

**Matteo Corazza\*, Davide Sacchetti, Marta Antonelli, Federico Cassola, Marco Tizzi**

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure — ARPAL

\*matteo.corazza@arpal.gov.it — Viale Brigate Partigiane 2, Genova, Italy



## Abstract

Le caratteristiche del territorio italiano, particolarmente sensibile a precipitazioni intense associate ad eventi alluvionali improvvisi (*flash floods*), ha portato negli scorsi anni alla necessità di disporre di previsioni sempre più dettagliate beneficiando dello sviluppo di modelli numerici per la previsione meteorologica ad alta risoluzione, capaci di simulare in modo esplicito i fenomeni convettivi. La predicibilità di questi fenomeni è molto bassa e dipende fortemente dall'evento considerato: è quindi cruciale affiancare agli strumenti modellistici deterministici metodi che permettano la caratterizzazione della predicibilità dell'evento.

ARPAL ha sviluppato un *Poor Man's Ensemble* (PME) basato su diversi modelli ad area limitata operativi in Italia (COSMO Italia, Bolam/Moloch, WRF). Il PME di ARPAL è capace di fornire una previsione probabilistica dell'evoluzione dello stato dell'atmosfera a piccola scala, con il fine di costruire uno strumento da utilizzare a fianco dei sistemi di ensemble classici.

Le verifiche mostrano la capacità da parte di PME di fornire un valore aggiunto rispetto all'uso di ognuno dei modelli che lo compongono.

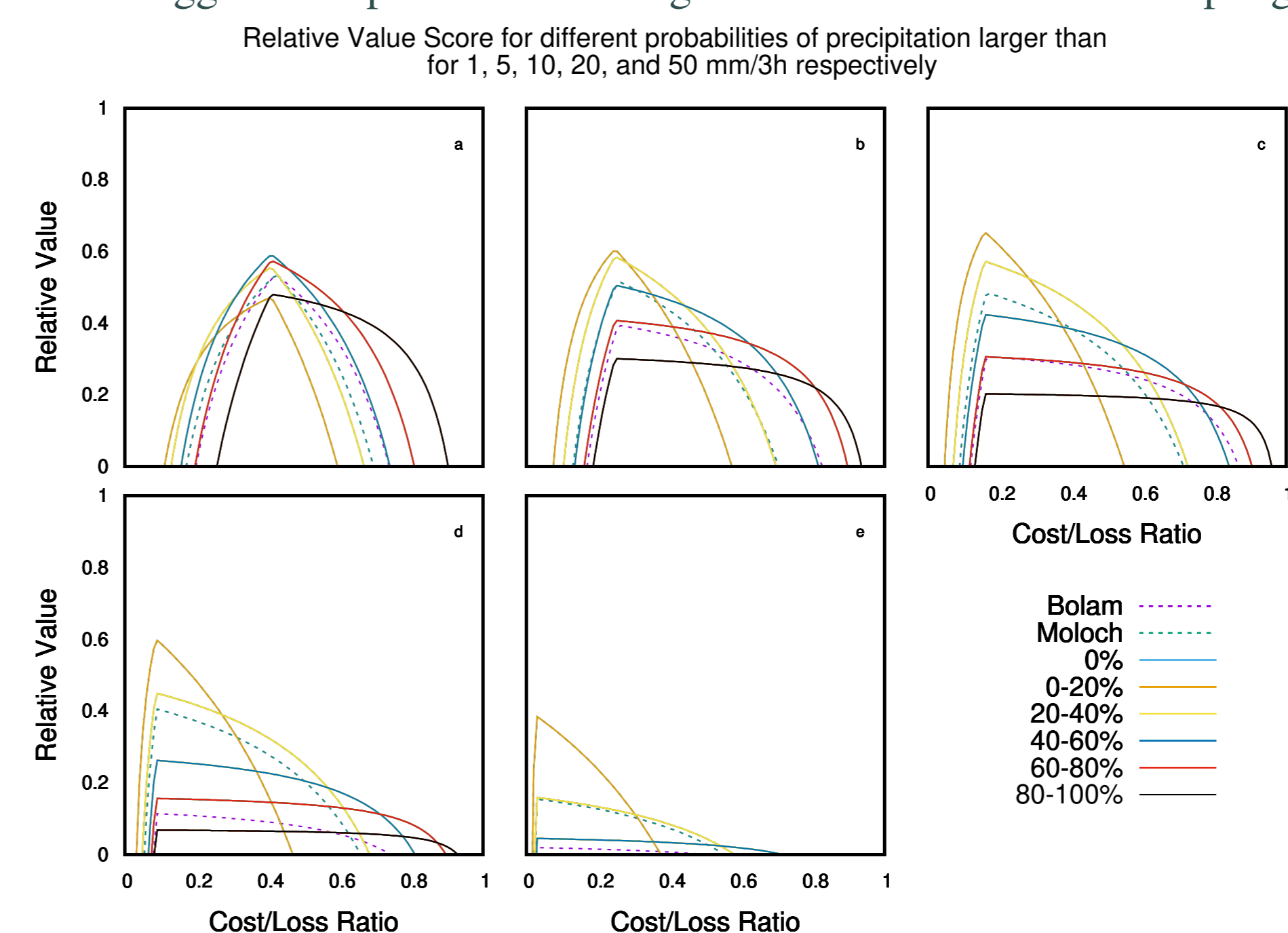
## L'utilizzo operativo

Il PME è utilizzato anche per l'elaborazione di diversi prodotti operativi disponibili ogni 6 ore, corrispondenti al passo di aggiornamento delle catene modellistiche gestite da ARPAL:

- Modello di frane per la Regione Liguria del CNR-IRPI;
- Monitoraggio della discarica di Scarpino, nell'interno di Genova;
- Monitoraggio dell'area di cantiere del Ponte Morandi, Genova;
- Mappe operative per la Regione Toscana, nell'ambito del progetto *PROTERINA-E* (Marittimo Italia-Francia);
- Fornitura di dati per la modellistica idrologica, con caratterizzazione della predicibilità su aree di allertamento di dimensione variabile.

## Risultati

Più di 5 anni di utilizzo del Poor Man's Ensemble hanno evidenziato che il sistema è capace di fornire un valore aggiunto rispetto all'uso di ognuno dei modelli che lo compongono



**Figura 2:** Value Score per diverse soglie di probabilità relative rispettivamente a precipitazioni cumulate di 1 (a), 5 (b), 10 (c), 20 (d) e 50 (e) mm/3h. Le linee tratteggiate rappresentano i modelli Bolam e Moloch (periodo di analisi: triennio 2014-2016).

## Introduzione

Da ormai più di due decenni sono disponibili strumenti per la caratterizzazione della predicibilità atmosferica su scala globale che hanno rivoluzionato l'approccio alle previsioni meteorologiche. Questi strumenti sono finalizzati alla previsione delle incertezze su larga scala e su tempi medio-lunghi (synoptic instabilities) e non sono costruiti per evidenziare la predicibilità sulla scala spazio temporale dei fenomeni temporaleschi (convective instabilities).

Per superare questo problema negli scorsi anni sono stati proposti EPS ad alta risoluzione che adottano soluzioni innovative per gestire sia le condizioni iniziali e al contorno, sia le incertezze associate alle approssimazioni dei modelli stessi. Uno dei rischi maggiori nello sviluppo di questi strumenti è rappresentato dalla possibilità che i risultati siano dominati dal segnale associato alla predicibilità di larga scala, soprattutto se il numero di elementi dell'ensemble è dello stesso ordine di grandezza di quello degli ensemble globali e se le informazioni utilizzate per le condizioni iniziali e al contorno provengono da un ensemble di larga scala. L'utilizzo di un PME come quello sviluppato in ARPAL può essere affiancato agli strumenti di ensemble classici proprio per aiutare a mitigare questo rischio.

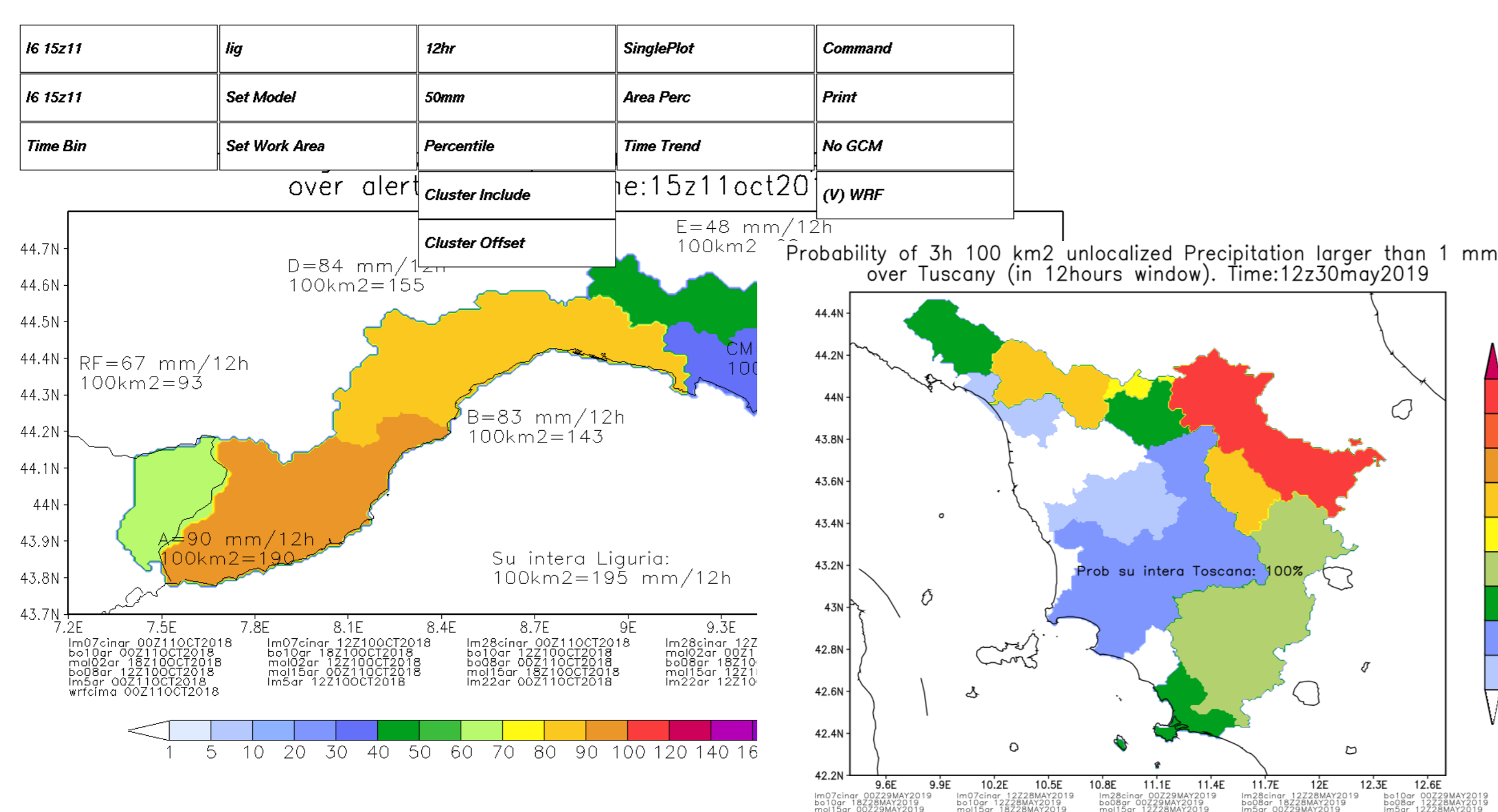
## Configurazione dell'Ensemble

Il PME di ARPAL è composto dai modelli operativi disponibili presso il Centro Funzionale della Regione Liguria:

Model	lag			forecast time													
	24	18	12	6	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	
bolam 10 km (h)																	
moloch 2.3 km (nh)																	
bolam 8 km (h)																	
moloch 1.5 km (nh)																	
cosmo I 7.2 km (h)																	
cosmo I 2.8 km (nh)																	
cosmo I 5 km (h)																	
cosmo I 2.2 km (nh)																	
wrf GFS 1.5 km (nh)																	
moloch GFS 1.25 km (nh)																	

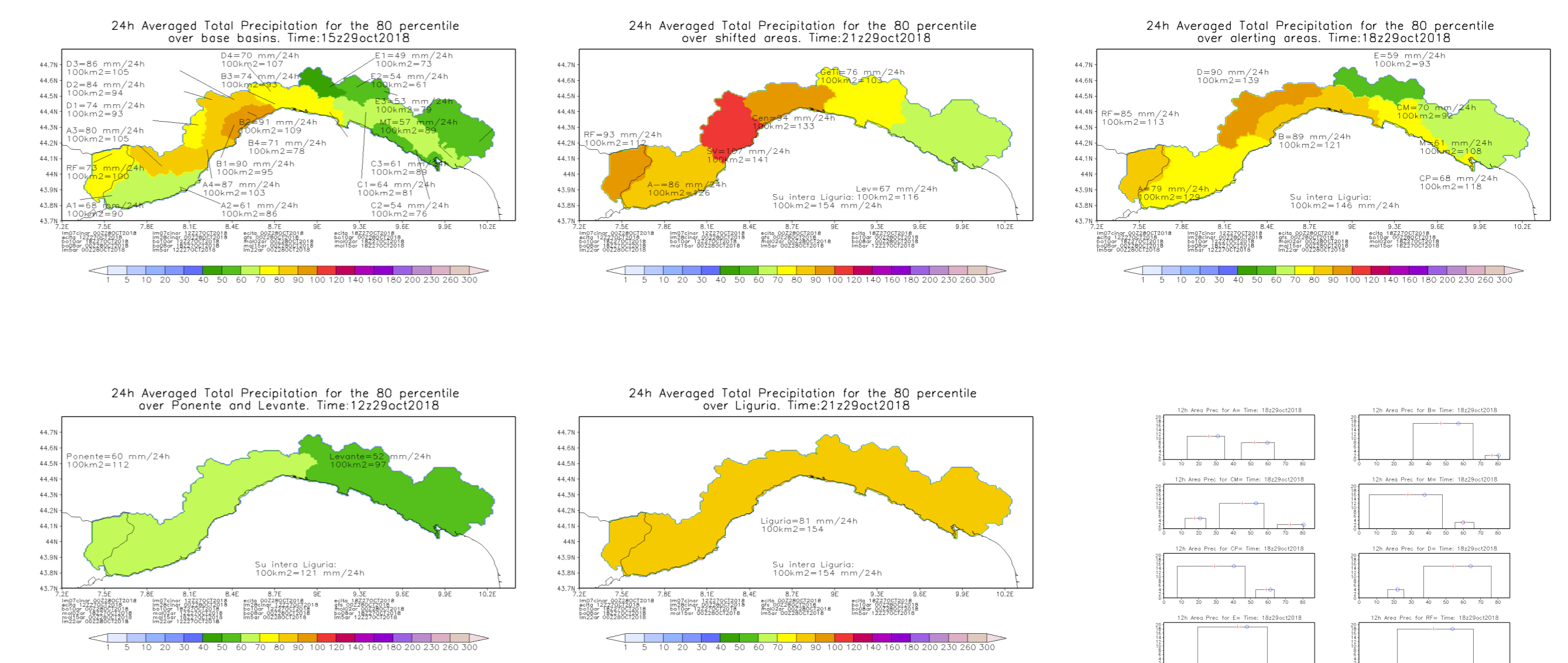
**Tabella 1:** Modelli operativi disponibili per l'inizializzazione dell'Ensemble presso ARPAL-CMI. Viene considerata l'inizializzazione alle 00 UTC mostrando la disponibilità dei modelli per un lag fino a 24 ore. La risoluzione orizzontale dei modelli e la classificazione come idrostatico (h) o non-idrostatico (nh) sono riportati a fianco del nome.

L'ensemble è sviluppato in ambiente GrADS con un'interfaccia grafica interattiva che permette agli utenti di scegliere in tempo reale le variabili da visualizzare (Corazza et al., 2018).

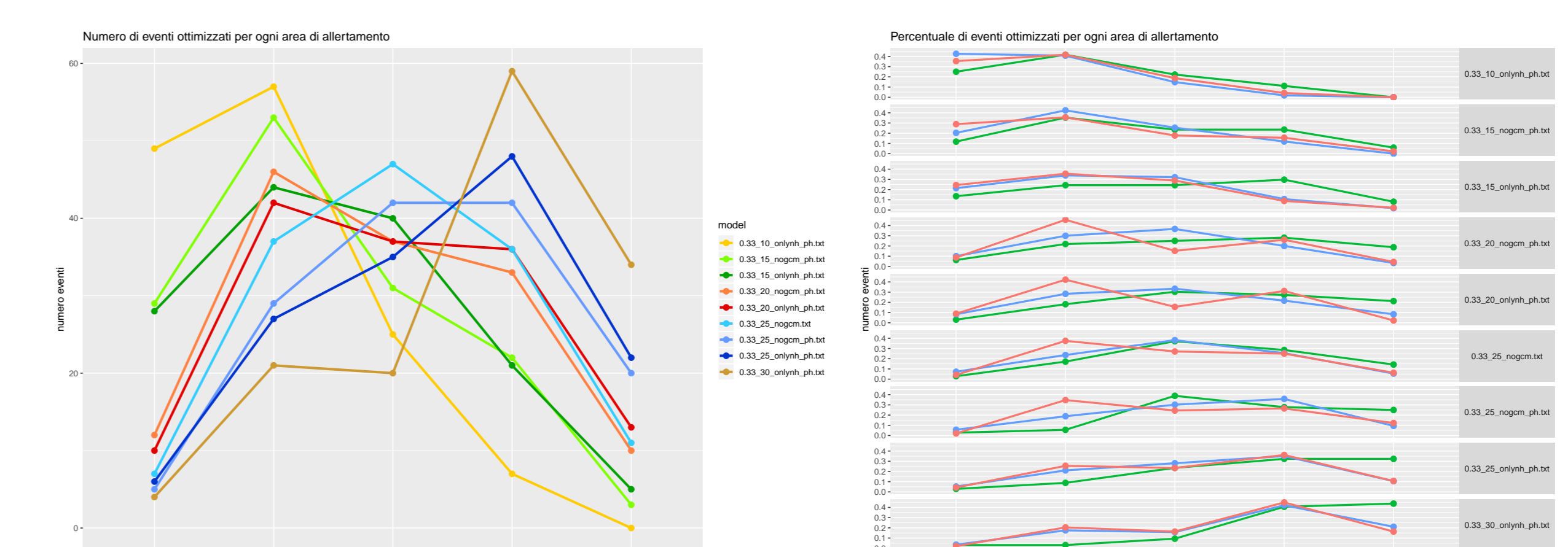


**Figura 1:** Esempio di interfaccia utente del Poor Man's Ensemble. L'immagine a sinistra rappresenta l'80° percentile della precipitazione areale cumulata in 12 ore alle 15 UTC dell'11 Ottobre 2018. I valori per precipitazioni non localizzate su aree di  $10 \times 10 \text{ km}^2$  sono riportati nella seconda riga. In fondo alla figura sono evidenziati i membri dell'ensemble, in questo caso 21 modelli operativi. In alto sono evidenziati i comandi a scomparsa utilizzati per selezionare le variabili e la tipologia di grafico da visualizzare. L'immagine a destra rappresenta un esempio di plot automatico creato per la Regione Toscana e disponibile per la visualizzazione su web, sviluppato nell'ambito del progetto *PROTERINA-E*.

L'utilizzo del PME ha reso possibile una prima classificazione delle capacità di previsione della modellistica numerica ad alta risoluzione dei volumi di precipitazione sulle aree di allertamento:



**Figura 3:** Esempio delle diverse Aree di Allertamento utilizzate per il calcolo dei volumi di precipitazione per la modellistica idrologica. L'ultimo panel in basso a destra rappresenta un esempio delle procedure di clusterizzazione per le Aree di Allertamento della Protezione Civile.



**Figura 4:** Sinistra: classificazione degli eventi secondo la più piccola scala con un solo cluster; i colori rappresentano nove diversi metodi di clusterizzazione. Destra: come la Figura di Sinistra con eventi divisi per fascia di forecast (0-12h, 12-24h, 24-36h).

## Conclusioni

Il sistema è in continua e rapida evoluzione: il numero di modelli considerati è in aumento con il fine di sostituire i modelli idrostatici con modelli non idrostatici. È anche prevista l'estensione del sistema a variabili diverse dalla precipitazione, in particolare ampliando i prodotti disponibili per la temperatura a 2 m e i venti a 10 m. Così come già realizzato per la Regione Toscana, il sistema è costruito in modo da permettere di essere esteso a nuove regioni.

## Bibliografia

Matteo Corazza, Davide Sacchetti, Marta Antonelli, and Oxana Drofa. The arpal operational high resolution poor man's ensemble, description and validation. *Atmospheric Research*, 203:1 – 15, 2018. ISSN 0169-8095. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.11.031>. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809517307275>.