



## MODELLISTICA DELLO STATO DEL MARE



Per **Stato del Mare** si intende la descrizione delle proprietà delle onde in un dato luogo e ad un dato istante di tempo. Questa può essere data in termini spettrali o più semplicemente in termini di altezza significativa, direzione di propagazione, periodo medio e periodo di picco; queste informazioni possono essere ottenute mediante modelli numerici. A questo proposito il Servizio IdroMeteorologico dell'ARPA dell'Emilia-Romagna, ARPA-SIM si avvale operativamente del modello numerico SWAN ([www.arpa.emr.it/sim/?mare/](http://www.arpa.emr.it/sim/?mare/)).

La produzione della modellistica numerica dello Stato del Mare è realizzata presso ARPA-SIM con il contributo del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale ([www.protezionecivile.it](http://www.protezionecivile.it)).

### SWAN (Simulating WAve Nearshore)

SWAN è un “wave action model” di terza generazione ed ha un’implementazione fisica ed algoritmi di calcolo numerico sviluppati e studiati appositamente per superare le tradizionali difficoltà incontrate nell’applicazione di un modello d’onda in zone costiere caratterizzate da basse profondità.

SWAN, supportato dal Ministero dei Trasporti, dei Lavori Pubblici e dalla Gestione Acque dei Paesi Bassi, è stato sviluppato e continuamente aggiornato all’interno del Dipartimento di Meccanica dei Fluidi della Facoltà di Ingegneria Civile e Scienze Geologiche della Delft University of Technology.

Per ottenere dei buoni risultati nelle zone costiere è di fondamentale importanza la risoluzione e la precisione della batimetria, in modo da riuscire a percepire (e quindi a prevedere) con accuratezza l’elevazione delle onde in concomitanza dell’abbassamento dell’altezza della colonna d’acqua.

I vantaggi nell’uso di questo modello sono da ricercare nei seguenti punti:

- ↳ Processi di propagazione:
  - rifrazione dovuta alle variazioni di corrente e di profondità
  - effetto di *shoaling* (una conseguenza della graduale decrescita nella profondità dell’acqua fa sì che lo *steepness* dell’onda cresca, mentre la sua velocità decresce)
  - blocco o riflessione dovuto a correnti opposte
  - trasmissione, blocco o riflessione contro ostacoli
  - diffrazione dovuta a barriere, ostacoli, isole, ecc.
- ↳ Processi di generazione e dissipazione:
  - generazione dovuta al vento
  - dissipazione dovuta al *whitcapping*
  - dissipazione per attrito sul fondo
  - dissipazione per rottura dell’onda dovuta alle variazioni di profondità
  - interazioni non lineari tra onde stesse (*triad/quadruplet wave-wave interaction*)
- ↳ Nesting con WAM, WAVEWATCH III e SWAN stesso.

### Caratteristiche operative del sistema

Le forzanti meteorologiche del modello d’onda sono l’intensità e la direzione del vento a 10 metri d’altezza prodotte dall’implementazione italiana del modello meteorologico COSMO.

Dal punto di vista dell’operatività il sistema di previsione dello Stato del Mare si articola su tre fasi, la prima delle quali prevede la corsa del modello sull’intera area del Mar Mediterraneo ad una risoluzione di  $\frac{1}{4}$  di grado (circa 25 Km). Da questa si generano le condizioni al contorno per il successivo “run” sul dominio Italia, la cui risoluzione orizzontale è stabilita ad  $\frac{1}{12}$  di grado (approssimativamente pari a 8

Km) che risulta essere paragonabile a quella del modello meteorologico forzante COSMO-I7 (che ha una risoluzione spaziale pari a 7 Km circa), così da avere il miglior allineamento numerico possibile. Da questa corsa vengono poi prodotte tutte le condizioni dei campi d'onda ai limiti della zona caratterizzante il litorale regionale, dati necessari per la successiva fase di "nesting" (annidamento) che consente di avere una più accurata previsione. In questa terza fase, infatti, si prevede la corsa di SWAN nelle acque di competenza della regione Emilia Romagna, aumentando il dettaglio spaziale che viene portato ad una risoluzione di calcolo di 1/120 di grado (pari a circa 800 m). Questa tecnica, che viene comunemente adottata in tutti i casi in cui si necessita di accuratezza previsionale in zone geograficamente limitate, produce ottimi risultati, come dimostrato dall'esperienza di numerosi centri meteorologici e di ricerca in ambito nazionale e mondiale.

#### Schema sui mari del dominio Italia (SWAN-ITA).

In questa fase viene effettuata la previsione dello stato del Mar Adriatico secondo le seguenti specifiche:

- ↗ copertura geografica: 6°-20° (longitudine Est), 34°-46° (latitudine Nord);
- ↗ il vento utilizzato è quello previsto a 10 metri dal suolo dal modello COSMO-I7;
- ↗ batimetria originaria a 1/60 di grado su griglia latlon regolare;
- ↗ griglia di calcolo latlon regolare pari ad 1/12 di grado;
- ↗ emissione: ore 00 UTC. Si utilizza una partenza a caldo, mediante opportuni file di hotstart ottenuti dal run precedente, o, se questi non dovessero essere disponibili, mediante un run stazionario, per inizializzare i campi d'onda, e 24 ore di analisi di vento per il riscaldamento del modello;
- ↗ massima previsione: +72 ore rispetto alla data di emissione (scadenza trioraria);
- ↗ uscite orarie previste: altezza significativa dell'onda, direzione di propagazione, periodo medio e periodo di picco;

#### Schema di nesting sull'area dell'Emilia Romagna (SWAN-EMR).

In questa fase verrà effettuata la previsione dello Stato del Mare in prossimità del litorale costiero emiliano-romagnolo secondo le seguenti specifiche:

- ↗ copertura geografica preventivata: 12°-13° (longitudine Est), 43.8°-45° (latitudine Nord);
- ↗ il vento utilizzato è quello previsto a 10 metri dal suolo dal modello COSMO-I7;
- ↗ batimetria originaria a 1/240 di grado su griglia latlon regolare;
- ↗ griglia di calcolo latlon regolare pari ad 1/120 di grado;
- ↗ emissione: ore 00 UTC. Si utilizza una partenza a caldo, mediante opportuni file di hotstart ottenuti dal run precedente, o, se questi non dovessero essere disponibili, mediante un run stazionario, per inizializzare i campi d'onda, e 24 ore di analisi di vento per il riscaldamento del modello;
- ↗ massima previsione: +72 ore rispetto alla data di emissione (scadenza oraria);
- ↗ uscite orarie previste: altezza significativa dell'onda, direzione di propagazione, periodo medio e periodo di picco;

**Per ulteriori informazioni o per richiedere dati** contattare Andrea Valentini presso ARPA-SIM

**Per saperne di più sul modello** visitare il sito web di SWAN: <http://fluidmechanics.tudelft.nl/swan/>

#### **Bibliografia:**

- Holthuijsen, L.H., Booij, N., Herbers, T.H.C., 1989. A prediction model for stationary, short-crested waves in shallow water with ambient currents. *Coast. Eng.* 13, 23– 54.
- Booij, N., Ris, R.C., Holthuijsen, L.H., 1999. A third-generation wave model for coastal regions. Part I - Model description and validation. *J. Geophys. Res.* 104 (C4), 7649– 7666.
- Ris, R.C., Booij, N., Holthuijsen, L.H., 1999. A third-generation wave model for coastal regions. Part II - Verification. *J. Geophys. Res.* 104 (C4), 7667– 7681.