

# Catene modellistiche operative regionali, nell'attesa di previsioni globali alla microscala meteorologica

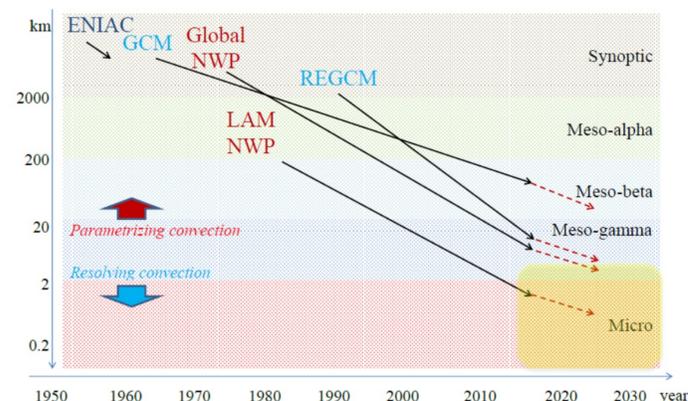
Giovanni Bonafè, Irene Gallai  
Dario B. Gaiotti, Elena Gianesini  
Anna Chiara Goglio, Francesco Montanari  
Alessandra Petrini

ARPA FVG - Centro Regionale di Modellista Ambientale  
contatto: Dario B. Gaiotti (dario.gaiotti@arpa.fvg.it)

## Introduzione

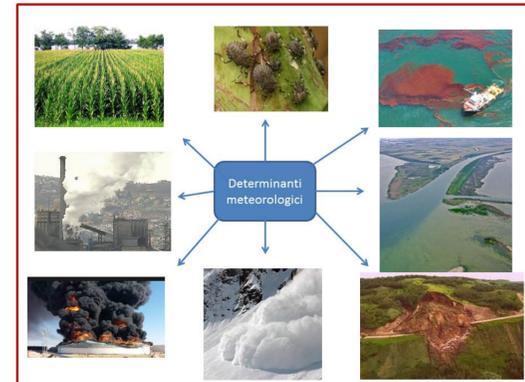
Nell'analisi e nella soluzione di problemi ambientali, rivestono un ruolo fondamentale i forzanti esterni al sistema ambientale. Secondo la logica DPSIR [1] tali forzanti possono essere considerati come dei Determinanti (Driving Forces), anche se tale definizione viene prevalentemente riservata per forzanti di origine antropica [2].

La meteorologia è un determinante per molti problemi ambientali; esempi ne sono: la qualità dell'aria, i rilasci accidentali e la dispersione di inquinanti nell'atmosfera e di quelli galleggianti in mare, il deflusso delle acque meteoriche, quello dei fiumi alla foce, l'occorrenza di frane, gli episodi di stress degli ecosistemi lagunari e di quelli terrestri. Conseguentemente le previsioni meteorologiche numeriche sono una fonte di informazione imprescindibile per la modellistica di una vasta gamma di sistemi ambientali ed ecologici.



## La richiesta per un'adeguata risoluzione spaziale

La risoluzione spaziale, e conseguentemente quella temporale, dei campi meteorologici necessari alla modellistica numerica ambientale, dipende dal tipo di problemi considerati e quasi sempre richiede una adeguata riproduzione delle condizioni dello strato limite atmosferico, anche se non necessariamente attraverso la completa risoluzione di processi fisici della microscala atmosferica. Infatti lo strato limite atmosferico è la parte di atmosfera che interagisce con la superficie del nostro pianeta, quindi con un ricco insieme di sistemi ambientali e ed ecosistemi.



scale	minuti	ore	giorni	settimane	mesi	anni	km
Macro							>10000
β							2000
Meso							200
α							20
γ							2
Micro							0,2
β							0,02
γ							< 0,02

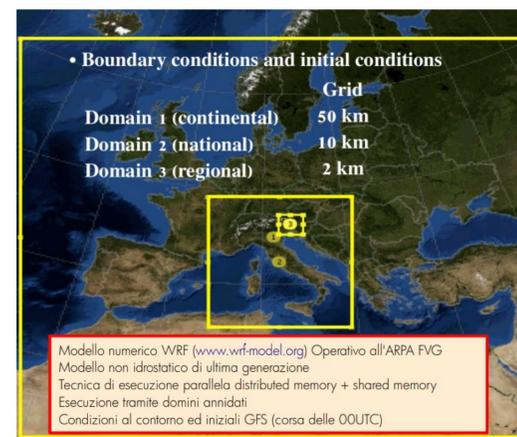
## I limiti dei modelli globali e la necessità di usare LAM

Allo stato attuale, le previsioni meteorologiche numeriche globali a breve e medio termine, come quelle distribuite da ECMWF [3] e dal NOAA [4], possiedono una risoluzione spaziale troppo bassa per alimentare buona parte dei modelli ambientali richiesti dalle problematiche gestite dalle agenzie per l'ambiente. Ripercorrendo gli sviluppi modellistici meteorologici e climatici degli ultimi decenni e i plausibili sviluppi per quelli del prossimo decennio, è evidente che, per generare i determinanti dello strato limite atmosferico richiesti dalla modellistica ambientale, è indispensabile l'impiego della tecnica ad area limitata (LAM NWP).



## Il sistema modellistico LAM di ARPA FVG

Con l'intento di colmare questa lacuna, raggiungendo la risoluzione utile ad includere i processi meteorologici al confine tra mesoscala e la microscala (2 km), ARPA FVG [5] impiega la tecnica di simulazione meteorologica ad area limitata tramite il modello numerico WRF [6], utilizzando le condizioni al contorno delle simulazioni globali (GFS) del NOAA. Le previsioni meteorologiche numeriche di ARPA FVG vengono aggiornate una volta al giorno (00UTC), coprono la finestra temporale di 120h e un dominio corrispondente all'area geografica denominata AlpeAdria, usando risorse di calcolo modeste e connessioni internet di dominio pubblico. I tempi complessivi che comprendono l'attesa delle condizioni al contorno, quelli per il loro scarico e quelli di esecuzione del modello sono considerati soddisfacenti per tutti gli utenti finali, anche per coloro che fruiscono dei prodotti modellistici generati a valle degli input meteorologici. Il run delle 00UTC è disponibile alle ore 06:00 UTC e non si è reso ancora necessario eseguire una previsione con un run alle ore 12UTC.



## Il vantaggio di utilizzare workflow managers per gestire l'operatività

L'acquisizione delle condizioni al contorno, la verifica dello stato di operatività del sistema di calcolo, la soluzione di inconvenienti derivanti da ritardi nei flussi di dati, sino alla generazione dei prodotti grafici e la messa a disposizione dei risultati deve essere garantita con continuità 24 ore al giorno e 7 giorni alla settimana. Per questi aspetti dell'operatività del sistema, ARPA FVG si è dotata di software per la gestione ed il monitoraggio dei flussi di dati, di calcolo e della data provenance [7]. In particolare viene utilizzato l'ecFlow [8], distribuito da ECMWF, che attraverso un'implementazione personalizzata consente un agevole monitoraggio di tutti i flussi di dati e calcoli e semplifica notevolmente la risoluzione di problemi. Inoltre il sistema di produzione è replicato su hardware diversi da quelli operativi, che sono anche distanti fisicamente, garantendo la business continuity dei servizi erogati in caso di un eccezionale fallimento hardware o software del sistema primario. Grazie a questo modello organizzativo ARPA FVG è autonoma nella generazione dei determinati meteorologici ad alta risoluzione spaziale [9], in quanto realizza previsioni numeriche operative, con aggiornamenti quotidiani, all'occorrenza sub quotidiani, il tutto in tempi utili per l'alimentazione di modelli ambientali e per gli scopi di servizio meteorologico regionale, con un rischio di ritardo o fallimento molto basso.

## La certificazione della qualità delle previsioni numeriche ARPA FVG

Il sistema previsionale di ARPA FVG rientra nel campo di applicazione del Sistema di Gestione per la Qualità ISO 9001 dell'Agenzia (N.cert.: IT272766) [10], pertanto il processo di realizzazione dei prodotti meteorologici numerici è certificato secondo gli standard di qualità, sia per quanto riguarda le tempistiche e la continuità della produzione, indice di latenza, sia per quanto riguarda l'aderenza dei campi simulati con le misure raccolte dalla rete di rilevamento regionale alla mesoscala, monitorati con indici di discrepanza. Il processo viene sottoposto a verifiche semestrali interne, da parte del sistema di gestione agenziale per la qualità, ed annuali dell'ente certificatore. Tra gli strumenti estremamente utili introdotti dal controllo di qualità vi è l'analisi del rischio, che ha lo scopo di analizzare le potenziali cause di perdita della qualità dei servizi erogati.



## Bibliografia e Sitografia

- [1] DPSIR definition EEA glossary <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/dpsir>
- [2] Maxim L. et al Ecological Economics 69 (2009) 12–23 [https://www.researchgate.net/publication/284091541\\_The\\_DPSIR\\_framework\\_for\\_biodiversity\\_assessment](https://www.researchgate.net/publication/284091541_The_DPSIR_framework_for_biodiversity_assessment)
- [3] ECMWF <https://www.ecmwf.int/>
- [4] NOAA <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfs>
- [5] ARPA FVG <http://cmsarpa.regione.fvg.it/cms/>
- [6] Modello meteorologico WRF <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>
- [7] Workflow manager e Gestione della data provenance in ARPA FVG [http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/tema/aria/utilita/Documenti\\_e\\_presentazioni/tecnico\\_scientifiche\\_docs/2018mag03\\_arpa\\_fvg\\_crma\\_suite\\_ecflow\\_at2018\\_001.pdf](http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/tema/aria/utilita/Documenti_e_presentazioni/tecnico_scientifiche_docs/2018mag03_arpa_fvg_crma_suite_ecflow_at2018_001.pdf)
- [8] ecFlow <https://confluence.ecmwf.int/display/ECFLOW/ecflow+home>
- [9] Previsioni meteorologiche numeriche di ARPA FVG <http://www.arpa.fvg.it/fcm/gmapsmt.asp>
- [10] Certificazione di qualità delle previsioni meteorologiche numeriche di ARPA FVG [http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/istituzionale/chi-siamo/sistemi\\_gestione\\_qualita/allegati/ARPA-FVG-9001\\_BVI.pdf](http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/istituzionale/chi-siamo/sistemi_gestione_qualita/allegati/ARPA-FVG-9001_BVI.pdf)