

Davide Sacchetti*, Matteo Corazza, Federico Cassola, Marco Tizzi, Laura Pedemonte

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure — ARPAL

*davide.sacchetti@arpal.gov.it — Viale Brigate Partigiane 2, Genova, Italy



La struttura della catena BOLAM - MOLOCH

Il Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria ha implementato il primo run operativo basato sulla catena BOLAM, sviluppato presso il CNR-ISAC di Bologna, nel Settembre 1999, in occasione dell'inizio dello Special Observing Period del programma di ricerca MAP. Da allora la collaborazione con il CNR ha permesso di aggiornare la catena operativa nel corso degli anni, con la possibilità di utilizzare le condizioni iniziali e al contorno fornite dal modello deterministico dell'ECMWF.

Punto di forza della suite modellistica è la possibilità di utilizzare i livelli ibridi nativi del modello IFS dell'ECMWF, con la capacità di essere quotidianamente disponibile in tempo utile per le esigenze delle previsioni operative per la protezione civile, grazie ad un'ottima efficienza computazionale e al continuo aggiornamento delle risorse hardware.

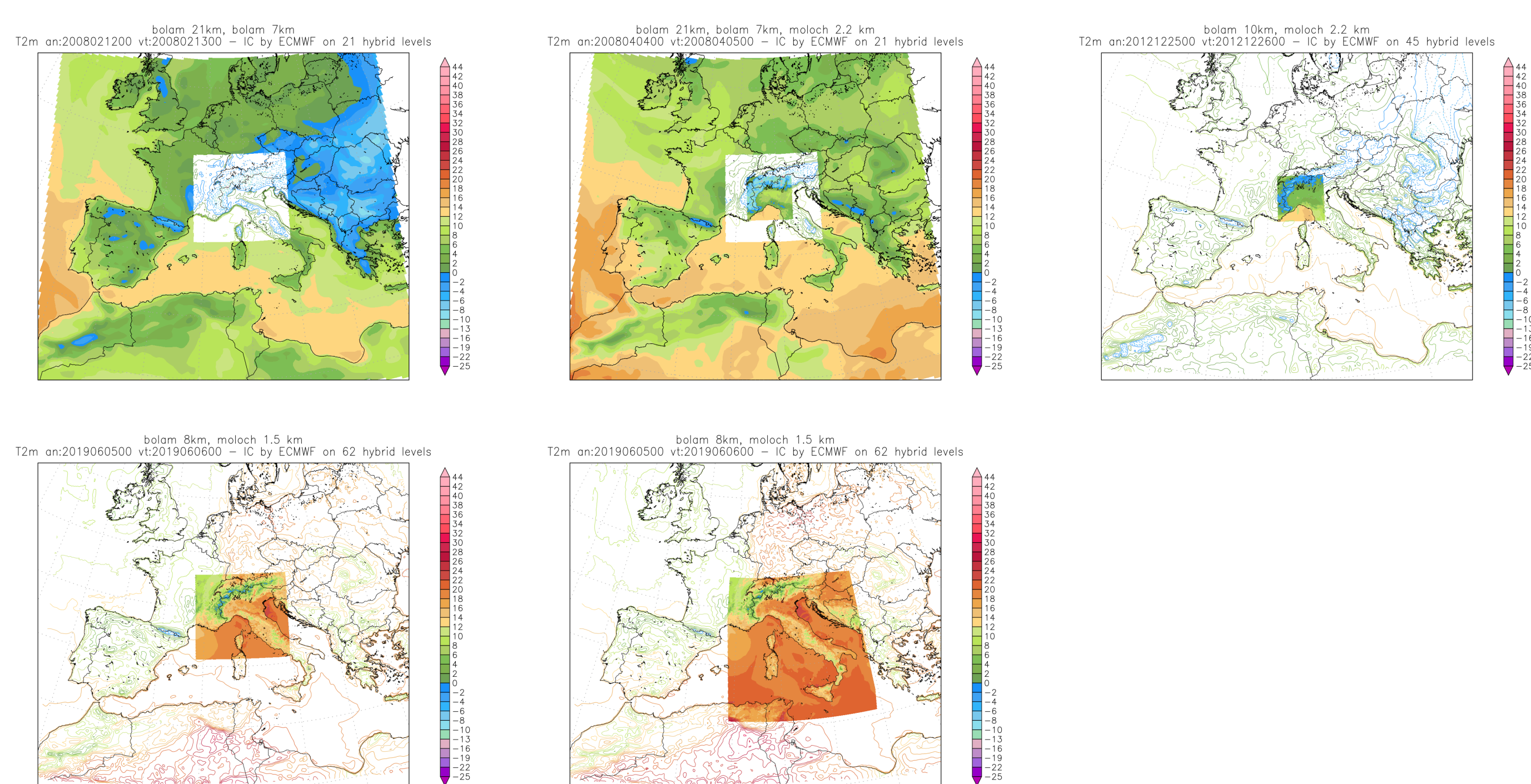


Figura 1: Le successive versioni dei domini di integrazione della catena operativa BOLAM - MOLOCH presso ARPAL, a partire dal 1999 fino alla versione attuale del 2019 (1999, 2005, 2011, 2018, 2019).

A partire dal 2005 la catena si è arricchita del modello non idrostatico MOLOCH. Attualmente la catena è composta dal modello BOLAM, operativo su un dominio che copre gran parte dell'Europa con risoluzione orizzontale di circa 8 km e 60 livelli verticali, inizializzato con 61 livelli ibridi del modello IFS. Il BOLAM fornisce le condizioni iniziali e al contorno con frequenza oraria al MOLOCH, implementato ad una risoluzione di circa 1.5 km con 60 livelli verticali su un dominio che comprende l'intero territorio nazionale. L'intera catena (72 ore di forecast per BOLAM, 48 per MOLOCH) è in grado di fornire gli output entro circa 2 ore dalla disponibilità delle condizioni iniziali e al contorno ed è implementata su un cluster linux composto da 352 core. I run sono svolti 4 volte al giorno e i campi prodotti sono impiegati come input per diverse catene modellistiche.

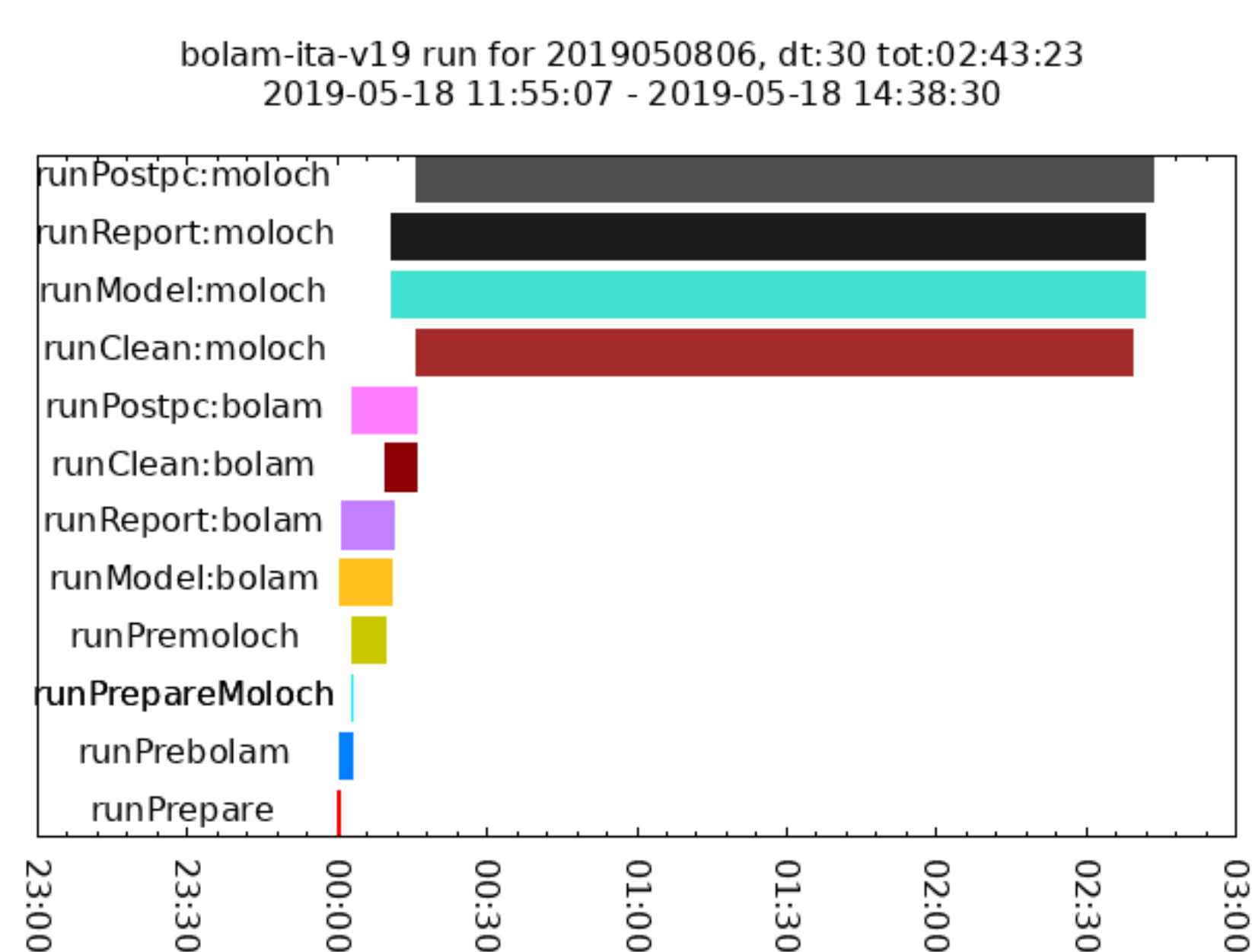


Figura 2: Struttura dei processi e delle tempistiche di calcolo associate alle simulazioni operative di BOLAM e MOLOCH, svolte 4 volte al giorno. L'istante 0 è l'istante in cui le condizioni iniziali e al contorno del modello IFS per il BOLAM sono disponibili.

Negli ultimi anni è stata inoltre implementata una versione della catena operativa comprendente il sistema di assimilazione dati LAPS, adattato per il BOLAM e il MOLOCH dal CNR-ISAC di Bologna nell'ambito di una convenzione con ARPAL.

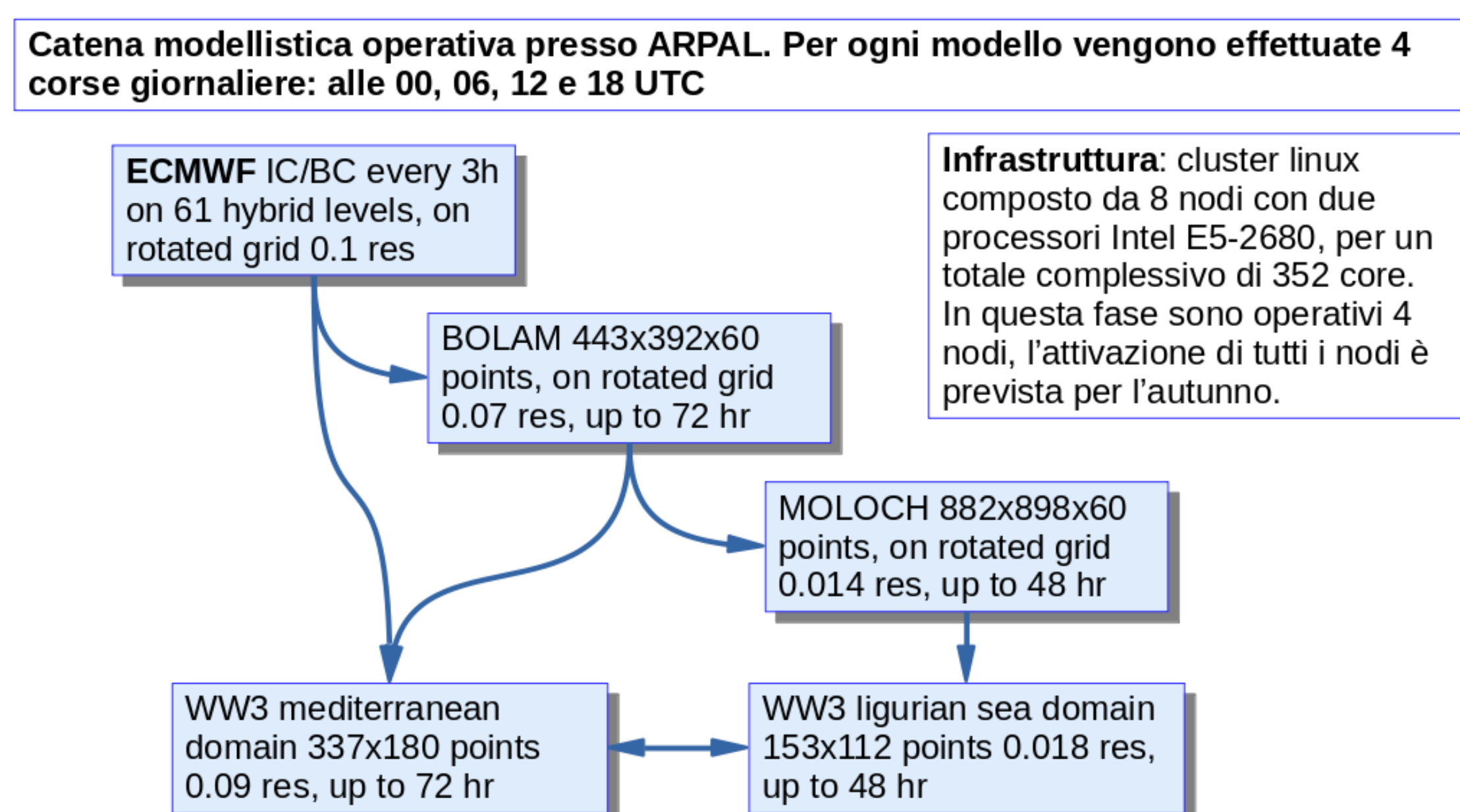


Figura 3: Schema della catena BOLAM - MOLOCH - WW3 operativa presso ARPAL.

I campi di vento di BOLAM e MOLOCH sono utilizzati per guidare il modello d'onda WAVEWATCH III, implementato a diverse risoluzioni su tutto il Mediterraneo grazie a una collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova. Altre applicazioni includono la fornitura dei dati per diversi modelli idrologici sui bacini della Regione Liguria, per la modellistica relativa agli incendi, per la modellistica di dispersione degli inquinanti e per la modellistica di circolazione oceanica MIKE del DHI disponibile in ARPAL.

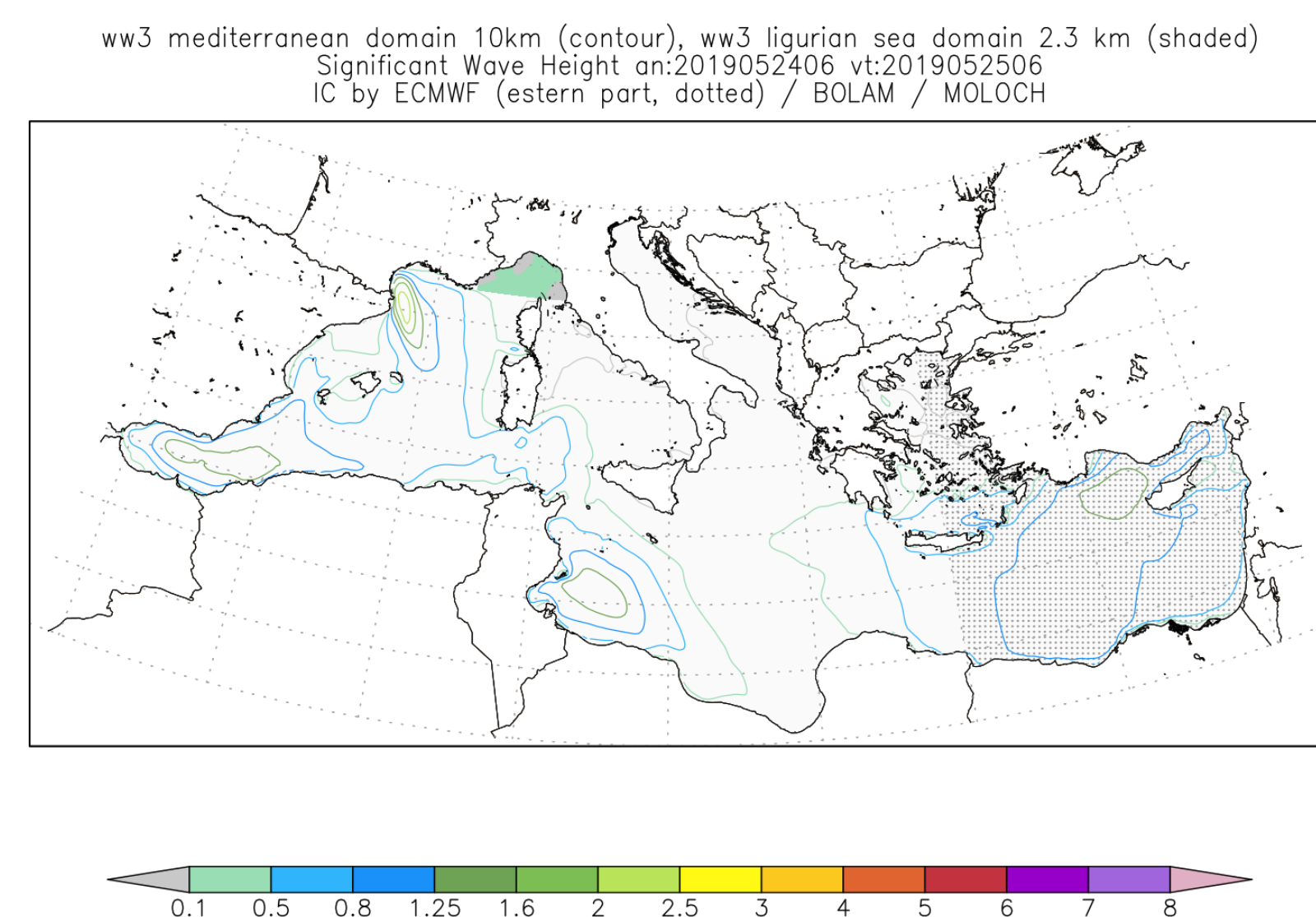


Figura 4: Dominio di integrazione dei modelli WW3 operativi presso ARPAL. Un modello a risoluzione di 10 km è guidato dai campi di vento forniti dal BOLAM e dal modello IFS dell'ECMWF (parte Est del Mediterraneo). Sul Mar Ligure è innestato con schema *two-way nesting* un modello ad alta risoluzione (2.5 km).

I diversi run giornalieri della catena costituiscono anche una parte importante del Poor Man's Ensemble operativo presso ARPAL.

Performance dei modelli

La qualità delle catene operative è costantemente sottoposta a monitoraggio. Sono utilizzate procedure di verifica per la precipitazione, il vento a 10 m e la temperatura a 2 m, sia con metodologie tradizionali, sia con metodologie innovative basate sul riconoscimento e confronto di pattern di precipitazione.

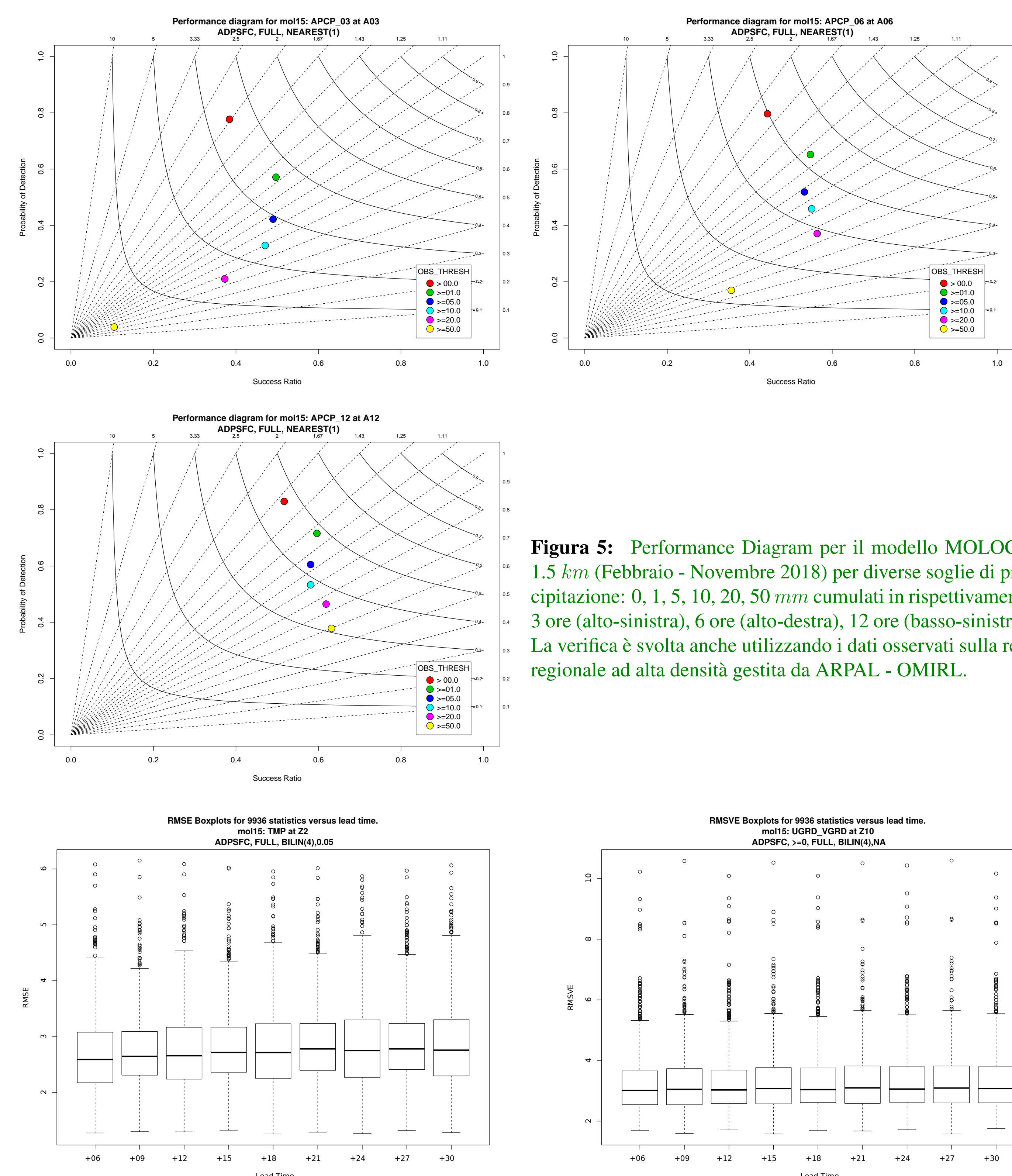


Figura 5: Performance Diagram per il modello MOLOCH 1.5 km (Febbraio - Novembre 2018) per diverse soglie di precipitazione: 0, 1, 5, 10, 20, 50 mm cumulati in rispettivamente 3 ore (alto-sinistra), 6 ore (alto-destra), 12 ore (basso-sinistra). La verifica è svolta anche utilizzando i dati osservati sulla rete regionale ad alta densità gestita da ARPAL - OMIRL.

Figura 6: RMSE per lo stesso periodo di Figura 5 per la temperatura a 2 m (sinistra) e del vento a 10 m (destra).

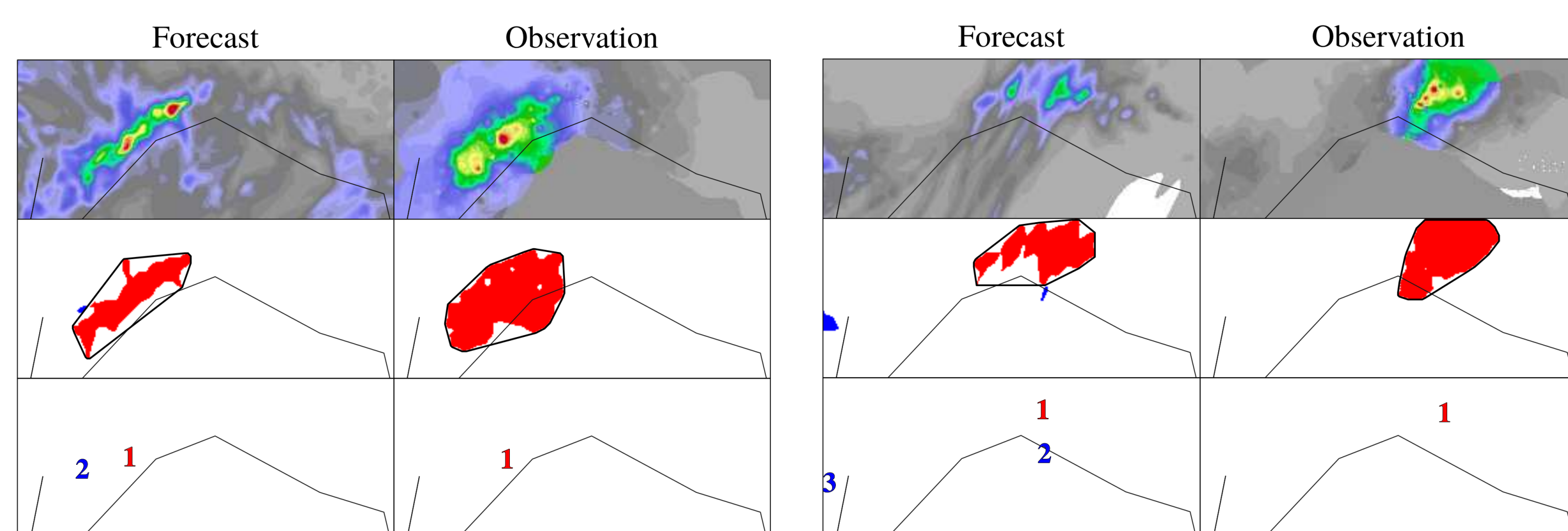


Figura 7: Esempi di verifica *object-oriented* dei pattern di precipitazione del modello MOLOCH per due eventi diversi con cumulata rispettivamente di 12 ore (sinistra) e 24 ore (destra).

Ringraziamenti

L'implementazione operativa dei modelli BOLAM e MOLOCH in ARPAL è stata possibile grazie alla collaborazione e al costante supporto del CNR-ISAC di Bologna dalla fine degli anni Novanta. Un ringraziamento va tra gli altri ad Andrea Buzzi, Piero Malguzzi, Silvio Davolio, Oxana Drofa, Alessandro Tiesi.