

## FOCUS

## LA SCELTA DEI MODELLI DI DIFFUSIONE PER STUDIARE LA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

Google ha annunciato qualche mese fa la sperimentazione di un nuovo servizio, per ora limitato agli Stati Uniti: la mappatura in tempo reale degli incendi. I grandi incendi sono, infatti, visibili dallo spazio e se ne può seguire l'evoluzione nel tempo con algoritmi matematici corretti dalle segnalazioni al suolo. L'informazione in tempo quasi reale sulle dinamiche di un incendio non ha solo una finalità comunicativa, ma un'importante funzione di protezione della popolazione e permette la programmazione di interventi più mirati da parte delle forze coinvolte nell'emergenza.

Per quanto in Italia gli incendi di vaste dimensioni siano fortunatamente rari, il personale di Arpa è spesso coinvolto in attività di monitoraggio a seguito dei più comuni incendi sviluppatasi in aziende produttive, molto spesso in seguito a incidenti.

Un primo esame visivo della colonna di fumo può già fornire un'idea della dispersione degli inquinanti che si sprigionano durante l'incendio. La direzione dominante dei venti è sempre evidente a meno di una mancanza totale della ventilazione. La presenza di una inversione termica al suolo o in quota si rileva facilmente con l'appiattimento dei fumi a una certa altezza da terra. Il coordinamento con la sala meteo permette di stabilire quale sarà l'evoluzione dei venti nelle ore successive all'incidente e di conseguenza stabilire quali aree saranno potenzialmente soggette alle ricadute degli inquinanti. Se l'incendio è domato in breve tempo, può risultare importante stabilire a posteriori quali siano state le aree maggiormente soggette alle ricadute di inquinanti in modo da concentrare la ricerca di sostanze pericolose nelle zone più esposte. Se, invece, l'incendio perdura, si può attivare il monitoraggio costante nelle aree più probabilmente esposte alle ricadute ed eventualmente attivare misure per allontanare la popolazione a rischio.

In entrambi i casi diventa fondamentale avvalersi di una catena modellistica diffusionale.

I modelli diffusionali studiano come si disperde una sostanza in un fluido. Nel caso dell'atmosfera la sostanza che si disperde è l'inquinante emesso che si vuole rintracciare e il fluido è l'aria.

I modelli più semplici sono puramente statistici. Risolvendo una semplice equazione, si ha una distribuzione statistica dell'inquinante nella direzione principale del vento: si stabilisce, cioè, quanto inquinante è probabile trovare a 10 metri dal punto di emissione, a 100 m, a 1 km e così via. Un modello statistico ha il vantaggio di essere rapidissimo, ma fornisce risposte che funzionano bene in un esperimento in

condizioni controllate, quasi mai nella realtà.

Volendo approfondire l'analisi del moto dell'inquinante nell'aria si possono intraprendere due strade:

- quella dei modelli euleriani, deterministici, più o meno complessi, in generale rapidi nei calcoli
- quella dei modelli lagrangiani, stocastici, in genere complessi e più lenti nel fornire un risultato.

I modelli euleriani descrivono il moto dell'inquinante con equazioni più o meno complesse, determinandone la concentrazione in ogni punto dello spazio in momenti successivi nel tempo.

In Arpa è diffuso l'utilizzo di Adms Urban, un modello gaussiano euleriano particolarmente sviluppato, ampiamente utilizzato per valutare le ricadute di un sistema ben noto con una meteorologia semplificata. È impiegato, per esempio, per valutare gli scenari emissivi di una città, conoscendo le fonti emissive lineari (le strade), puntuali (le aziende) e diffuse (tutto il resto) e valutando come azioni volte a diminuire le emissioni di una o tutte le sorgenti possano impattare sulla ricaduta degli inquinanti e la qualità dell'aria. Per sua natura, pur sfruttando diverse variabili meteorologiche che descrivono la stabilità atmosferica, utilizza nei calcoli un campo di vento statico (opportunamente modificato dall'orografia) e fornisce risultati in tempi brevi su territori non troppo vasti (il limite spaziale è dato dal singolo campo di vento che può descrivere abbastanza bene un'area pianeggiante non superiore a 50 kmq, ma sicuramente non è rappresentativo di un'area più vasta o più complessa dal punto di vista orografico).

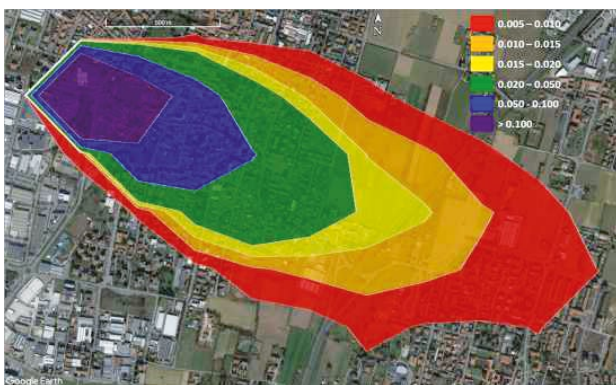
Le equazioni dei modelli euleriani sono inoltre poco adatte a descrivere la dispersione degli inquinanti in presenza di calme di vento.

I modelli lagrangiani descrivono il moto di singole particelle (o di gruppi di particelle) nel tempo, utilizzando una meteorologia variabile orizzontalmente e verticalmente. Le particelle vengono 'animate' dal modello in modo non deterministico seguendo le variazioni imposte dalla meteorologia a una certa distanza e a una certa altezza dal punto di emissione. In Arpa è impiegato il modello lagrangiano Lapmod, utilizzabile tramite la sua interfaccia web Aqweb. Il modello lagrangiano supera egregiamente i limiti dei modelli euleriani permettendo simulazioni in situazioni con meteorologia e/o orografia complesse e anche in presenza di calme di vento.

In generale, per quanto più accurato, il modello lagrangiano non è impiegabile nelle ore immediatamente successive alla segnalazione di un incendio e all'eventuale attivazione del monitoraggio. Occorre tempo per la costruzione del campo meteorologico (per il quale si ricorre al modello Calmet), per la preparazione dello scenario emissivo e per l'esecuzione della simulazione stessa oltre che per l'analisi finale dei risultati.

Un primo supporto ai colleghi sul territorio è possibile in tempi più brevi grazie al modello euleriano (Adms Urban), pur tenendo conto delle sue limitazioni particolarmente evidenti se la giornata è poco ventilata o se la colonna di fumo è molto alta (e quindi soggetta a strati meteorologici diversi sovrapposti).

In generale, comunque, escludendo le situazioni (per fortuna rare) in cui gli incendi durano per molti giorni, la modellistica diffusionale è impiegata solo a incendio risolto e in quel caso la scelta ricade quasi obbligatoriamente sui modelli lagrangiani.



Esempio di rappresentazione grafica dell'output del modello Lapmod sulle concentrazioni derivanti da emissioni.

Fonte: [www.enviroware.com/lapmod/lapmod\\_output.html](http://www.enviroware.com/lapmod/lapmod_output.html) (CC-BY-NC-ND 4.0).

**Paolo Veronesi**

Arpa Emilia-Romagna