

## Il progetto ICREN per il miglioramento della previsione della convezione a breve termine

Xiangyang Song<sup>1</sup>, Stefano Federico<sup>2</sup>, Giorgio Guariso<sup>1</sup>, Lorenzo Luini<sup>1</sup>, Andrea Virgilio Monti Guarnieri<sup>1</sup>, Roberto Nebuloni<sup>3</sup>, Claudia Pasquero<sup>4</sup>, Matteo Sangiorgio<sup>1</sup>, Giovanna Venuti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politecnico di Milano - [giovanna.venuti@polimi.it](mailto:giovanna.venuti@polimi.it)

<sup>2</sup> CNR-ISAC, Roma

<sup>3</sup> CNR-IEIT, Milano

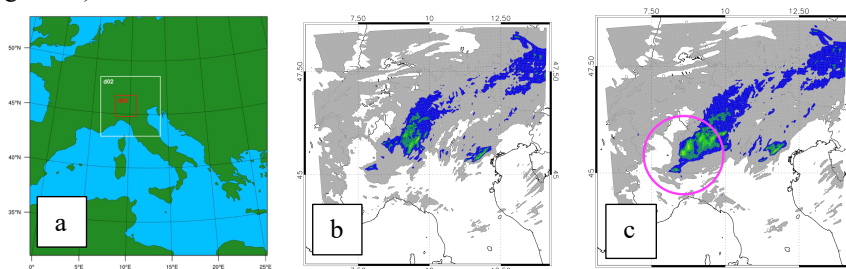
<sup>4</sup> Università di Milano Bicocca

**Abstract.** Lo scopo del progetto ICREN (Intense Convective Rainfall Events Nowcasting) è quello di migliorare la previsione degli eventi convettivi intensi nel breve termine (0-3h). Il progetto ICREN prevede l'integrazione di due modelli: un modello meteorologico numerico fisicamente basato e una rete neurale, ovvero un modello non lineare di tipo 'black-box', opportunamente addestrata su osservazioni meteorologiche e GNSS. In fase operativa, il modello numerico fornirà le condizioni iniziali alla rete neurale per una pronta individuazione delle aree a maggiore sviluppo convettivo. Inoltre, applicando opportune perturbazioni alle condizioni iniziali sarà possibile generare un *ensemble* di predizioni della rete neurale e quantificare l'errore associato alla previsione. In questo lavoro si presentano alcuni risultati preliminari relativi alla configurazione del modello meteorologico e alla progettazione della rete neurale.

### 1 I modelli di previsione in ICREN

#### 1.1 I modelli meteorologici

Il progetto ICREN utilizza WRF (Weather Research and Forecasting) come modello meteorologico. Il modello è configurato con una griglia madre e due griglie annidate e raggiunge la risoluzione massima di 500 m nell'area test del progetto intorno a Milano (Figura 1a).



**1. a)** I tre domini del modello WRF utilizzati in ICREN. Sono usati 55 livelli verticali fino alla quota massima di 50 hPa; **b)** previsione della precipitazione, **c)** come in **b)** ma con assimilazione di dati di fulminazione. Le uscite sono mostrate sulla seconda griglia. I valori verdi rappresentano una precipitazione tra i 30 ed i 50 mm in tre ore (temporali convettivi molto intensi).

Il modello deve fornire la migliore previsione possibile dei parametri meteorologici per guidare la rete neurale ad individuare la convezione. Per migliorare le prestazioni del modello si procede all'assimilazione di dati di fulminazione [1] e di ritardi troposferici da GNSS [2] che consentono di descrivere meglio le condizioni locali del campo di umidità.

Un esempio dell'impatto dell'assimilazione dei dati di fulminazione sulla previsione del campo di precipitazione di WRF è mostrato nella Figura 1 (pannelli b e c senza e con assimilazione, rispettivamente). L'evento in esame riguarda l'intervallo le 15 e le 18 UTC dell'11 maggio 2019, quando tra Piemonte e Lombardia si innescarono una serie di temporali convettivi a notevole intensità.

L'assimilazione dati permette di simulare piogge convettive che non sono previste dal modello senza assimilazione.

## 1.2 La rete neurale

L'architettura della rete neurale non è definita a priori ed è strettamente collegata alle osservazioni utilizzate. Il progetto prevede una rete di tipo 'regressivo' ovvero in grado di prevedere il valore di una o più variabili in output.

I dati di input includono, oltre a variabili meteorologiche e GNSS, anche la posizione delle celle convettive così come individuata da osservazioni radar.

L'addestramento della rete è basato su serie temporali decennali di osservazioni che saranno poi sostituite dagli output del modello numerico.

Primi esperimenti sono stati condotti sulla predizione delle stesse variabili in input, a intervalli di dieci minuti fino ad 1 h dall'acquisizione del dato.

I primi risultati mostrano l'utilità del dato radar [3] per la individuazione della occorrenza dei fenomeni convettivi, della loro posizione e intensità. In vista dell'integrazione tra modello numerico e rete neurale, questo dato è stato generato a partire dalle predizioni del modello; i risultati del confronto con i dati osservativi al fine di valutarne l'accuratezza si rifletteranno sulla definizione della rete neurale nel modello integrato.

## Riferimenti bibliografici

1. Federico, S., Claudia Torcasio, R., Avolio, E., Caumont, O., Montopoli, M., Baldini, L., Vulpiani, G., Dietrich, S.: The impact of lightning and radar reflectivity factor data assimilation on the very short-term rainfall forecasts of RAMS@ISAC: Application to two case studies in Italy. In: Natural Hazards and Earth System Sciences (19) (2019).
2. Mascitelli, A., Federico, S., Fortunato, M., Avolio, E., Torcasio, R.C., Realini, E., Mazzoni, A., Transerici, C., Crespi, M., Dietrich, S.: Data assimilation of GPS-ZTD into the RAMS model through 3D-Var: Preliminary results at the regional scale. In: Meas Sci Technol (30) (2019)
3. Borghi, N., Guariso, G., Sangiorgio, M.: Forecasting Convective Storms Trajectory and Intensity by Neural Networks. Forecasting 2024, 6, 326–342. <https://doi.org/10.3390/forecast6020018> (2024)

**Il presente lavoro è supportato dal progetto ICREN-PRIN (MUR- CUP: D53D23004770006)**