from: 6° Incontri Mediterranei di Igiene Industriale - Bari, 26 - 27 ottobre 2017

The importance to integrate forecasts and observation for anthropic and natural sources impact. Case studies

L'importanza dell'integrazione di previsioni e osservazioni per l'impatto di sorgenti antropiche e naturali. Casi studio

Claudia Roberta Calidonna*, Ivano Ammoscato, Mariafrancesca De Pino, Elenio Avolio, Daniel Gulli, Teresa Lo Feudo, Rosa Claudia Torcasio

Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Lamezia Terme (CZ)

Corresponding author:
Claudia Roberta Calidonna, Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Area Industriale Comp. 15 - 88046 Lamezia Terme (CZ), Italy; e-mail: cr.calidonna@isac.cnr.it

Recently the World Health Organization (WHO) confirmed the harmful effects on human health of fine particulate matter ($PM_{2.5}$), to which the urban population is particularly exposed. In some cases, the high presence of particulate is not due exclusively to the local anthropic impact but it can be caused by the medium and long-distance transport of pollutants. In this respect, it becomes significant to integrate in situ measurements, satellite observations and modeling tools. All this allows the determination of atmospheric circulation and therefore the circulation of pollutants. The present work deals with some cases occurred at the Environmental Climatic Observatory of the ISAC-CNR of Lamezia Terme in conjunction with some natural and non-natural events. In such a cases it was significant to identify the sources using both in situ measurements, also from remote sensing (wind-lidar, satellite,...), as well as modeling tools.

Key words: Particulate matter ($PM_{2.5}$), modeling tools, remote sensing

Recentemente l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha confermato gli effetti dannosi sulla salute umana del particolato fine ($PM_{2.5}$) cui risulta particolarmente esposta la popolazione urbana. In alcuni casi, la presenza del particolato non è dovuta esclusivamente all'impatto antropico locale ma può derivare da trasporto di inquinanti e medio e a lungo raggio. A tal proposito diventa significativo se oltre alle misure in situ si tengono in considerazione le osservazioni da satellite, insieme a strumenti modellistici che permettono di delineare la circolazione atmosferica e quindi la circolazione di inquinanti. Il lavoro in oggetto tratta di alcune casistiche che sono state rilevate presso l'Osservatorio Climatico Ambientale dell'ISAC-CNR di Lamezia Terme in concomitanza di alcuni eventi naturali e non, in cui è stato significativo individuare la provenienza della sorgente con l'ausilio sia delle misure in situ che da remote sensing (wind-lidar, satellite,...) oltre a strumenti modellistici.

Introduzione

Una delle ipotesi dell'inizio della trasformazione del clima terrestre, insieme all'accelerazione del riscaldamento globale degli ultimi due secoli, vede la rivoluzione industriale come causa primaria. Questi aspetti sono oggetto di numerosi studi che dimostrano come la crescente presenza di sostanze inquinanti, sia di origine antropica che naturali emesse nell'atmosfera, stia mettendo a serio rischio sia la salute umana che la stessa conservazione del pianeta. La relazione dell'EEA "Air quality in Europe - 2016 report" [EEA, 2016] presenta una panoramica aggiornata e un'analisi della qualità dell'aria per gli anni 2000-2014 sulla base di dati provenienti dalle stazioni di monitoraggio ufficiali in tutta Europa, tra cui più di 400 città. I dati mostrano che nel 2014 circa l'85% della popolazione urbana nell'UE è stata esposta al particolato fine ($PM_{2.5}$) a livelli ritenuti dannosi per la salute dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e come indicato da recenti studi l'impatto sulla salute umana del particolato fine, con un diametro inferiore a 2,5 micrometri ($PM_{2.5}$), è rilevante. In tale contesto diventa fondamentale identificare le cause che contribuiscono al degrado della qualità dell'aria e soprattutto disporre di inventari delle emissioni aggiornati. Questa costituisce un'ottima base di partenza per lo studio e l'impatto sui territori, che diventa ancora più significativo se oltre alle misure in situ si tengono in considerazione le osservazioni da satellite, insieme a strumenti modellistici che permettono di delineare la circolazione atmosferica e quindi la circolazione di inquinanti. L'articolo in oggetto tratta di alcune casistiche che sono state rilevate presso l'Osservatorio Climatico Ambientale dell'ISAC-CNR di Lamezia Terme in concomitanza di alcuni eventi naturali e non, in cui è stato significativo individuare la provenienza della sorgente con l'ausilio sia delle misure in situ che da remote sensing (wind-lidar, satellite,..) oltre a strumenti modellistici.

© The Italian Association of Industrial Hygienists - AIDII [2017]

e-ISSN 2464 - 8817

Set-up sperimentale, contesto di misura e casi studio

L'osservatorio Climatico Ambientale ISAC di Lamezia Terme è posizionato nell'Area Industriale di Lamezia Terme a 600m dalla linea di costa (Lat: 38° 52.605' N, Long: 16° 13.946' E, Alt: 6 m s.l.m) come è visibile nella Figura 1. La zona è caratterizzata da una circolazione prevalente lungo la direzione Est-Ovest (Terra - Mare) con caratterizzazione di prevalenza di brezza da Ovest.

Figura 1: Laboratorio ISAC-CNR e suo posizionamento

L'osservatorio è dotato di analizzatori ultrasensibili per il monitoraggio in continuo dei gas serra quali CO, CO_2, H_2O-vapore, CH_4, SO_2, NO_x (NO + NO_2), e particelle aerodisperse (comprendenti polveri sahariane, ceneri vulcaniche, particelle da combustione (Black Carbon-BC), PM_{10} - $PM_{2.5}$ fine, ultrafine e nanoparticelle. E' possibile disporre anche del monitoraggio in quota degli aerosol attraverso un LIDAR, detection di trasporto in alta quota da particelle transfrontaliere, e del profilo di vento attraverso un wind-lidar di ultima generazione. I dati monitorati contribuiscono alla rete *GAW-WMO di cui l'osservatorio costituisce un Regional point*. Attualmente l'Osservatorio di Lamezia Terme è l'unico a caratterizzazione costiero - rurale nel Sud-Mediterraneo. Ubicato a 600 metri dal mare in un contesto territoriale suddiviso tra un'area Industriale e un'area a vocazione agricola e interessato da arterie di comunicazione stradale (A2 e SS18) e traffico aereo (aeroporto Lamezia Terme). La posizione strategica dell'osservatorio consente l'intercettazione di masse d'aria provenienti dalle aree desertiche africane, di emissioni vulcaniche e la conseguente valutazione dell'impatto dell'aerosol sulle aree urbane del Mediterraneo Meridionale.

Eruzione dell'Etna di Novembre 2013

Nella notte tra il 16 e il 17 novembre 2013 si è verificato un evento eruttivo dell'Etna. L'evento è stato caratterizzato da una violenta attività stromboliana con la formazione di una colonna piroclastica in movimento rispetto alla direzione NE. I vapori di SO_2 sono stati trasportati in direzione NE il primo giorno (17/11), in direzione N il secondo giorno, quindi risalendo sullo Ionio. Infine la colonna è arrivata presso il nostro osservatorio giorno 19 Novembre quindi direzione O. La Figura 2 illustra il rilevamento satellitare [Giovanni Sito NASA] nei tre giorni successivi all'eruzione della colonna di SO_2. Il lavoro di analisi è stato oggetto di una pubblicazione scientifica [Calidonna, 2014] con il gruppo di Vulcanologia del DIBEST dell'Università della Calabria che ha analizzato i filtri al SEM. Nel campione del 19 novembre è stata rilevata la presenza di minerali ricchi di olfo e calcio (gesso), in aggiunta con salgemma, calce e altre particelle inorganiche. La composizione delle particelle analizzate porta a considerare un plume vulcanico, che include sali sublimati dal plume gassoso formatosi durante l'eruzione.

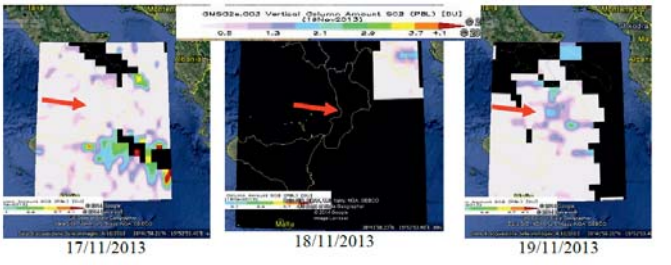

Figura 2: Misure da satellite di SO_2 colonnare e suo trasporto in seguito all'eruzione

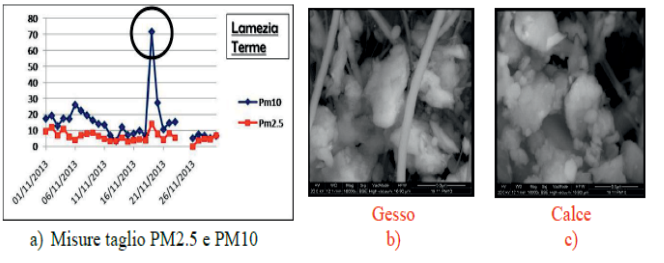

Figura 3: Misure di particolato con impattore dual channel PM_{10} e $PM_{2.5}$ a) e analisi al SEM b) e c)

Incendi boschivi

L'estate appena trascorsa è stata devastante per il territorio nazionale, ed in particolare per la Calabria, per il numero considerevole di incendi boschivi che si sono susseguiti. Nell'Osservatorio di Lamezia Terme, durante tutto il periodo, sono stati registrati livelli più alti di BC (Black Carbon) rispetto alla media degli anni precedenti. E' interessante un evento registrato nel periodo 11 - 13 Luglio 2017, in cui nelle aree circostanti non era visibile alcun evento di incendio, tuttavia nello stesso periodo a 200 km ca. a Sud dell'osservatorio, le aree prossime al territorio di Messina sono state interessate da ben 14 incendi boschivi. Osservando i filtri campionati nel periodo di interesse, le cui immagini sono riportate nella Figura 4, si nota una variazione cromatica che evidenzia la diversa presenza di materiale particellare fine e ultrafine di origine carboniosa. I primi due filtri (11 - 12 e 12 - 13) sono stati campionati nei giorni immediatamente successivi agli incendi. Di fatto la circolazione atmosferica nei due giorni è stata

© The Italian Association of Industrial Hygienists - AIDII [2017]

tale che le masse d'aria si sono spostate nella direzione NE trasportando prodotti della combustione che sono ricaduti a qualche centinaio di chilometri di distanza dalla sorgente. Mentre nel periodo di campionamento del filtro 13 - 14, l'osservatorio è stato interessato prevalentemente da masse d'aria provenienti da NO (mare).

Figura 4: Filtri campionati al taglio PM_{10} nei giorni 11, 12, 13, 14

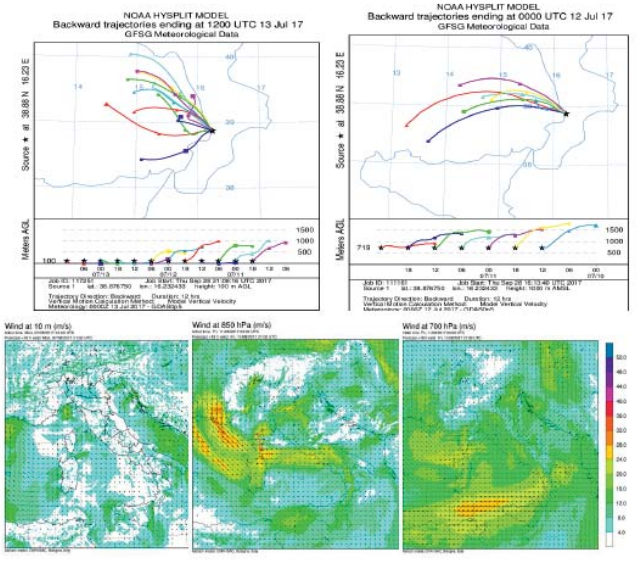

Figura 5: Calcolo delle backtrajectories e previsione circolazione atmosferica quote 10 m, 850 hPa e 700 hPa ore 21

Nella Figura 5 i grafici nella parte superiore rappresentano le backtrajectories per il sito di misura CNR-ISAC nei tre giorni in cui è stato osservato l'evento. Hysplit (modello atmosferico NOAA di dispersione e trasporto) permette di ricavare le possibili traiettorie a partire dalle condizioni iniziali di circolazione nel sito di interesse sulla base delle condizioni di vento di input. Mentre i grafici nella parte inferiore rappresentano le mappe di previsione del vento per giorno 11 Luglio 2017, prodotte con il Moloch (Modello meteorologico locale) dell'ISAC-CNR [Moloch], alle ore 21 per le quote di 10 m, 850 hPa e 700 hPa. Alle 21 è prevista una situazione in cui risultano ancora stratificazioni a diverse quote infatti: a 10 m la velocità del vento è inferiore ai 4 m/s direzione SE, alla quota 850 hPa è stato previsto vento tra i 8 e 12 m/s direzione E-SE e infine alla quota 700 hPa vento tra i 20-24 m/s con direzione NE. Essendo le altre messinesi interessate dagli incendi intorno ai 1000 metri sicuramente la circolazione atmosferica prevista alle 21 è favorevole per il trasporto dei prodotti di combustione nella direzione NE. La circolazione così esaminata è coerente con le backtrajectories per la quota 1000 m (890 hPa) per le traiettorie rosse e blu in corrispondenza di tali quote di altezza. Infine analizzando i profili del vento misurati con il wind-lidar (Figura 6) è confermata la previsione della direzione del vento per le 21 di giorno 11 Luglio. In corrispondenza la velocità del vento è molto bassa tra 0 e 2 m/s. Queste condizioni confermano il trasporto e la successiva precipitazione dei prodotti della combustione che sono stati misurati nei giorni in esame.

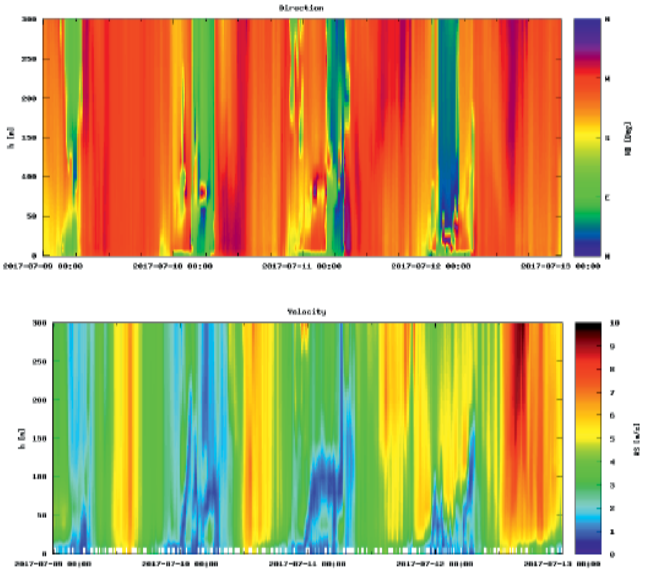

Figura 6: atmosferica da misura wind-lidar quote 10 - 300 metri direzione (sopra) e velocità del vento (sotto)

Conclusioni

Nel lavoro sono stati discussi alcuni casi in cui è stata riscontrata la presenza anomala di particolato di origine naturale ed antropica. E' stato ricostruito il fenomeno del trasporto identificando inoltre le possibili sorgenti grazie all'integrazione di misure in situ e da remote sensing supportate dalla modellistica meteorologica e di dispersione. Tutto questo vuole rappresentare un esempio di come sia possibile realizzare uno strumento in grado di formulare le ipotesi più probabili e le identificazioni delle sorgenti nel rilevamento di valori anomali rispetto ai valori medi del luogo. Tale strumento, opportunamente modulato, è inoltre in grado di fornire indicazioni previsionali relative alle aree interessate dalla ricaduta degli inquinanti provenienti dalle sorgenti identificate. Le informazioni acquisite possono essere utili per ricavarne indicazioni non solo quantitative ma anche qualitative.

© The Italian Association of Industrial Hygienists - AIDII [2017]

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato possibile grazie alla presenza dell'Osservatorio I-AMICA (Infrastructure of High Technology for Environmental and Climate Monitoring - PONa3_00363), PON 2007-2013. HYSPLIT è un modello fornito da NOAA-ARL, mentre i dati meteorologici da GDAS NCEP. I dati da satellite sono disponibili dalla NASA e accessibili tramite interfaccia Giovanni [Giovanni].

Bibliografia

EEA, 2016. *EEA: Air quality in Europe - 2016 report*. EEA Report No **28**/2016, ISSN 1977-8449.

Calidonna, C.R., Bonasoni, P., Busetto, M., Cannata, C., Cristofanelli, P., De Rosa, R., Donato, P., Gullì, D., Landi, T.C., Marinoni, A., Sempreviva, A.M., 2014. *First evidence of volcanic plume observed in a central Mediterranean marine observatory.* ProScience, **1**, 143 - 148.

Giovanni: http://giovanni.gsfc.nasa.gov/

Moloch: http://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecasts/moloch/

© The Italian Association of Industrial Hygienists - AIDII [2017]