

LE SCHEDE TECNICHE

IL SOURCE APPORTIONMENT

Il source apportionment è una metodologia in grado di identificare e stimare quantitativamente il contributo alle concentrazioni degli inquinanti in aria ambiente (immissioni) da parte delle principali sorgenti esistenti nell'area di studio o in contesti territoriali limitrofi.

In particolare, tra i diversi approcci utilizzabili, il **source apportionment modellistico** consiste nell'applicazione di tecniche specialistiche ai modelli di chimica e trasporto degli inquinanti (CTM) che consentono di individuare il contributo alle concentrazioni degli inquinanti - sia primari che secondari - da parte delle diverse sorgenti, individuate sia sulla base dei comparti emissivi che su base geografica.

A tali tecniche modellistiche è possibile affiancare l'approccio analitico a "recettore" (**source apportionment analitico**), che consente di effettuare delle stime partendo dai dati di composizione chimica del particolato PM10, campionato in siti ritenuti significativi, e applicando a tali dati specifiche tecniche statistiche, tra le quali la più utilizzata è la [*Positive Matrix Factorization \(PMF\)*](#).

I due differenti approcci metodologici sono stati applicati nell'ambito del Piano Regionale per la Qualità dell'Aria per l'individuazione delle responsabilità da parte delle diverse sorgenti emmissive.

Nel seguito saranno descritte entrambe le metodologie di stima: quella del source apportionment modellistico e quella del source apportionment analitico.

Il Source apportionment modellistico: il sistema integrato FARM/BFM

Per poter assegnare alle diverse sorgenti individuate la "responsabilità" non solo in termini di emissioni, ma anche in termini di concentrazioni dei vari inquinanti, nel sistema modellistico in uso presso Arpa Piemonte è stato integrato un modulo specifico per la tecnica del source apportionment.

La metodologia adottata è quella del 3D sensitivity runs / Brute Force Method – BFM, già utilizzata dall'ENEA in ambito nazionale nel progetto MINNI a supporto delle attività del MATTM nell'ambito delle Deroghe CE: tale metodo prevede la realizzazione di una simulazione di riferimento (caso base) e di un numero opportuno di simulazioni di sensitività, una per ogni sorgente che si intende analizzare (intendendo con "sorgente" un insieme di categorie emmissive organizzato per settore di attività); il contributo di ciascuna sorgente viene quindi calcolato analizzando le differenze tra i risultati delle simulazioni di sensitività e quelli della simulazione di riferimento.

Il nuovo modulo, denominato FARM/BFM, effettua le simulazioni di source apportionment integrando direttamente il modello FARM ed il modulo delle emissioni EMMA, permettendo così – definiti in fase iniziale l'insieme delle sorgenti,

la configurazione dei dati di base e delle risorse di calcolo da utilizzare – una gestione diretta delle variazioni del quadro emissivo, dell'esecuzione delle simulazioni di sensibilità e della combinazione di tutte le fasi successive. Elemento fondamentale per il source apportionment modellistico sono le informazioni riguardanti le sorgenti emissive; va infatti sottolineato che i risultati di tale approccio metodologico dipendono fortemente dai dati presenti negli Inventari delle emissioni in ingresso

al sistema; di conseguenza, ogni criticità (sottostima/sovrastima) presente nei dati emissivi si riflette nella distribuzione delle concentrazioni.

I valori ottenuti presso punti di misura che ricadono nella stessa cella di calcolo, inoltre, mostreranno concentrazioni - nonché contributi da parte dei settori emissivi - molto simili e non potranno quindi rappresentare completamente le differenze fra concentrazioni misurate presso stazioni con diversa rappresentatività spaziale (ad es. una stazione di fondo urbano e una stazione di traffico), essendo queste legate a fenomeni che avvengono ad una scala spaziale non riproducibile alla risoluzione del sistema modellistico.

Il source apportionment analitico

L'applicazione delle tecniche di source apportionment analitico – basate su tecniche matematico-statistiche (analisi multivariata) mirate a separare gli elementi in differenti gruppi sulla base del loro grado di associazione - consente teoricamente di ottenere una stima dei contributi da parte delle classi di sorgenti - sia reali (traffico, riscaldamento a legna, ecc.) che virtuali (componente secondaria) – partendo da misure/analisi e identificando le diverse sorgenti sulla base della statistica dei contributi analitici e della loro variabilità temporale. Tale processo prescinde dall'Inventario delle Emissioni, strumento basato su metodologie di stima la cui accuratezza non risulta confrontabile con valutazioni di tipo chimico-analitico.

La metodologia del source apportionment analitico prevede infatti – a valle di un campionamento rappresentativo sia dal punto di vista spaziale che temporale - l'analisi chimica dei campioni (con vari approfondimenti relativi alla speciazione chimica del particolato, in relazione sia alla scelta degli analiti e delle metodiche laboratoristiche, sia all'interpretazione delle incertezze associate ai risultati analitici).

Sui risultati laboratoristici vengono poi effettuate una serie di pre-elaborazioni di tipo statistico – caratterizzazione dei suoli nei siti di monitoraggio, calcolo dei fattori di arricchimento, studio della correlazione tra parametri chimici, esplorazione con la cluster analysis, attribuzione dell'incertezza - fino all'utilizzo del modello statistico EPA PMF 5.0 (Positive Matrix Factorization). La PMF, appartenente alla categoria dei modelli a recettore, rappresenta un approccio matematico-statistico basato

sul cosiddetto fingerprint (impronta digitale) delle sorgenti e sulla loro variabilità spazio-temporale, attraverso l'applicazione di tecniche di analisi multivariata.

Una criticità intrinseca alla metodologia del source apportionment analitico è rappresentata dalla discrezionalità con cui, in assenza di traccianti chimici specifici, un profilo analitico viene associato ad una specifica sorgente (o gruppo di sorgenti); inoltre la componente secondaria del particolato viene trattata come una generica sorgente virtuale (secondario nitrati, secondario solfati) non attribuibile ad uno specifico comparto emissivo (trasporto, riscaldamento, ecc...).

Il source apportionment analitico al momento risulta quindi una tecnica parallela in grado di rafforzare le valutazioni sul contributo delle sorgenti – almeno nel caso della componente primaria - ottenute dalle simulazioni di source apportionment modellistico, che partono invece dalle stime degli Inventari delle Emissioni e dalle variabili meteorologiche misurate per ricostruire nel tempo e nello spazio tridimensionale le reazioni chimiche che avvengono in atmosfera.

La tecnica non trova applicazione diffusa nel SNPA, richiedendo da una parte un dettaglio elevato nella speciazione dei campioni di particolato, dall'altra l'uso di tecniche statistiche non convenzionali, con conseguente elevata necessità di risorse professionali e strumentali. È importante rilevare che per speciazione dei campioni di particolato si intende l'analisi chimica quantitativa dei componenti del particolato, in particolare dei composti organici, degli ioni e dei metalli che risultino traccianti specifici di particolari comparti emissivi. Ad esempio la combustione della legna, o comunque della biomassa, è tracciata da alcuni componenti organici, in particolare dal levoglucosano prodotto dalla pirolisi di composti come la cellulosa. Purtroppo per altri comparti emissivi non sono disponibili traccianti così efficaci e studiati come per la combustione della legna: su questo aspetto sarebbe dunque necessario effettuare indagini e studi per identificare e/o confermare la presenza di possibili traccianti nel particolato primario, in particolare per quanto riguarda i veicoli a motore.