

Dispersione degli inquinanti atmosferici in una regione alpina: stima delle concentrazioni medie annue in Valle d'Aosta utilizzando il modello FARM

Giordano Pession
Tiziana Magri
Manuela Zublena
Giovanni Agnesod

ARPA Valle d'Aosta, Reg. Grande Charrière 44, 11020 St. Christophe (AO)
gi.pession@arpa.vda.it – t.magri@arpa.vda.it

INTRODUZIONE

Il territorio della Valle d'Aosta é caratterizzato da elevate catene montuose e valli profonde. Tale complessità orografica comporta forti differenze di irraggiamento solare e importanti fenomeni di turbolenza atmosferica. Nonostante estese aree della regione poco o nulla antropizzate, situazioni di inquinamento non trascurabile si rilevano localmente in alcune zone, come nel bacino del capoluogo regionale.

L'ARPA Valle d'Aosta ha affiancato, a partire dal 2000, alla tradizionale attività di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, attuato con le stazioni di misura dislocate nel territorio, le analisi modellistiche della qualità dell'aria che permettono di meglio comprendere la distribuzione spaziale degli inquinanti in tutta l'estensione della regione.

LA CATENA MODELLISTICA UTILIZZATA

I dati in ingresso alla simulazione modellistica sono principalmente le emissioni dell'inventario regionale al 2005 [1] e di quelli del territorio piemontese (ARPA Piemonte) e franco-svizzero (EMEP) per le aree comprese nel dominio di analisi, e i dati misurati dalle stazioni meteorologiche presenti sul territorio, elaborati con i modelli MINERVE [2] e SURFPRO [3] per trasformarli in campi 3D e per calcolare i parametri della turbolenza atmosferica.

La dispersione e le trasformazioni chimiche degli inquinanti in atmosfera sono state simulate con il modello tridimensionale euleriano FARM ("Flexible Air quality Regional Model") derivato dal modello STEM-II [4].

Le reazioni chimiche delle fasi gassose sono descritte dal set denominato SAPRC-90 [5], mentre per le fasi aerosol delle polveri si è utilizzato il modulo semplificato "aero0". Tale modulo è basato sull'approccio adottato dall' EMEP e calcola la concentrazione massica degli aerosol secondari inorganici e gli aerosol antropogenici primari, suddivisi in frazione fine e grossolana. Le fasi granulometriche del PM2.5 e del PM10 sono calcolate secondo il seguente schema:

$$\begin{aligned} \text{PM}_{2.5} &= \text{PM}_{\text{fi}} + \text{ANO}_3 + \text{ASO}_4 + \text{ANH}_4 \\ \text{PM}_{10} &= \text{PM}_{2.5} + \text{PM}_{\text{co}} \end{aligned}$$

dove PM_{fi} e PM_{co} sono rispettivamente le concentrazioni delle componenti di primario fine e grossolana, ANO_3 , ASO_4 e ANH_4 sono i contributi secondari dati dai nitrati, solfati e ammonio considerati dal modulo. Come tipologia non antropogenica di polveri secondarie si è considerata quella di risospensione eolica che viene rappresentata come una sorgente emissiva diffusa su tutto il dominio di calcolo dipendente, oltre che dalle condizioni meteorologiche, dal tipo di copertura del terreno [6].

Il codice FARM richiede infine i campi di concentrazioni degli inquinanti per le condizioni iniziali e al contorno derivati da una simulazione su un dominio più esteso, in questa simulazione si sono utilizzati i risultati della simulazione elaborata da ARPA Piemonte per il 2005 utilizzando FARM, per un dominio comprendente, in scala più grande, anche il presente dominio di analisi.

Il dominio di calcolo, coincidente con il campo delle figure successive, racchiude l'intera regione ed è suddiviso in una griglia di 111 per 71 celle di 1 km di lato.

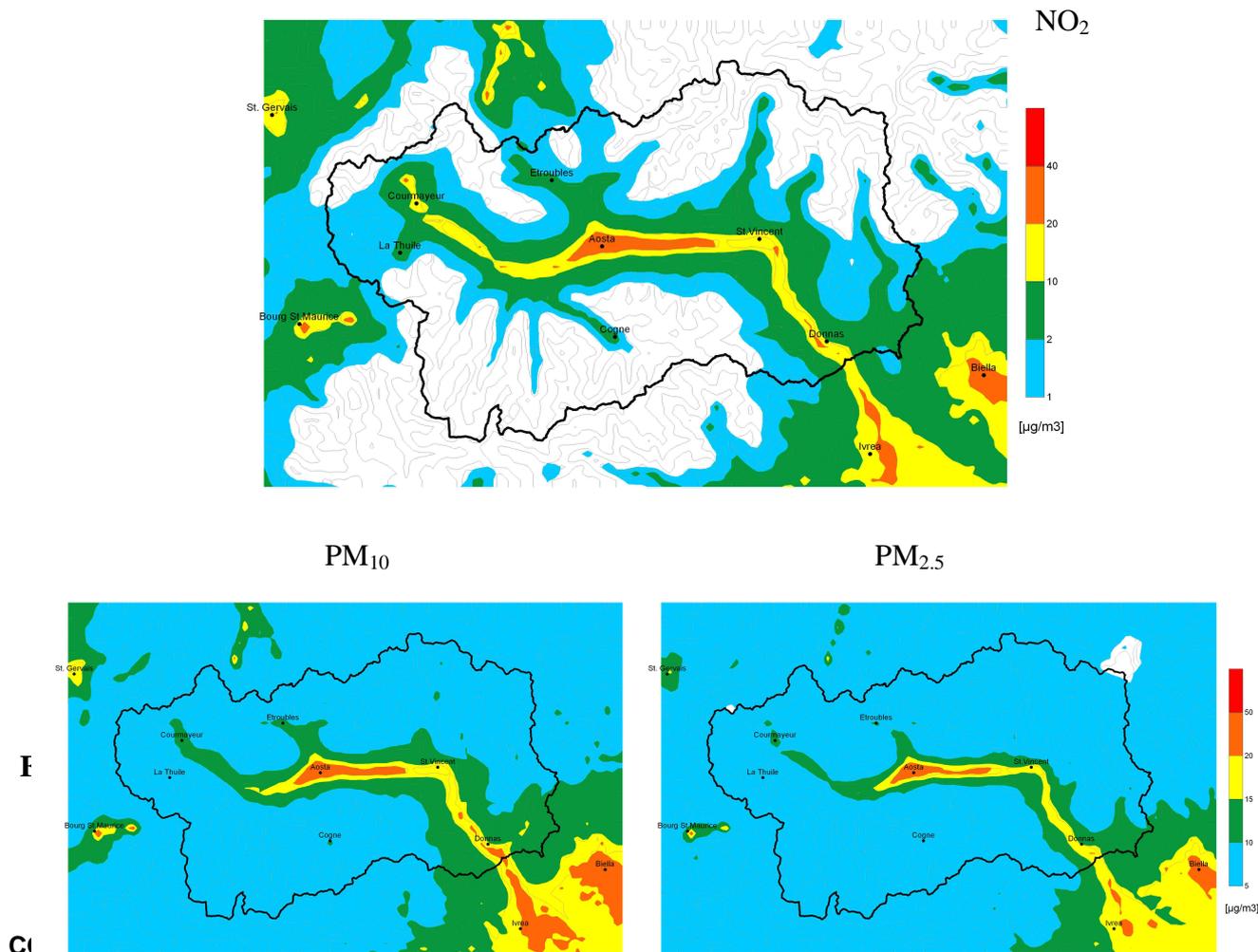
La finestra temporale della simulazione è l'intero anno 2005, i tempi computazionali sono stati di 6 giorni per ogni mese simulato.

STIMA DELLE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA

Il modello è in grado di stimare le concentrazioni di 51 specie di inquinanti; di seguito sono riportate le mappe delle concentrazioni medie annuali di biossido d'azoto e delle polveri PM10 e PM2.5.

Gli impatti maggiori si rilevano in prossimità delle aree più antropizzate: il fondovalle principale, il bacino di Aosta e l'area confinante del Canavese.

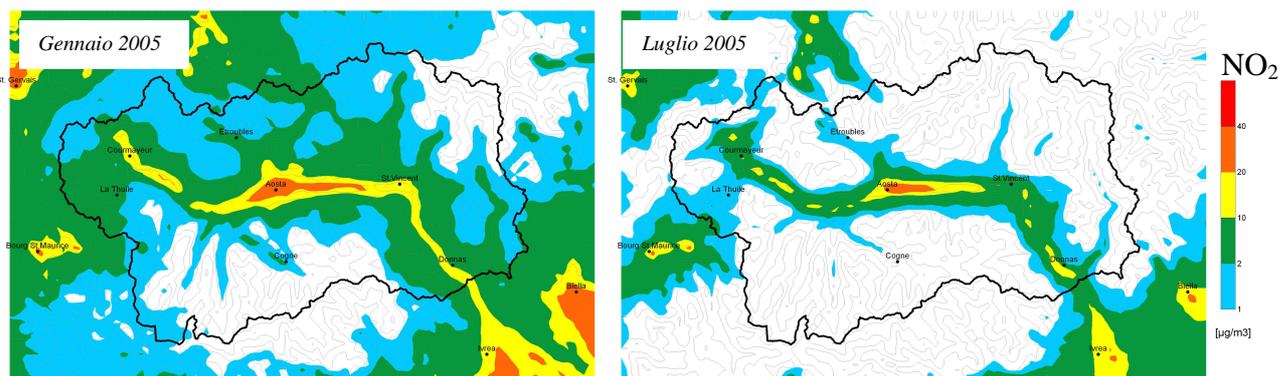
Figura 1 – Stime delle concentrazioni medie annuali di NO₂, PM10 e PM2.5



Si osserva, per tutti questi inquinanti, una netta differenza nelle concentrazioni a livello stagionale dovuta alle differenti caratteristiche dispersive dell'atmosfera e alla variazione delle sorgenti emittive: le concentrazioni dei periodi primaverili ed estivi sono simili e generalmente inferiori a quelle che si hanno in autunno e soprattutto in inverno, quando i venti sono generalmente deboli e l'irraggiamento solare basso.

In figura 2 sono riportate le concentrazioni medie mensili a gennaio e luglio 2005 per il biossido d'azoto.

Figura 2 – Stime delle concentrazioni medie mensili di NO₂ per gennaio e luglio 2005



L'unico inquinante che si discosta da tale comportamento è l'ozono (figura 3), la cui formazione è innescata dalla radiazione solare, per il quale si ha la situazione peggiore in primavera ed estate (vedi confronto figura 4). Un'altra peculiarità dell'ozono è data dal fatto che, essendo distrutto durante le ore notturne da alcuni inquinanti di origine antropica (come NO_x), le sue concentrazioni sono mediamente più elevate nelle zone di montagna che in quelle di fondovalle.

Figura 3 – Stime delle concentrazioni medie annuali di ozono

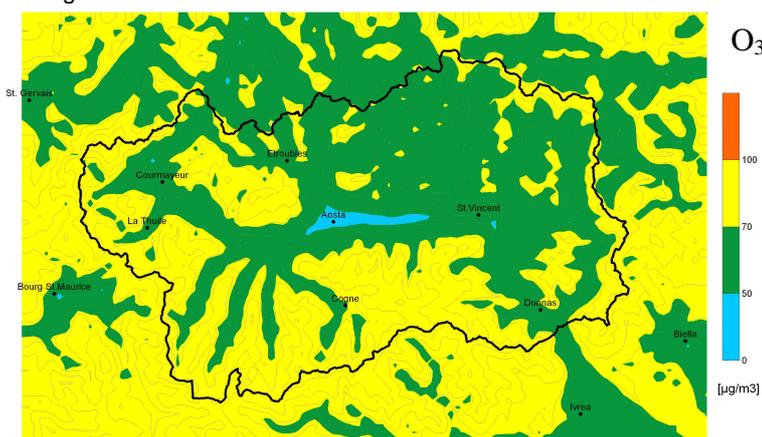
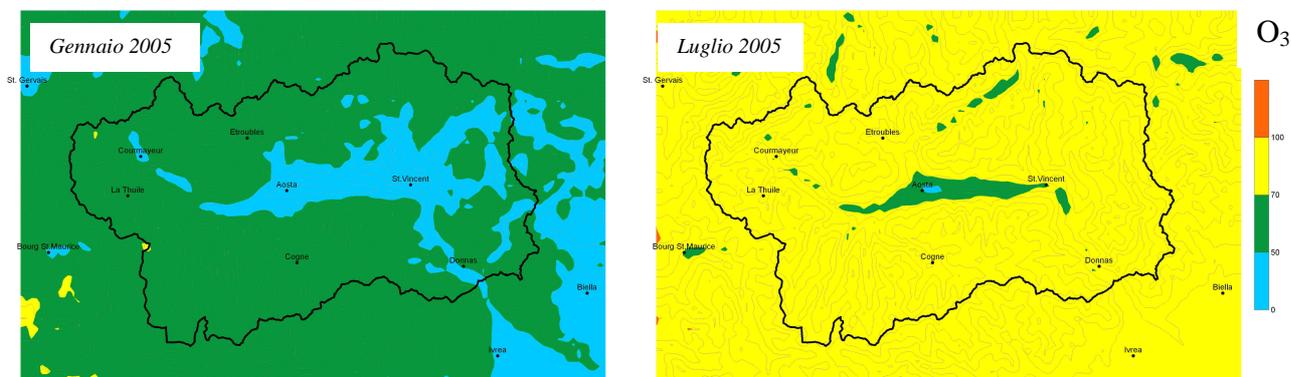


Figura 4 – Stime delle concentrazioni medie mensili ozono per gennaio e luglio 2005

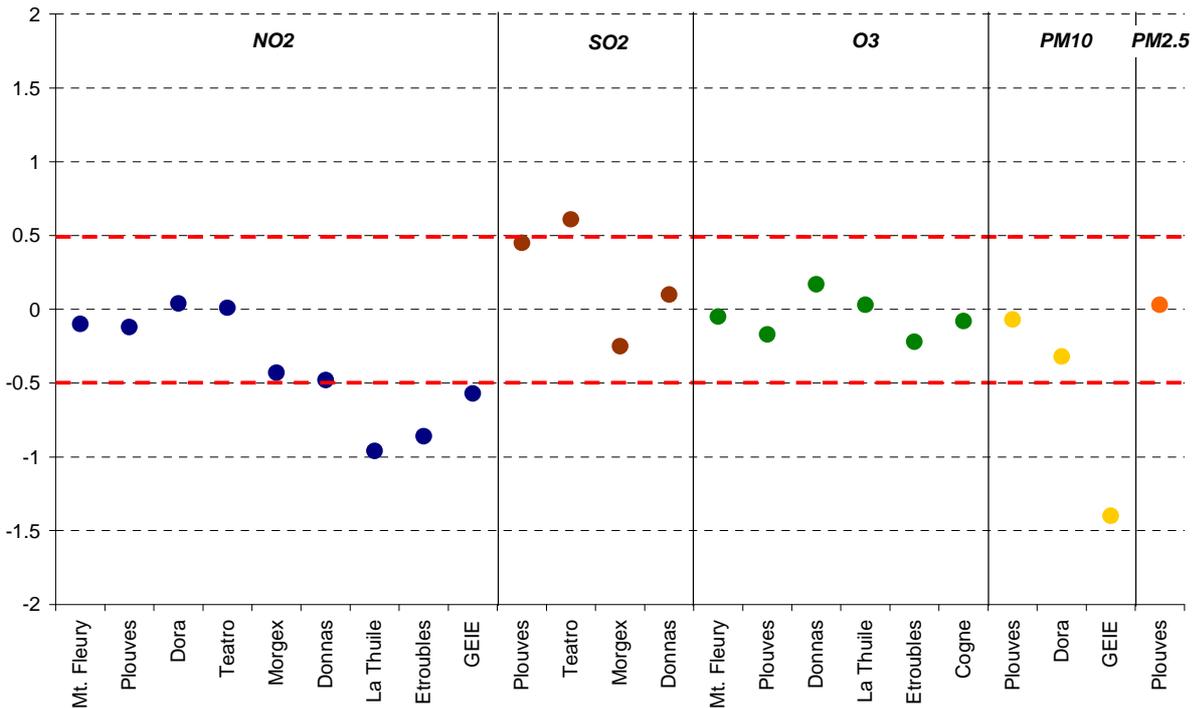


Per ottenere una valutazione sintetica e immediata delle prestazioni del modello si sono confrontati i valori di concentrazioni misurate e quelli calcolati in corrispondenza delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Valle d'Aosta. È stato utilizzato a tal fine l'indice statistico detto "Fractional Bias" (FB) di cui è riportata di seguito la formula di calcolo:

$$FB = 2 \frac{C_p - C_0}{C_p + C_0}$$

dove C_p è la concentrazione stimata dal modello, mentre C_0 è la concentrazione osservata sperimentalmente. Le simulazioni sono ritenute accettabili quando tale indice è compreso tra -0,5 e +0,5, valori positivi di FB indicano una sovrastima, mentre quelli negativi una sottostima.

Figura 5 – Valori dell'indice statistico FB per le diverse stazioni e per i diversi inquinanti.



Si nota come FARM abbia riprodotto bene le concentrazioni di biossido d'azoto in Aosta e lungo il fondovalle centrale, sottostimando però nelle vallate laterali caratterizzate da una minor presenza di sorgenti emissive, che risultano quindi più difficilmente simulabili. Per il biossido di zolfo, e soprattutto per l'ozono, il confronto tra i valori misurati e quelli calcolati risulta assai soddisfacente. Anche per le polveri si ha una buona prestazione del modello, fatta eccezione per la sottostima in corrispondenza della stazione del GEIE Monte Bianco, nei pressi del traforo. Ciò è dovuto alla localizzazione a bordo strada di questa stazione di misura, assai difficile da riprodurre a scala modellistica su celle di 1 km.

Bibliografia

- [1] ARPA VdA, *Terza Relazione sullo stato dell'Ambiente*, 2005
- [2] ARIANET, *ARIA Régional – Notices d'utilisation du code MINERVE*, 1999
- [3] ARIANET, *SURFPRO - Manual*, 2005
- [4] ARIANET, *FARM tools - Reference guide*, 2005
- [5] N. Kumar, F. W. Lurmann, and W. P. L. Carter, "Development of the Flexible Chemical Mechanism Version of the Urban Airshed Model", Report to California Air Resources Board, Agreement no. 93-716. Document No. STI-94470-1508-FR, Sonoma Technology, Inc. Santa Rosa, CA, August, 1995
- [6] Vautard, R., Bessagnet, B, Chin, M., Menut, L., "On the contribution of natural Aeolian sources to particulate matter concentrations in Europe: Testing hypotheses with a modelling approach". *Atmospheric Environment* 39 (2005), 3291–3303.
- [7] Pession G., Magri T., Zublena M., Agnesod G., Blanc L., Genon G., Silibello C., Finardi S., Calori G., Nanni A., "Dust generation and dispersion (PM10 and PM2.5) in the Aosta Valley: analysis with the FARM model" *Proc. of the 12th Int. Conf. on Harmonization, Cavtat 2008*, pg 603-607.