

NOWCASTING_WRF

Configurazione di Assimilazione dei dati radar

Per migliorare le previsioni, è stato utilizzato un sistema di assimilazione dati (WRF-DA) che utilizza una tecnica 3DVAR con un ciclo di aggiornamento di 3 ore. I dati di riflettività radar (CAPPI del mosaico radar nazionale) vengono assimilati secondo un processo indicato in Figura 2 come “DA hh REFL,” dove “hh” rappresenta l’ora di assimilazione.

L’obiettivo della tecnica 3DVAR è minimizzare la differenza tra la previsione di fondo (background) e le osservazioni, ottimizzando una funzione di costo J :

$$J(\mathbf{x}) = J^b + J^0 = \frac{1}{2}(\mathbf{x} - \mathbf{x}^b)^T \mathbf{B}^{-1}(\mathbf{x} - \mathbf{x}^b) + \frac{1}{2}(\mathbf{y} - \mathbf{H}(\mathbf{x}))^T \mathbf{R}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{H}(\mathbf{x}))$$

dove:

- $\mathbf{x}$ è il vettore di stato,
- $\mathbf{x}^b$ è la previsione di fondo,
- $\mathbf{B}$ è la matrice di covarianza degli errori del background,
- $\mathbf{y}$ rappresenta le osservazioni,
- $\mathbf{H}(\mathbf{x})$ è l’operatore che mappa lo spazio del modello allo spazio delle osservazioni,
- $\mathbf{R}$ è la matrice di covarianza degli errori di osservazione.

Nel contesto di questo studio, la matrice di covarianza degli errori del background, $\mathbf{B}$, è calcolata con il metodo National Meteorological Center (NMC), utilizzando le differenze tra le previsioni con lead time di 24 ore e 12 ore per ottobre 2015.

Assimilazione dei dati di fulminazione della rete Lampinet

Per l’assimilazione dei dati di fulmini, è stato adottato il metodo di Fierro et al. (2012), che consiste nell’aumentare il mixing ratio del vapore acqueo (q_v) nello strato atmosferico compreso tra le isoterme di 0 °C e -25 °C. Questo intervallo di temperatura è stato selezionato poiché rappresenta lo strato in cui i processi convettivi associati ai fulmini (come la formazione di graupel e l’elettrificazione delle nubi) sono più attivi. L’intervallo delle isoterme è quindi critico per la nucleazione dei cristalli di

ghiaccio e la coesistenza delle varie fasi dell'acqua, favorendo la formazione dei fulmini e le reazioni associate all'aumento di umidità. Questo mixing ratio q_v viene calcolato come segue:

$$q_v = A \cdot q_s + B \cdot \tanh(C \cdot X) (1 - \tanh(D \cdot q_g^\alpha))$$

dove:

- $A=0,86$, $B=0,15$, $C=0,30$, $D=0,25$, $\alpha=2,2$ sono coefficienti determinati empiricamente,
- q_s è il rapporto di miscelazione di saturazione alla temperatura atmosferica del modello,
- q_g è il rapporto di miscelazione del graupel (g kg^{-1}),
- X rappresenta la frequenza dei lampi accumulati in una cella di griglia su un periodo di 15 minuti.

Il valore di q_v , calcolato ad ogni passo temporale per i punti della griglia dove $X>0$, è confrontato con il valore simulato dal modello. Se q_v calcolato eccede il valore simulato, il modello sostituisce il valore simulato con q_v calcolato; diversamente, il valore simulato resta invariato. Questo metodo consente quindi solo di introdurre ulteriore vapore acqueo, senza ridurre l'umidità prevista. L'assimilazione dei fulmini avviene negli intervalli temporali specificati, indicati come “**DA LIGHT.hh1-hh2**,” in Figura 2 con hh1 e hh2 che definiscono l'intervallo di assimilazione.

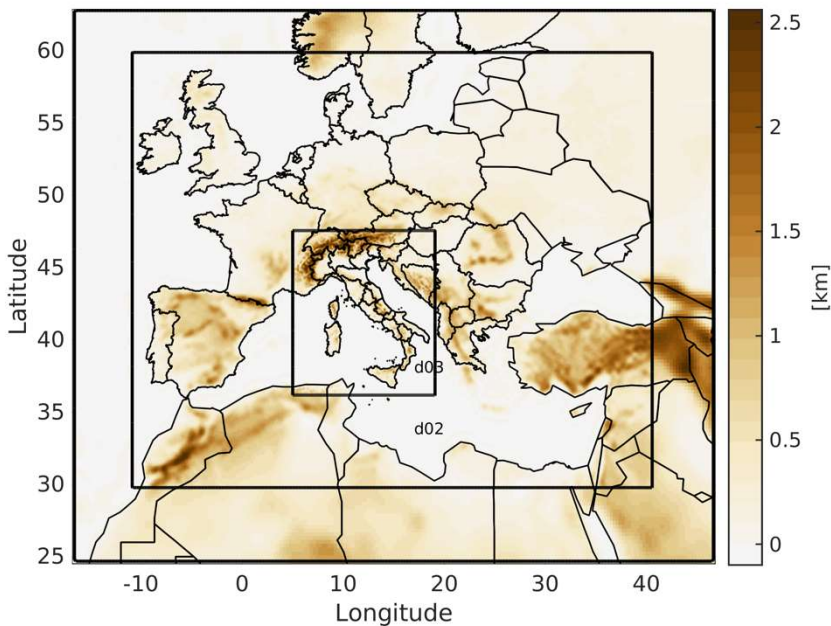


Figura 1 Configurazione del modello WRF. I tre riquadri rappresentano i domini della griglia orizzontale con diverse risoluzioni: 22,5 km (dominio esterno), 7,5 km e 2,5 km (dominio più piccolo che include principalmente l'Italia).

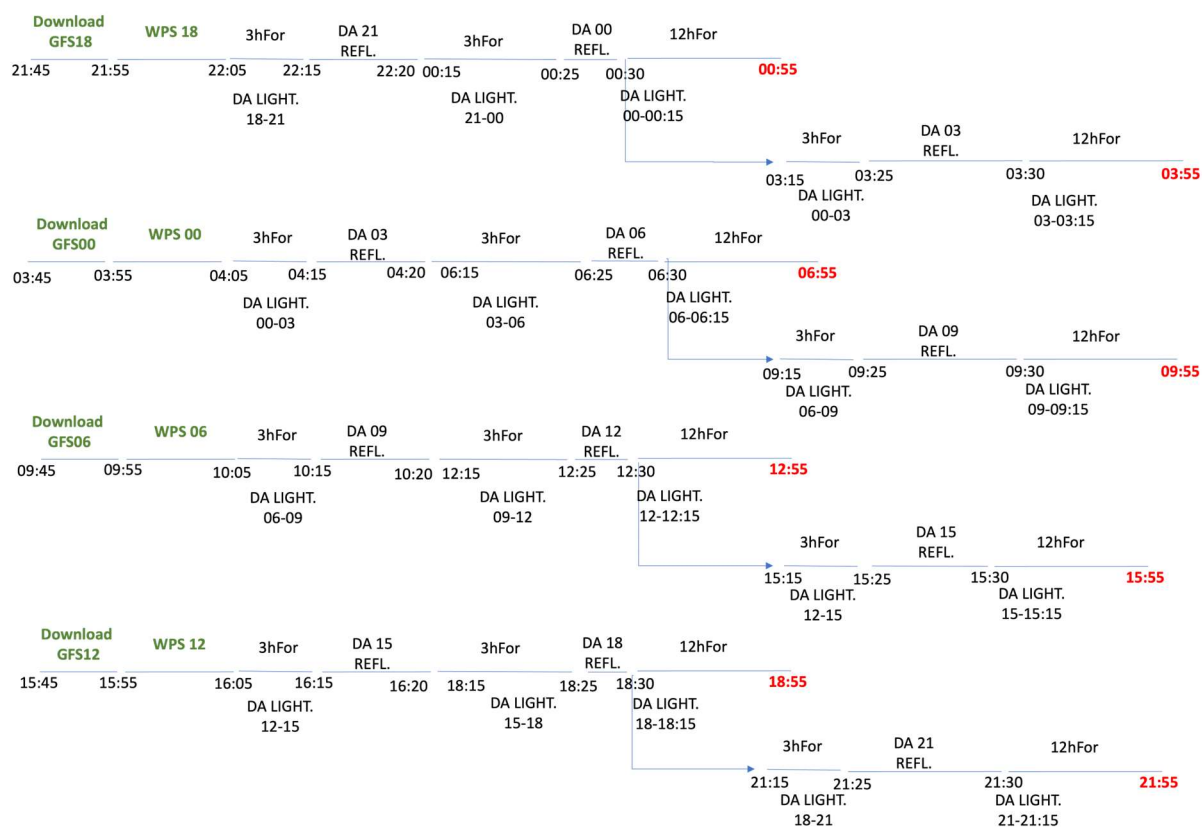


Figura 2 Schema temporale di assimilazione per i dati radar e di fulmini