

# CATENE DI PREVISIONE E MODELLISTICA, LE APPLICAZIONI

IL SISTEMA MODELLISTICO INTEGRATO UTILIZZATO DAL SERVIZIO IDRO-METEO-CLIMA DI ARPA EMILIA-ROMAGNA È FORMATO DALLA CATENA MODELLISTICA DI PREVISIONE DELLE ONDE “MEDITARE” E DAL MODELLO “ADRIAROMS”. GLI OUTPUT SONO UTILIZZATI COME DATI DI INGRESSO AD APPLICATIVI SPECIALIZZATI PER ATTIVITÀ DI PREVISIONE E DI PROTEZIONE CIVILE.

Il sistema modellistico integrato utilizzato dal Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna (I Quaderni di Arpa, 2012, *Oceanografia operativa in Italia. Verso una gestione sostenibile del mare*) è formato da una catena modellistica di previsione delle onde, denominata Meditare (Valentini et al., 2007) e dal modello oceanografico Roms implementato sull'intero Adriatico denominato AdriaRoms (Chiggiato and Oddo, 2006). Entrambe le catene modellistiche utilizzano come forzante meteorologico i campi superficiali previsti dal modello Cosmo a 7 km di risoluzione. Cosmo è operativo presso Arpa-Simc (articolo *Modelli globali e ad area limitata, quasi una rivoluzione*, T. Paccagnella, *Ecoscienza* 3/2012, (<http://bit.ly/1zyUapG>) in due configurazioni a 7 e 2.8 km di risoluzione orizzontale denominate rispettivamente Cosmo-I7 e Cosmo-I2.

Il modello Cosmo è sviluppato dall'omonimo Consorzio internazionale ([www.cosmo-model.org](http://www.cosmo-model.org)) al quale Arpa-Simc partecipa grazie all'accordo Lami con Usam di Aeronautica

militare) e Arpa Piemonte. Le risorse di supercalcolo necessarie sono rese disponibili dal centro di supercalcolo Cineca, tramite apposita convenzione, e grazie al supporto del Dipartimento di protezione civile nazionale, che ha nominato Arpa-Simc Centro di competenza nazionale per la modellistica previsionale e la radarmeteorologia. Cosmo-I7 è implementato su un dominio che copre l'intero territorio italiano e fornisce previsioni a 72 ore due volte al giorno (alle 00 e alle 12 UTC) con cadenza oraria; le condizioni iniziali e al contorno sono fornite dal modello IFS (Ecmwf). I campi iniziali sono ottenuti tramite un sistema di assimilazione con la tecnica di *nudging* (Schraff and Hess, 2003).

Il sistema operativo per la previsione del moto ondoso denominato Meditare (Valentini et al., 2007) è basato sul modello Swan (*Simulating Waves Nearshore*; Holthuijsen et al., 1989; Booij et al., 1999; Ris et al., 1999). La catena operativa è composta da tre modelli con domini innestati a risoluzione crescente. Il modello Swan viene prima integrato

sull'intera area del mar Mediterraneo a 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 a  $\frac{1}{12}$  di grado (approssimativamente pari a 8 km). 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, il modello Swan viene integrato sulle acque costiere della regione Emilia-Romagna, aumentando il dettaglio spaziale che viene portato a una risoluzione di calcolo di  $\frac{1}{120}$  di grado (pari a circa 800 m). La catena operativa fornisce una corsa al giorno con una previsione fino a 72 ore successive all'orario di emissione (00 UTC) e con uno *step* temporale orario delle variabili di uscita.

Dal febbraio 2011, grazie a una collaborazione tra Arpa-Simc e il Dipartimento di Scienze della vita e dell'ambiente (Disva) dell'Università



FOTO: DENIS

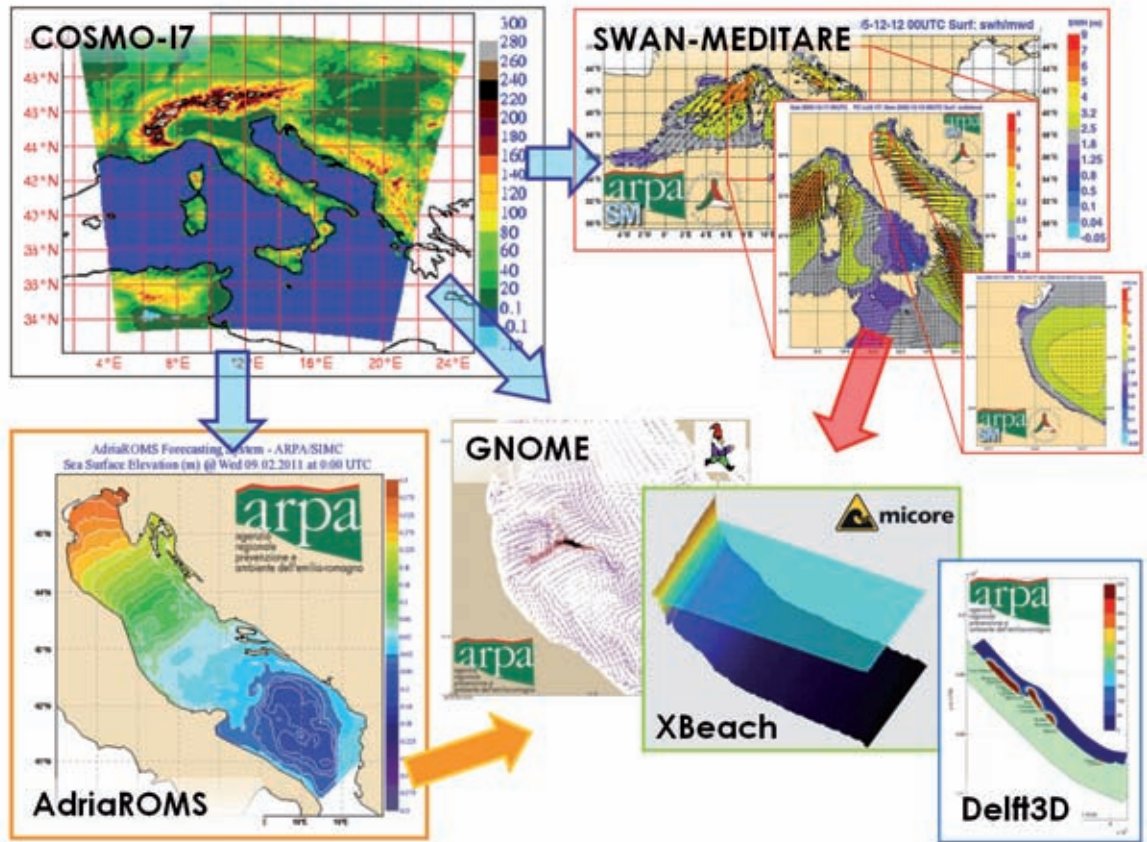


FIG. 1  
MARE, PREVISIONI  
E MODELLISTICA

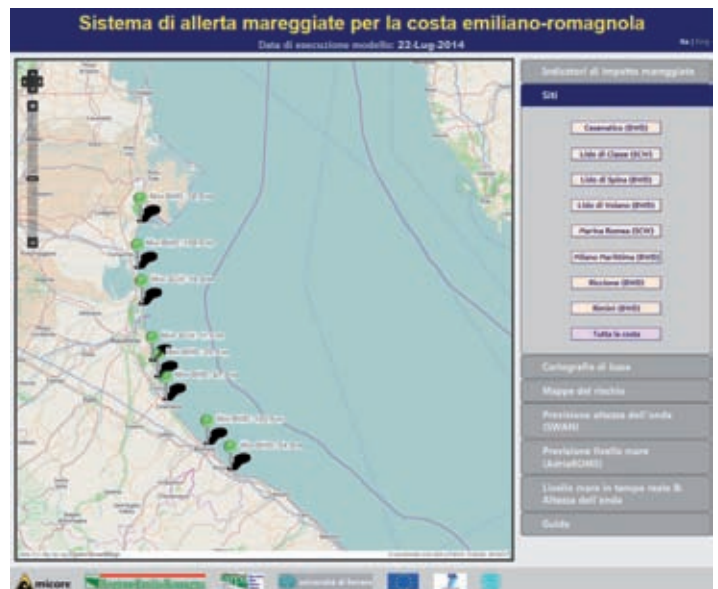
Il sistema modellistico integrato meteo-marino del Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna.

politecnica delle Marche, è stata implementata una nuova versione del sistema AdriaRoms, già operativo sull'Adriatico dal 2005 presso il Servizio meteo e basata sul modello Roms (*Regional Ocean Modeling System*, Shchepetkin McWilliams, 2005). La sequenza operativa prevede l'analisi delle 24 ore precedenti e la previsione a +72h a partire dalle ore 00:00 del giorno corrente. Per l'analisi vengono utilizzati i campi analitici del modello atmosferico Cosmo-I7 e del modello oceanografico Mfs (*Mediterranean Forecasting System*) che fornisce le condizioni al contorno al bordo aperto in corrispondenza del canale d'Otranto. Il modello utilizza come input fluviale per il fiume Po le osservazioni dirette di temperatura e portata effettuate nella sezione di Pontelagoscuro, mentre per gli altri fiumi modellizzati si usano le caratteristiche climatologiche da bibliografia. I campi atmosferici utilizzati per il calcolo dei flussi aria-mare hanno tutti cadenza oraria e anche gli output di AdriaRoms sono rilasciati con la stessa cadenza.

Gli output delle catene operative sopra descritte vengono utilizzati come dati di ingresso ad applicativi specializzati. Relativamente all'applicazione per la simulazione del trasporto e diffusione di

FIG. 2  
MARE, PREVISIONI  
E MODELLISTICA

Sistema di allerta mareggiate per la costa emiliano-romagnola.



idrocarburi si rimanda all'articolo a pag. 60 in questo numero di *Ecoscienza*. La capacità di prevedere con 2 o 3 giorni di anticipo i potenziali rischi per la zona costiera derivanti dall'impatto di mareggiate intense, può consentire all'Agenzia di protezione civile di intraprendere tutte le misure di informazione e intervento necessarie a minimizzare gli impatti. In questo ambito e per supportare il processo decisionale della Protezione civile regionale, è stato implementato

(nell'ambito del progetto FP7-Micore e in collaborazione con l'Università di Ferrara e il Servizio sismico e geologico dei suoli dell'Emilia-Romagna) un *Early Warning System* regionale. Questo sistema di allerta è alimentato quotidianamente dai prodotti di una catena previsionale basata sul modello di morfodinamica costiera XBeach (Roelvink et al, 2009), che gira attualmente (ma è in continua evoluzione) su 8 zone della costa emiliano-romagnola (figura 2).



Infine, un modulo per gli inquinamenti (di tipo batterico) delle acque di balneazione viene utilizzato come strumento di supporto per la gestione delle aree di balneazione e la definizione di profili di balneazione della Regione Emilia-Romagna.

In cascata alla modellistica marino-oceanografica descritta sopra, viene utilizzato il modello Delft3D implementato ad altissima risoluzione (circa 10 metri) su particolari zone di interesse della costa dove si vuole studiare la dinamica degli episodi di inquinamento temporaneo.

### Gli sviluppi futuri

Nel corso del 2013, anche in funzione del progetto Ipa Adriatico-Hazadr (v. articolo a pag. 60 in questo numero di *Ecoscienza*), il sistema di calcolo interno di Arpa Simc è stato potenziato per consentire l'implementazione del sistema accoppiato onde-correnti sull'Adriatico (sistema Coawst - *A Coupled Ocean Atmosphere Wave Sediment Transport Modeling System*). Coawst si basa sempre sui modelli Swan e Roms ma, in questo caso, l'accoppiamento avviene durante l'integrazione dei due modelli ed è bidirezionale. Coawst sarà implementato a una risoluzione di 1 km su tutto l'Adriatico con zoom costieri a 250 m di risoluzione (figura 3).

Il sistema meteo-marino dell'Emilia-Romagna è completato dalla stazione ondometrica Nausicaa, collocata al largo di Cesenatico su un fondale di circa 10 m di profondità. La stazione è stata acquisita su incarico della Regione Emilia-Romagna nell'ambito del progetto Beachmed-E sottoprogetto Nausicaa. È stata installata da Arpa ER nel maggio 2007 ed è equipaggiata con una boa ondometrica *Datawell Directional wave rider MkIII 70*. Il sistema ricevente a terra è situato presso la Struttura oceanografica Daphne di Arpa; i dati, acquisiti ogni 30', sono archiviati nel Dbase meteo-marino del Servizio IdroMeteoClima.

**Andrea Valentini<sup>1</sup>, Tiziana Paccagnella<sup>1</sup>, Aniello Russo<sup>2</sup>, Alessandro Coluccelli<sup>2</sup>**

1. Servizio IdroMeteoClima Arpa Emilia-Romagna
2. Dipartimento Scienze della vita e dell'ambiente (Disva) Università politecnica delle Marche

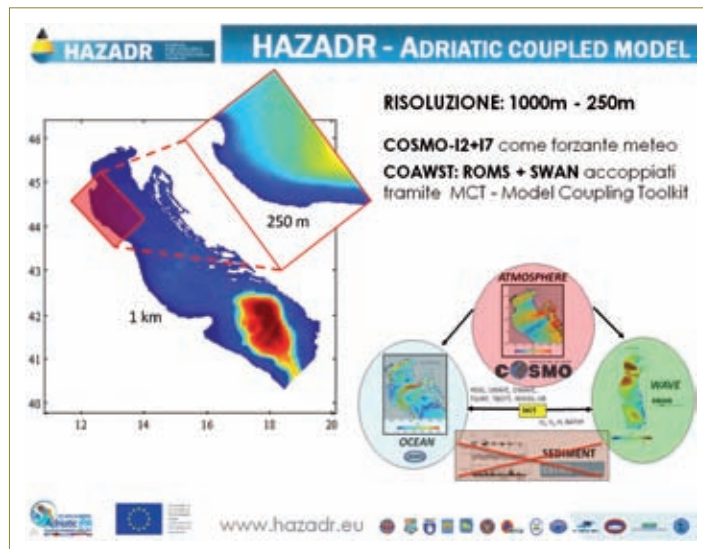


FIG. 3  
MARE, PREVISIONI  
E MODELLISTICA

Il sistema Coawst (A Coupled Ocean Atmosphere Wave Sediment Transport Modeling System), sistema accoppiato onde-correnti.



FOTO: D. RAFFELLI

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Booij N., Ris R.C. and Holthuijsen L.H.; 1999: *A third-generation wave model for coastal regions. Part I - Model description and validation*. J. Geophys. Res., 104, 7649-7666.
- Chiggiato, J, P Oddo, 2006. *Operational Ocean Models in the Adriatic Sea: a skill assessment*. Ocean Science, 4: 61-77.
- Holthuijsen L.H., Booij N. and Herbers T.H.C.; 1989: *A prediction model for stationary, short-crested waves in shallow water with ambient currents*. Coast. Eng., 13, 23-54.
- Ris R.C., Booij N. and Holthuijsen, L.H.; 1999: *A third-generation wave model for coastal regions. Part II - Verification*. J. Geophys. Res., 104, 7667-7681.
- Roelvink, J.A, A. Reniers, A. van Dongeren, J. van Thiel de Vries, R. McCall, J. Lescinski, 2009. *Modeling storm impacts on beaches, dunes and barrier islands*. Coastal Engineering, 56: 1133-1152.
- Shchepetkin, A. F., and J. C. McWilliams (2005), *The Regional Ocean Modeling System: A split-explicit, free-surface, topography following coordinates ocean model*, Ocean Modelling, 9, 347-404.
- Valentini, A, L Delli Passeri, T Paccagnella, P Patrino, C. Marsigli, D Cesari, M Deserti, J Chiggiato, S. Tibaldi, 2007. *The sea state forecast system of Arpa-Sim*. *Bollettino di geofisica teorica e applicata*, 48: 333-349.