

Simulazione Numerica di Processi Fisici Rilevanti nella Transizione tra la Mesoscala e la Microscala Atmosferica

Sofia Flora ¹, Dario Giaiotti ^{1,2}

¹ Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste

² Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG)

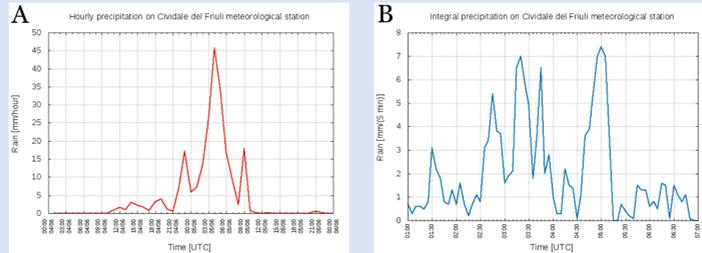


Scopo della Tesi

Lo scopo della tesi è quello di verificare se gli attuali modelli di simulazione atmosferica di ultima generazione sono in grado di riprodurre la fisica dei processi atmosferici tipici delle scale meteorologiche nella transizione tra la mesoscala e la microscala, ovvero riprodurre con sintesi ma sufficienti dettagli i processi atmosferici convettivi profondi e stazionari. Tali fenomeni rivestono un ruolo estremamente importante per un'accurata previsione meteorologica e per la comprensione degli impatti sul ciclo idrologico locale in un contesto di cambiamenti climatici in atto ed attesi per il seguito del XXI secolo.

Il caso studio

Il caso studio riguarda un evento di eccezionale precipitazione registrato nella stazione meteorologica OSMER FVG di Cividale del Friuli, cittadina che sorge alle pendici delle Prealpi Giulie nel Friuli Venezia Giulia orientale (UD), nelle prime ore del 05 giugno 2020. Tale evento, che ha causato danni rilevanti a livello locale [1][2], risulta eccezionale sia per i picchi dei ratei di precipitazione raggiunti, sia per la durata di precipitazione intensa (Fig. A e Fig. B), registrando un ammontare complessivo di 123 mm di pioggia in 4 ore.



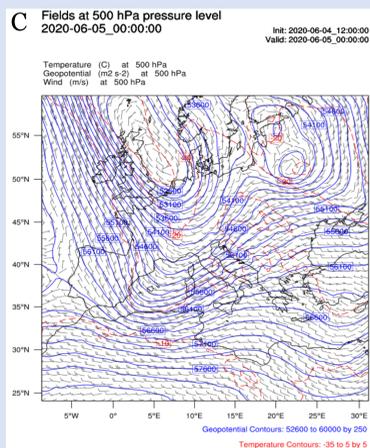
Metodi

Allo scopo è stato utilizzato il modello ad area limitata WRF sulla struttura di calcolo HPC del consorzio CINECA. Le condizioni iniziali ed al contorno sono state acquisite dalle reanalisi globali del ECMWF. Si è fatto uso della tecnica dei domini annidati, aventi risoluzione spaziale crescente, denominati *do1*, *do2*, *do3* e *do4* (Tabella).

Dominio	Area	Risoluzione orizzontale
<i>do1</i>	Europa	45 km
<i>do2</i>	Italia	9 km
<i>do3</i>	Nord-est italiano	1.8 km
<i>do4</i>	FVG	900 m

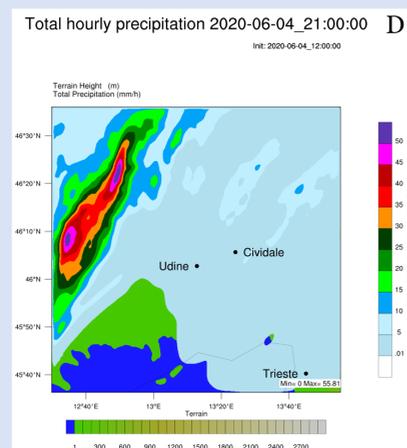
Risultati: scala sinottica

L'analisi mostra la formazione di due importanti centri depressionari sul nord Europa con conseguente passaggio di un fronte freddo sull'Italia (Fig. C). Le immagini satellitari EUMETSAT confermano quanto ottenuto dalla simulazione.



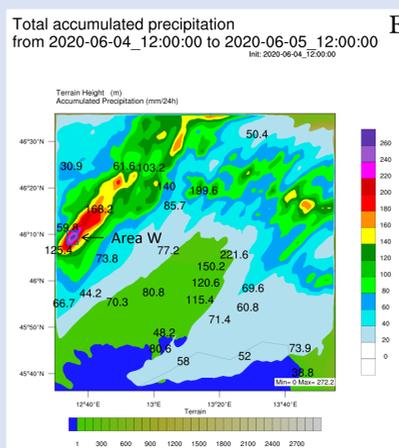
Risultati: precipitazione oraria

Gli output della simulazione mostrano la formazione di una principale cella convettiva con rateo massimo di precipitazione compatibile con quello misurato a Cividale sia sul *do3* (non mostrato), sia sul *do4* (Fig. D). L'evento simulato è però affetto da un errore spazio-temporale: si trova in una zona più ad ovest di Cividale e si sviluppa qualche ora in anticipo.



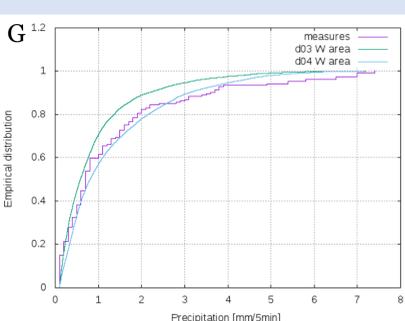
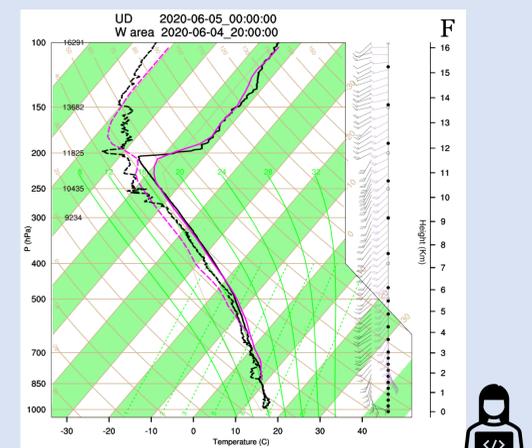
Risultati: precipitazione cumulata

La rappresentazione della precipitazione cumulata nelle 24 ore a cavallo tra le due giornate di simulazione ha evidenziato l'esistenza di una zona ad elevata precipitazione cumulata, il cui valore massimo sul dominio *do3* sottostima quello di 221.6 mm/24h ottenuto dalle misure di Cividale (non mostrato). L'aumento della risoluzione ha portato ad un aumento della precipitazione in tutto il dominio di simulazione, incluso il picco di precipitazione cumulata che, sul dominio *do4*, sovrastima quello misurato a Cividale (Fig. E).



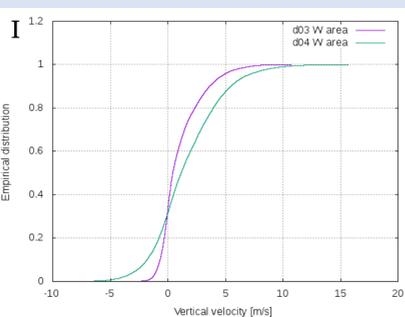
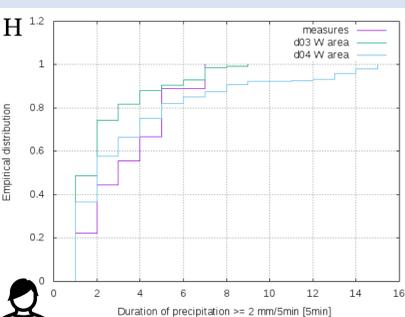
Risultati: quantitativo vapore acqueo

È stato analizzato il quantitativo di vapore acqueo nell'atmosfera attraverso il confronto tra i diagrammi skew-T della simulazione (Fig. F in rosa) e quello relativo alle misure effettuate a Udine (Fig. F in nero). L'analisi mostra che il modello riesce a simulare le caratteristiche termodinamiche dell'atmosfera libera in maniera soddisfacente in particolare nelle ore pre-evento.



Risultati: analisi statistica

Test statistici sui campioni di precipitazione cumulata sui 5 minuti misurata e simulata sui domini *do3* e *do4* hanno dato i seguenti risultati. Il modello WRF ha alcune difficoltà a riprodurre l'efficienza di precipitazione avvenuta in



realtà, sottostimandone sempre il valore. Nonostante ciò, il modello è riuscito a migliorare i ratei di precipitazione sufficientemente bassi passando dal dominio *do3* al *do4*, mentre mancano ancora le precipitazioni con i ratei più intensi (Fig. G). Per quanto riguarda la durata di precipitazione intensa, il modello riesce a cogliere la stazionarietà dell'evento in entrambi i domini, anche se si osserva un'abbondante sovrastima sul dominio *do4* (Fig. H). Sono le velocità verticali che caratterizzano i ratei di precipitazione: passando dal dominio *do3* al dominio *do4* c'è stato un aumento del valore della velocità verticale di *updraft* che ha portato ad un aumento dei ratei di precipitazione e ad un miglioramento della simulazione della realtà (Fig. I).

Conclusioni

I picchi di precipitazione sono generalmente sottostimati, mentre la stazionarietà è colta e a volte sovrastimata. L'umidità nella colonna d'aria risulta compatibile con quella misurata nella libera atmosfera, quindi si può imputare la deficienza dei valori dei picchi di precipitazione alle velocità verticali ascendenti troppo basse. Aumentando la risoluzione, il modello è riuscito ad avvicinarsi maggiormente alle peculiarità delle celle convettive perché si addentra nella microscala. L'aumento della risoluzione spaziale dei modelli richiederà maggior impegno computazionale da parte degli sviluppatori e delle strutture di calcolo, ma è coerente pensare che porterà ad un miglioramento della simulazione della realtà e che permetterà l'esplorazione delle correlazioni tra gli eventi estremi e i cambiamenti climatici in atto ed attesi per il seguito del secolo.

Segle
OSMER FVG: Osservatorio Meteorologico Regionale del Friuli Venezia Giulia
WRF: Weather Research and Forecasting model
HPC: High Performance Computing
ECMWF: European Centre for Medium-range Weather Forecasts
EUMETSAT: European organisation for the exploitation of METeorological SATellites

Bibliografia
1 Protezione Civile della Regione FVG. "Comunicato delle ore 07:00 di data 05/06/2020". 5 Giu. 2020. url: https://www.protezionecivile.fvg.it/sites/default/files/inline-files/20200605_comunicato_Allerta5_2020_ore%207_00.pdf
2 Protezione Civile della Regione FVG. "Comunicato delle ore 13:00 di data 05/06/2020". 5 Giu. 2020. url: https://www.protezionecivile.fvg.it/sites/default/files/inline-files/20200605_comunicato_Allerta5_2020_ore%2013_00.pdf