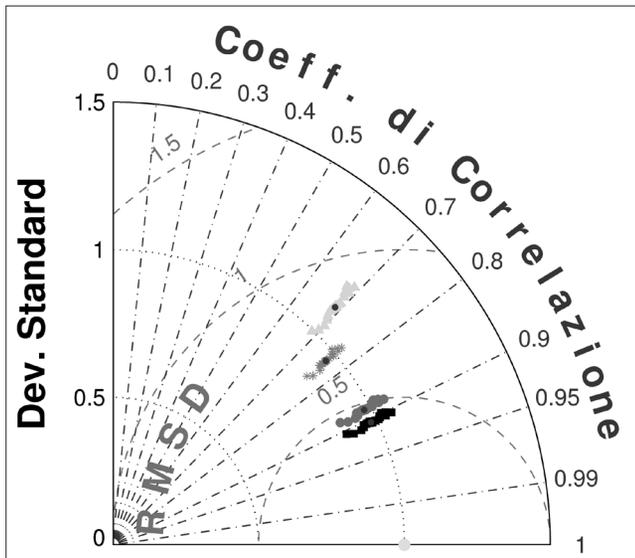


Figura 1 - Diagramma di Taylor dei dati di altezza significativa dell'onda per le 43 parametrizzazioni utilizzate nella validazione. I punti rossi sono relativi alle misure di tutte le boe, i punti neri alle boe tirreniche, i punti rosa alle boe ioniche, i punti verdi alle boe adriatiche.

nell'analisi di sensitività dei parametri ci siamo serviti del solo indicatore di *bias*. L'analisi di sensitività nello spazio dei parametri mostra che variazioni rispetto ad ACC350 che comportano una piccola riduzione della crescita dovuta alla forzante vento, o un leggero aumento della dissipazione, incrementano lievemente la qualità della simulazione. Questo risultato indica che la parametrizzazione ACC350 sovrastima leggermente la crescita dell'onda, come si vede dal fatto che la misura del bias ad essa associato presenta generalmente valori positivi.

Bibliografia

- Ardhuin F., Bertotti L., Bidlot J.-R., Cavaleri L., Filipetto V., Lefevre, J.-M. Wittmann P. (2007) - *Comparison of wind and wave measurements and models in the Western Mediterranean Sea*. Ocean Engineering, 34: 526-541.
- Ardhuin F., Charpon, Collard B., Oueffoulou F., Filipot P., J.-F. e Harmon M. (2008) - *Spectral wave dissipation based on observations: A global validation*. Proc. Chinese German Joint Symposium on Hydraulic and Ocean Engineering, Darmstadt, Germany, Geramn Research Foundation (DFG), pp. 393-402.
- Bidlot J.-R., Abdalla S. e Janssen P. (2005) - *A revised formulation for ocean wave dissipation in CY25R1*. Research Dept. Tech. Rep. Memo. R60.9/JB/0516, ECMWF, Reading, United Kingdom.
- Mentaschi L., Besio G., Cassola F. e Mazzino A. (2012a) - *Implementazione e validazione di un modello di previsione e reanalisi del moto ondoso per il Mediterraneo Occidentale*. Proc. IDRA 2012, Brescia, Italia, pp. 8.
- Mentaschi L., Besio G., Cassola F. e Mazzino A., (2012b) - *Developing and validating a forecast/hindcast model system for the Mediterranean Sea*. Proc. ICS 2013, Plymouth, United Kingdom. Journal of Coastal Research, SP 65: 1551-1556.
- Tolman H.L. (2009) - *User manual and system documentation of WAVEWATCH III version 3.14*. Tech note 276, NOAA, NWS, NCEP, MMAB, pp. 194.

I risultati del nostro studio indicano che la parametrizzazione TC è affetta da rilevanti *bias* di altezza d'onda e periodo, per tutti i gruppi di boe considerati. Utilizzando il termine sorgente di Ardhuin et al. (2008) il *bias* risulta più basso, sia con parametrizzazione BAJ sia con parametrizzazione ACC350, e complessivamente quest'ultima fornisce i migliori risultati. Riteniamo che le migliori prestazioni di ACC350 siano legate alla migliore rappresentazione della dissipazione dell'onda dovuta ai recenti sviluppi nella comprensione di questo fenomeno (Ardhuin et al., 2008).

Un aspetto che abbiamo rilevato è lo scarso impatto dei termini di crescita e smorzamento sul coefficiente di correlazione tra serie simulata e osservata: anche usando termini sorgente molto diversi otteniamo valori del coefficiente di correlazione molto simili. Viceversa la calibrazione dei termini di crescita e smorzamento appare dominante nell'ottimizzazione della parte dell'errore legata al *bias*. Per questo per la valutazione delle parametrizzazioni sperimentate