

L'inquinamento da polveri sottili costituisce un importante fattore di rischio ambientale sia per la salute umana, per i disturbi da esso generati, che per i possibili effetti sul clima e sugli ecosistemi.

Recentemente è quindi cresciuto l'interesse della comunità scientifica per i livelli dell'inquinamento da particolato atmosferico.

Nelle aree urbane il particolato è costituito da una miscela complessa di composti organici e inorganici presenti sia in fase solida che liquida. Le tradizionali strategie per la riduzione del particolato si basano sulla riduzione delle emissioni controllabili dei composti che formano il particolato. Tuttavia è necessario distinguere un particolato fine primario da un particolato secondario le cui particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $2.5 \mu\text{m}$  possono rimanere sospese in aria per lunghi periodi di tempo.

Di fronte a questa complessità, la corretta gestione delle strategie per la riduzione del particolato necessita di strumenti che tengano conto dell'apporto in termini di concentrazione di particolato per le principali fonti inquinanti considerando l'evoluzione spazio-temporale successiva all'emissione.

L'obiettivo di questo programma di ricerca è quello di studiare il particolato fine nell'area veneziana in siti con diverse caratteristiche emissive e ambientali. La ricerca è stata effettuata riferendosi sia alla frazione primaria che secondaria (inorganica e organica) e valutando gli aspetti relativi alla formazione, alla dispersione e alla composizione chimica del  $\text{PM}_{2.5}$  attraverso metodologie analitiche, statistiche e modellistiche.

## COME ARRIVARE

### Vaporetto

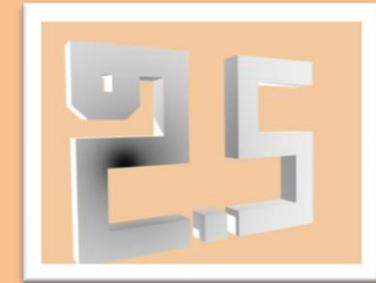
Dopo aver preso dalla Ferrovia, da Piazzale Roma o dal Tronchetto il vaporetto della linea 2 o della linea 1 (accessibili), scendere alla fermata di San Tomà.

Proseguire dritti per Calle del Traghetto Vecchio fino a svoltare a sinistra per calle del Campanile. Percorrerla fino alla fine, svoltare a destra e proseguire per Fondamenta D.Corner fino al ponte di ferro (non attrezzato) sulla sinistra. Attraversare il ponte e procedere dritti per la stretta calle. Girare a destra e successivamente svoltare alla seconda calle a sinistra (Calle Saoneria). Percorretela tutta, prima della fine sulla sinistra si trova l'entrata della sede di Ca' Dolfin.

### A piedi



ENTE DELLA  
ZONA  
INDUSTRIALE  
DI  
PORTO  
MARGHERA



GIORNATA DI STUDIO

## STUDIO DEL PARTICOLATO FINE ( $\text{PM}_{2.5}$ ) NELL'AREA VENEZIANA

14 OTTOBRE 2010

9.30 – 17.30

Università Ca' Foscari  
Aula Magna Ca' Dolfin  
Dorsoduro 3825/e  
Venezia

## **STUDIO DEL PARTICOLATO FINE (PM<sub>2,5</sub>) NELL'AREA VENEZIANA**

Giovedì 14 ottobre 2010  
10.00 – 17.30

Università Ca' Foscari Venezia  
Aula Magna Ca' Dolfin  
Dorsoduro 3825/e - 30123 Venezia

### **Programma della giornata**

10.00 – 10.20 Registrazione partecipanti

10.20 – 10.40 Saluto degli organizzatori  
Intervengono:

Prof. Emanuele Argese, Direttore  
Dipartimento Scienze Ambientali,  
Università Ca' Foscari Venezia;  
Ing. Lucio Pisani, Presidente Ente della  
Zona Industriale di Porto Marghera.

### SESSIONE MATTUTINA

Moderatore: Prof. Giancarlo Rampazzo,  
(Dipartimento Scienze Ambientali,  
Università Ca' Foscari Venezia)

10.40 – 11.00 Relazione introduttiva sul  
programma di ricerca *“Studio del  
particolato fine (PM<sub>2,5</sub>) nell'area  
veneziana”*

(Prof. Giancarlo Rampazzo, Dipartimento di  
Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari  
Venezia)

11.00 – 11.20 Coffee break

11.20 – 11.40 *“Il modello fotochimico  
FARM (Flexible Air Quality Regional Model)  
per lo studio della dispersione di inquinanti  
reattivi in atmosfera: sviluppi recenti ed  
esempi di utilizzo”*

(Dott. Camillo Silibello, ARIANET Srl)

11.40 – 12.00 *“Attività sperimentali per la  
valutazione della circolazione atmosferica  
locale nell'area della laguna di Venezia”*

(Dott. Gabriele Carboni, ISMES-Divisione  
Ambiente e Territorio di CESI spa)

12.00 – 12.20 *“Batteri associati al PM<sub>10</sub> e  
PM<sub>2,5</sub> nell'area milanese”*

(Dott. Andrea Franzetti, Dipartimento di  
Scienze dell'Ambiente e del Territorio  
Università Milano Bicocca)

12.20 – 14.30 Pausa pranzo

### SESSIONE POMERIDIANA

Moderatore: Prof. Bruno Pavoni,  
(Dipartimento Scienze Ambientali,  
Università Ca' Foscari Venezia)

14.30 – 15.00 *“Particolato fine (PM<sub>2,5</sub>) e  
aerosol secondario inorganico nell'area  
veneziana: approccio di studio e primi  
risultati”*

(Dott.ssa Stefania Squizzato, Dipartimento  
di Scienze Ambientali, Università Ca'  
Foscari Venezia)

15.00 – 15.30 *“Indagine sulla presenza di  
inquinanti organici prioritari nel particolato  
fine (PM<sub>2,5</sub>) raccolto in siti di ricaduta  
industriale, urbano e costiero dell'area  
veneziana: identificazione delle sorgenti di  
emissione in relazione alla circolazione  
atmosferica”*

(Dott. Mauro Masiol, Dipartimento di  
Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari  
Venezia)

15.30 – 16.00 *“Studio preliminare della  
dispersione del particolato fine mediante  
modelli matematici nell'area veneziana”*

(Ing. Eliana Pecorari, Dipartimento di  
Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari  
Venezia)

16.00 – 16.30 *“Monitoraggio delle  
emissioni aeroportuali nell'area veneziana”*

(Dott. Gabrio Valotto, Dipartimento di  
Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari  
Venezia)

16.30 – 17.30 Tavola Rotonda *“Il  
particolato fine: un problema comune”*

Moderatore: Ing. Roberto Morandi,  
Regione Veneto.

Intervengono: ACTV, ARPAV, Comune di  
Venezia, Consorzio Venezia Ricerche, Ente  
Zona Industriale, Magistrato Acque,  
Provincia di Venezia, Regione Veneto,  
SAVE, USL, ISPSEL.

17.30 Chiusura dei lavori

## **Indagine sulla presenza di inquinanti organici prioritari nel particolato fine (PM<sub>2.5</sub>) raccolto in siti di ricaduta industriale, urbano e costiero dell'area veneziana: identificazione delle sorgenti di emissione in relazione con la circolazione atmosferica**

*Mauro Masiol, Elena Centanni, Angelika Hofer, Elisa Scalabrin, Enrico Polo, Cristian Bozzato, Riccardo Antonel, Michele Favaro, Jenna Llorens, Andrea Pilotto, Federico Fiorotto, Bruno Pavoni*

La ricerca sul particolato atmosferico si sta sempre più concentrando sulla frazione fine (PM<sub>2.5</sub>), a causa delle sue implicazioni negative sulla salute dell'uomo [1] e perché la maggior parte delle sorgenti antropogeniche genera particelle di dimensioni fini [2]. A questo proposito appare fondamentale studiare in dettaglio la composizione chimica del PM<sub>2.5</sub>, soprattutto riguardo al contenuto di sostanze tossiche e/o cancerogene come gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) [3]. In questo studio sono stati misurati i livelli di IPA in 3 siti veneziani influenzati da differenti scenari emissivi: (i) via Lissa a Mestre, rappresentativa del *background* urbano [4] perché situata in un'area intensamente abitata con strade trafficate spesso congestionate, vicino alla tangenziale di Mestre e alla stazione ferroviaria; (ii) Malcontenta, una stazione industriale suburbana [4] a ridosso di Porto Marghera; (iii) Punta Sabbioni, un'area costiera relativamente lontana da dirette sorgenti di emissione antropiche, ma che può risentire del traffico marittimo (piccole imbarcazioni, pescherecci e grandi navi).

Un totale di 831 campioni di PM<sub>2.5</sub> sono stati raccolti secondo le modalità raccomandate dallo standard europeo EN14907:2005 [5] nei tre siti tra il 26 febbraio 2009 e il 4 marzo 2010. La determinazione della massa di particolato è stata ottenuta per via gravimetrica e completata per tutti i campioni. L'analisi degli IPA contenuti nel PM<sub>2.5</sub> è stata eseguita su campioni rappresentativi di tre diverse stagioni: primavera, autunno ed inverno. La concentrazione di 18 congeneri scelti a partire dalla lista degli IPA prioritari pubblicata da US-EPA e ATSDR [6] è stata determinata attraverso GC-MS in frammentografia di massa dopo estrazione con solventi organici e purificazione degli estratti. Gli IPA quantificati con buone rese sono stati: Fluorantene, Pirene, Benzo(a)Antracene [BaA], Crisene, Benzo(b)Fluorantene [BbF], Benzo(k)Fluorantene [BkF], Benzo(e)Pirene [BeP], Benzo(a)Pirene [BaP], Perilene, Indeno(1,2,3-cd)Pirene [IcdP], Dibenzo(ah)Antracene [DBahA] e Benzo(ghi)Perilene [BghiP]. Gli IPA più leggeri (Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene) hanno avuto rese minori.

Le concentrazioni medie annuali di PM<sub>2.5</sub> misurate nelle due stazioni dell'entroterra veneziano (via Lissa e Malcontenta) sono state di 29  $\mu\text{g m}^{-3}$ , mentre nella stazione di Punta Sabbioni sono state misurate concentrazioni relativamente minori (23  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). L'analisi delle serie temporali ha messo in evidenza un andamento stagionale delle concentrazioni di particolato fine, che raggiunge i valori maggiori durante il periodo invernale (dicembre-febbraio) e le concentrazioni minori durante la stagione calda, tipicamente da maggio a settembre. Questi dati sono in accordo con quanto riportato nella letteratura disponibile per l'area di studio [4,7,8]. Ad oggi sono state completate le analisi di IPA per circa 140 campioni rappresentativi di tre differenti stagioni (primavera, autunno ed inverno). Le concentrazioni medie di IPA totali ( $\sum_{18}\text{IPA}$ ) durante il periodo primaverile nelle tre

stazioni sono state rispettivamente di 14, 13 e 10 ng m<sup>-3</sup>. Nel periodo autunnale sono state rispettivamente 10, 10 e 1 ng m<sup>-3</sup>. Nelle stazioni urbana ed industriale le concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> e  $\Sigma_{18}$ IPA sono risultate correlate tra loro, mentre nell'area costiera non è stata trovata una significativa correlazione. Lo studio delle abbondanze relative degli IPA mette in luce una discreta similarità tra i profili misurati nell'area urbana e in quella industriale, con 5 IPA predominanti: Crisene, BbF, BkF, BeP e BaP tra il 10 e il 15%. Il profilo della stazione costiera mostra invece abbondanze relative più elevate per 3 IPA (BbF, BkF e BaP), che rappresentano da soli l'85 % della concentrazione totale.

Il calcolo dei rapporti diagnostici [9] ha indicato che le combustioni sono la maggiore fonte di IPA nel PM<sub>2.5</sub> dell'area veneziana, e quindi lo studio, lo sviluppo e la realizzazione delle strategie di abbattimento dell'inquinamento atmosferico dovrebbero tenerne dovuto conto. In questo studio è stata applicata una metodologia statistica per accoppiare i dati chimici con i dati relativi alla circolazione atmosferica [10]. Ciò ha permesso di ottenere informazioni sulla localizzazione potenziale delle sorgenti di emissione e ha evidenziato possibili collegamenti tra le condizioni micro-meteorologiche e le fluttuazioni di PM<sub>2.5</sub> e IPA.

I fattori di tossicità equivalente al BaP sono utili per la stima del rischio associato all'esposizione dell'uomo agli IPA. Nelle tre aree sono quindi stati calcolati gli indici di tossicità equivalente [BaP-TEQ $\Sigma_8$ ], per la stima del potenziale cancerogeno, e l'indice di mutagenicità equivalente [BaP-MEQ $\Sigma_8$ ].

- [1] Pope C.A., Dockery D.W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air and Waste Management Association* 56, 709–742.
- [2] Seinfeld J.H., Pandis S.N. (2006). *Atmospheric Chemistry and Physics, From Air Pollution to Climate Change* (2nd edition), John Wiley & Sons, pp. 1203.
- [3] Armstrong B., Hutchinson E., Unwin J., Fletcher T. (2004). Lung cancer risk after exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives* 112, 970-978.
- [4] ARPAV e Comune di Venezia (2010). Rapporto annuale aria 2009. Qualità dell'aria nel Comune di Venezia.
- [5] CEN 2005. Ambient air quality—Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM<sub>2.5</sub> mass fraction of suspended particulate matter. Comité Européen de Normalisation, Ref. No. EN14907:2005:E.
- [6] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1995. Toxicological profile for Polycyclic Aromatic Hydro-carbons (PAHs). US Department of Health and Human Services, Public Health Service. Atlanta, GA, USA.
- [7] Rampazzo G., Masiol M., Visin F., Pavoni B., 2008. Gaseous and PM<sub>10</sub>-bound pollutants monitored in three sites with differing environmental conditions in the Venice area (Italy). *Water Air & Soil Pollution* 195, 161–176.
- [8] Rampazzo G., Masiol M., Visin F., Rampado E., Pavoni B., 2008. Geochemical characterization of PM<sub>10</sub> emitted by glass factories in Murano, Venice (Italy). *Chemosphere* 71, 2068–2075.
- [9] Ravindra K., Sokhia R., Van Grieken R. (2008). Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: Source attribution, emission factors and regulation. *Atmospheric Environment* 42, 2895–2921.
- [10] Masiol M., Rampazzo G., Ceccato D., Squizzato S., Pavoni B., 2010. Characterization of PM<sub>10</sub> sources in a coastal area near Venice (Italy): an application of factor-cluster analysis. *Chemosphere* 80, 771-778.