

**MONITORAGGIO DI INQUINANTI ATMOSFERICI A  
COPERTINO  
(Marzo 2006)**

**D. Contini, D. Cesari, A. Donateo, F. Belosi**

**Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima ISAC-CNR  
Unità Operativa di Lecce**



**Maggio 2006**

## INTRODUZIONE

Nel periodo compreso tra il giorno 07/03/06 ed il giorno 20/03/06 sono stati svolti, in collaborazione con l'Ufficio Ambiente dell'Amministrazione Provinciale di Lecce, dei prelievi di PM10 e di PM2.5 a Copertino (LE). Tali prelievi si inseriscono in una serie di campagne di misura per la determinazione delle concentrazioni di particolato atmosferico nel territorio Salentino.

Il monitoraggio è stato realizzato, con il Laboratorio Mobile per rilevamenti ambientali, nella piazza "Largo Giuseppe Mazzini", caratterizzata da un significativo traffico veicolare (Figura 1). Il Laboratorio Mobile era posizionato sul marciapiede ed i punti di prelievo erano a circa 3 m dalla strada (a circa 2.5 m di altezza dal suolo) ed a circa 20 m da un incrocio con semaforo (Figura 2). Il sito è quindi da ritenersi un sito urbano "hot-spot".

## MATERIALI E METODI

I campionamenti sono stati effettuati utilizzando il laboratorio mobile dell'Istituto ISAC del CNR equipaggiato con la seguente strumentazione, messa a disposizione dalla Amministrazione Provinciale di Lecce: Campionatore Sequenziale di particolato PM10 (Thermo ESM Andersen), analizzatore di Benzene, Toluene e Xilene (BTX, Syntech Spectras) e linea di campionamento sequenziale di PTS (Zambelli Explorer).

Il Laboratorio Mobile è anche dotato di una linea manuale di campionamento di PM2.5 e di una stazione meteorologica (basata su di un data-logger Campbell Scientific CR200) dotata di un sensore per la temperatura e per l'umidità dell'aria (Campbell Scientific CS215), un anemometro sonico bidimensionale (WindSonic) ed un pluviometro (Environmental Measurements ARG100); entrambe le strumentazioni sono fornite dalla Sezione di Lecce dell'Istituto ISAC-CNR.

In Figura 3 è rappresentato un particolare delle linee di campionamento di particolato PM10 e PM2.5 e della stazione meteorologica.



Fig. 1 – Sito di monitoraggio a Copertino (Marzo 2006).



Fig. 2 – Mezzo mobile in “Largo Giuseppe Mazzini”, Copertino (Marzo 2006).



Fig. 3 – Anemometro e termoiigrometro e teste di campionamento (Marzo 2006).

I campionamenti di PM10 e di PM2.5 sono stati fatti alla portata di 38.3 lpm (in modo da ottenere 2.3 m<sup>3</sup>/h in accordo con la normativa DM 60/2002). I campionamenti si sono svolti per l'arco dell'intera giornata (dalle ore 00:00 alle ore 00:00 del giorno successivo), ottenendo quindi una concentrazione media rappresentativa delle 24 ore. Il particolato è stato raccolto su filtri in fibra di quarzo (Millipore) del diametro di 47 mm. Sui filtri sono state svolte le determinazioni gravimetriche, presso l'Istituto ISAC del CNR, mediante pesata (con bilancia analitica Scaltec – sensibilità 5 cifre decimali) prima e dopo il campionamento. La procedura di condizionamento, seguita per ridurre l'interferenza dell'umidità sul peso dei filtri, prevede il collocamento delle membrane per 24 ore, prima e dopo il prelievo, in essiccatore. Tre pesate consecutive ed indipendenti sono utilizzate sia prima sia dopo l'esposizione dei filtri per limitare l'incertezza di misura.

L'incertezza sperimentale dovuta alla determinazione della massa depositata è stata stimata attraverso l'analisi di filtri bianchi utilizzati in campo ed i risultati evidenziano che l'incertezza è di tipo essenzialmente casuale ed è stimabile, al livello di due deviazioni standard dei bianchi sul campo, in circa 0.5 µg/m<sup>3</sup>. L'incertezza sperimentale finale, associata ai valori di concentrazione rilevati di PM10 e di PM2.5 presenta quindi due contributi: il primo associato all'incertezza che accompagna la determinazione della massa depositata (incertezza assoluta costante di circa 0.5 µg/m<sup>3</sup> e determinata dall'analisi dei bianchi); il secondo contributo, invece, è dovuto all'incertezza associata al valore del volume di aria campionato ogni 24h. Tale incertezza sperimentale e di tipo casuale, è stimabile in circa il 2%. La combinazione delle due fonti di incertezza indipendenti porta ad una incertezza finale sulla misura di concentrazione variabile fra 0.6 µg/m<sup>3</sup> e 1.5 µg/m<sup>3</sup> con i valori più alti di incertezza associata ai giorni in cui la concentrazione rilevata è più alta.

Sono inoltre stati utilizzati 5 bianchi di laboratorio che sono stati condizionati e pesati all'inizio della campagna e poi nuovamente condizionati e pesati alla fine della campagna di misura senza subire esposizione all'ambiente di misura e senza subire le manipolazioni conseguenti al montaggio nel campionatore. I risultati indicano che l'incertezza sperimentale è essenzialmente analoga a quella dei bianchi sul campo e quindi, in questo caso, non ci sono stati significativi effetti di aumento dell'incertezza dovuti alla manipolazione dei filtri durante il montaggio/smontaggio dei filtri.

Le determinazioni analitiche dei metalli in tracce sono state svolte presso il Laboratorio Chimico Merceologico della Camera di Commercio di Lecce, denominato Multilab. I metalli ricercati sono stati i seguenti: Cd, V, Ni, Fe, Cu, Mn, As, Zn, Cr e Pb come previsto dalla nuova Convenzione fra ISAC-CNR e Provincia di Lecce con l'aggiunta del Cr non previsto nella Convenzione. Le analisi sono state fatte utilizzando la tecnica dell'Assorbimento Atomico con fornetto di grafite (GF-AAS) per i metalli Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr e V. L'As ed il Cd sono stati analizzati sia con la tecnica GF-AAS sia con la polarografia (che è risultata più sensibile) e l'As in particolare è stato analizzato con il Metodo degli Idruri.

Per quanto riguarda i dati meteorologici, sono stati utilizzati i dati relativi ai radiosondaggi di Brindisi alle quote di circa 500 m (958 hPa) e 2000 m (circa 790 hPa), ed i rilevamenti, a bassa quota (circa 6 m dal suolo), della stazione meteorologica installata sul laboratorio mobile.

## RISULTATI

Nella tabella 1 sono riportati i valori medi di concentrazione di PM10 e PM2.5 ottenuti durante il monitoraggio a Copertino. I risultati sono riportati in forma grafica in Figura 4 insieme con i valori di precipitazione rilevati mediante la stazione meteorologica del laboratorio mobile. Si evidenziano frequenti casi di vento proveniente dal settore di NO con velocità medie, rilevate nell'abitato, relativamente modeste.

SITO DI MISURA	PM10 µg/m <sup>3</sup>	DEV.STAND. µg/m <sup>3</sup>	PM2.5 µg/m <sup>3</sup>	DEV.STAND. µg/m <sup>3</sup>
COPERTINO	41.5 (14)	15.7 (14)	36.2 (5)	16.7 (5)

Tabella 1) Valori medi di concentrazione rilevati a Copertino. In parentesi il numero di dati su cui è stata valutata la media e la deviazione standard.

Nel periodo in esame si osserva la presenza di svariati giorni di pioggia con un massimo di precipitazione il 12/3/2006 (in realtà tutto il periodo fra 11/3 e 13/3 compresi) che corrisponde a valori modesti di concentrazione di PM10. Possiamo notare che il valore medio di concentrazione di PM10 è più alto di quanto rilevato nei siti di fondo urbano (ad esempio Campus Ecotekne e Maglie). Tuttavia questo è giustificato dalla diversa tipologia di sito di misura che a Copertino può ritenersi un urbano "hot spot".

Inoltre ci sono stati 4 superamenti della soglia giornaliera di concentrazione di PM10 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , DM n° 60 del 2 Aprile 2002), avvenuti il 09/03/2006, il 14/03/2006, il 18/03/2006 ed il 19/03/2006. Si deve sottolineare che nel superamento del 14/3/2006 la concentrazione supera la soglia di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per un valore di poco superiore all'incertezza sperimentale stimata. Le mappe dell'Aerosol Index rilevate dal TOMS e l'analisi di simulazioni ICOD e back-trajectories a 7 giorni centrate su Lecce (entrambe non riportate in questa scheda) nel periodo di campionamento evidenziano accumuli di aerosol dovuto a polveri Africane sul Salento nei giorni 14/3/2005 e 19/3/2005. L'accumulo del 19/3/2005 si protrae anche per buona parte del 20/3/2005. La situazione è evidenziata in Figura 6 per quanto riguarda il 14/3/2006 ed in Figura 7 per il 19/3/2006. Il giorno 19/3/2006 si rileva il massimo di concentrazione giornaliera di PM10 (ed anche di PM2.5) ed è anche un giorno di pioggia. L'intrusione di polveri Africane in questa giornata è stata anche confermata da evidenti deposizioni di polvere di colore rossastro rilevate sul laboratorio mobile e sulla testa di campionamento durante uno dei numerosi sopralluoghi.

I due eventi di trasporto di polveri Africane sono essenzialmente diversi. Il giorno 19/3/2006 si ha un trasporto diretto con vento in quota proveniente essenzialmente da O mentre il 14/3/2006 si ha un trasporto indiretto, con un carico di aerosol modesto. In entrambi gli eventi di intrusione di polveri Africane è comunque presumibile un contributo anche di sorgenti locali, ad esempio traffico veicolare e di risospensione di aerosol dovuta al passaggio di veicoli (road dust) e riscaldamento domestico, visto che si hanno comunque altri casi a concentrazione simile (ad esempio il 18/3 in cui è assente il contributo di trasporto dall'Africa, ed altri superamenti della soglia normativa).

I valori di PM2.5 si attestano in circa il 77% di quelli di PM10. Nella Figura 5 si riporta l'andamento del rapporto fra le concentrazioni di PM2.5 e PM10 ( $R = \text{PM2.5}/\text{PM10}$ ) nei giorni in cui tali misure sono simultanee. Il valore medio di R è 0.77 con una deviazione standard di 0.12 ed è leggermente più alto del valore medio ottenuto su tutti i rilevamenti svolti con il Laboratorio Mobile ( $0.70 \pm 0.14$ ). Tale valore è comunque in linea con quanto riportato in letteratura per altri siti di misura di tipo urbano (Marcazzan et al 2002, Marcazzan et al 2004, Vecchi et al 2004) dove si riportano valori medi compresi fra 0.63 e 0.75. A titolo di esempio si riporta in letteratura, CAFE – Clean Air For Europe - (CAFE Working Group on Particulate Matter, dicembre 2004, pag 11), un valore caratteristico (su medie annuali) di R pari a circa 0.66 anche se con sostanziali variazioni dovute al posizionamento delle centraline di monitoraggio. In definitiva i valori rilevati di R evidenziano la presenza di un significativo contributo del PM2.5 al PM10 come è ragionevole aspettarsi in un sito urbano (hot spot) in cui è rilevante sia il contributo di emissioni da traffico veicolare che quello da riscaldamento domestico caratterizzato da emissioni di particelle fini di combustione.

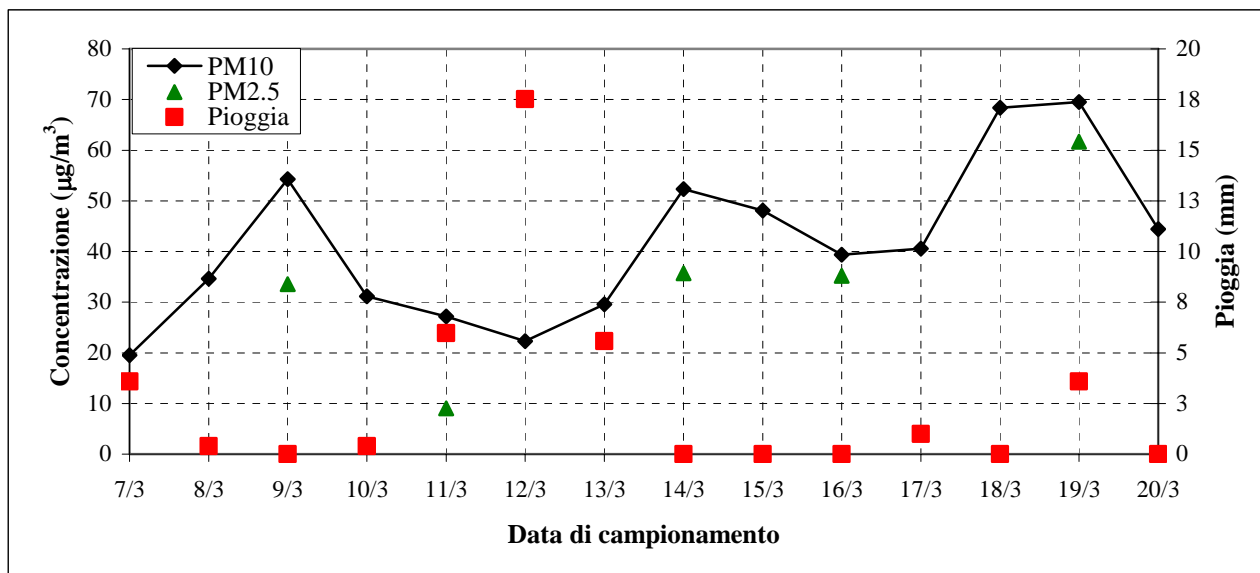


Fig. 4 – Andamento delle concentrazioni di PM10, PM2.5 e della precipitazione giornaliera in mm H<sub>2</sub>O.



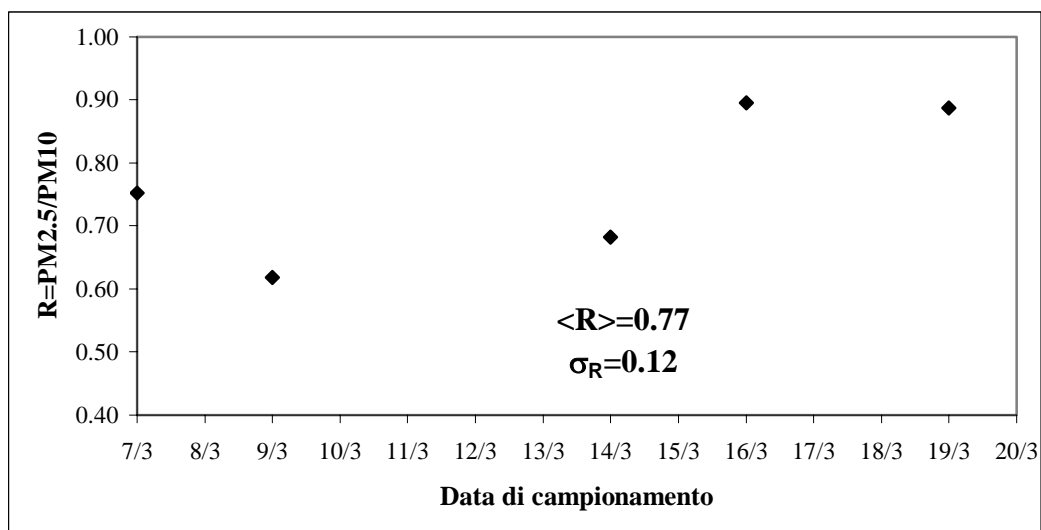


Fig. 5 – Andamento temporale del rapporto R fra le concentrazioni di PM2.5 e PM10 con indicazione del valore medio  $\langle R \rangle$  e della sua deviazione standard  $\sigma_R$ .

Nel periodo di misura sono inclusi due fine-settimana (11-12 marzo e 18-19 marzo), tuttavia entrambi i fine-settimana presentano caratteristiche particolari in quanto durante il primo fine-settimana è stata rilevata la massima precipitazione giornaliera mentre nel secondo fine-settimana è stato rilevato il massimo di concentrazione giornaliera di PM10 in un giorno di intrusione di polveri Africane. Non è quindi possibile fornire informazioni riguardanti i livelli di concentrazione nei fine-settimana tipici rispetto ai livelli dei giorni lavorativi.

I risultati evidenziano correlazioni significative tra concentrazioni e velocità del vento; i valori di concentrazione più elevati sono associati ai venti più deboli. Questo avviene a causa della minore efficienza del trasporto e della diffusione atmosferica presente nei casi di vento debole. La correlazione con la direzione del vento a bassa quota indica che i valori di concentrazione più elevati (superamenti della soglia normativa) sono associati ad un ampio settore di direzioni del vento fra S, O e N mentre sono associati prevalentemente a direzioni nel settore fra O e N facendo riferimento al vento ad alta quota.

Nella Tabella 3 sono riportati i valori medi dei metalli pesanti rilevati nelle polveri di PM10 e di PM2.5. Le concentrazioni di metalli pesanti sono state valutate in unità di massa per  $\text{Nm}^3$  facendo quindi riferimento al volume di campionamento normalizzato e sono state ottenute sottraendo i valori di fondo ottenuti dall'analisi di filtri bianchi sul campo. Nella Tabella 3 i valori medi delle concentrazioni in massa sono riportati in termini relativi riferite alla massa di polveri effettivamente depositata sui filtri.

I risultati delle determinazioni analitiche dei metalli pesanti mostrano che le masse di alcuni metalli sono inferiori al limite di rilevabilità della metodica utilizzata. Questo avviene per As e V nel PM10 e nel PM2.5 (limite di rilevabilità 50 ng per As e 100 ng per V) per cui nelle tabelle è riportato un valore di soglia. In questi casi è stata assunta come soglia di concentrazione il limite di rilevabilità diviso per il volume di campionamento. Per altri metalli in tracce come Cr e Ni i livelli rilevati sono spesso confrontabili con il livello medio osservato nei filtri bianchi (fondo). La massa effettiva di metalli contenuta nelle polveri è stata valutata sottraendo il livello medio del bianco. Tuttavia nei casi in cui tale massa effettiva è inferiore alla deviazione standard  $\sigma_B$  delle masse rilevate nei bianchi è stato assunto come massa effettiva di soglia il valore di  $\sigma_B$  per il metallo in analisi. In pratica nei casi in cui la massa rilevata sul filtro esposto è simile a quella del valore di fondo non è possibile una quantificazione certa ed è quindi stata fatta una stima conservativa considerando la massa almeno uguale al valore di  $\sigma_B$ .

I risultati riportati in tabella 2 mostrano che i livelli di concentrazione media dei metalli rilevati nel PM2.5 sono generalmente più bassi di quelli rilevati nel PM10. Per i metalli a carattere più antropico (come ad esempio Cd ed anche Pb) i valori nel PM2.5 sono piuttosto vicini a quelli rilevati nel PM10.

Si sottolinea che il valore limite per il Pb (unico metallo normato nella Legislazione Italiana) è  $500 \text{ ng/m}^3$  come media annuale delle medie giornaliere (DM n° 60 del 2 Aprile 2002, allegato IV). Mentre i valori obiettivo e le soglie di valutazione superiore (livello al di sotto del quale i rilevamenti possono essere combinati con tecniche di modellizzazione) indicati dalla Direttiva Europea (2004/107/CE) per i metalli contenuti nel PM10. Il confronto con i valori obiettivo/limite è riportato in tabella 4. I valori di concentrazione di metalli pesanti rilevati in questa campagna di misura sono significativamente al di sotto sia dei valori obiettivo sia delle soglie di valutazione superiori. Naturalmente il confronto con le medie ottenute

durante la campagna di misura è solo indicativo in quanto i valori indicati nella Direttiva Europea fanno riferimento a medie annuali.

I risultati evidenziano che i livelli di concentrazione di Fe, Mn e Cu sono piuttosto correlati fra loro ed anche correlati con l'andamento delle concentrazioni di polveri e questo suggerisce che ci possa essere una sorgente comune. Invece le concentrazioni di Zn e Pb hanno andamenti diversi. Questo può essere interpretato con la presenza di contributi da sorgenti diverse sia di origine crostale che antropica (risospensione di polveri, traffico veicolare, abrasione di pneumatici e di freni).

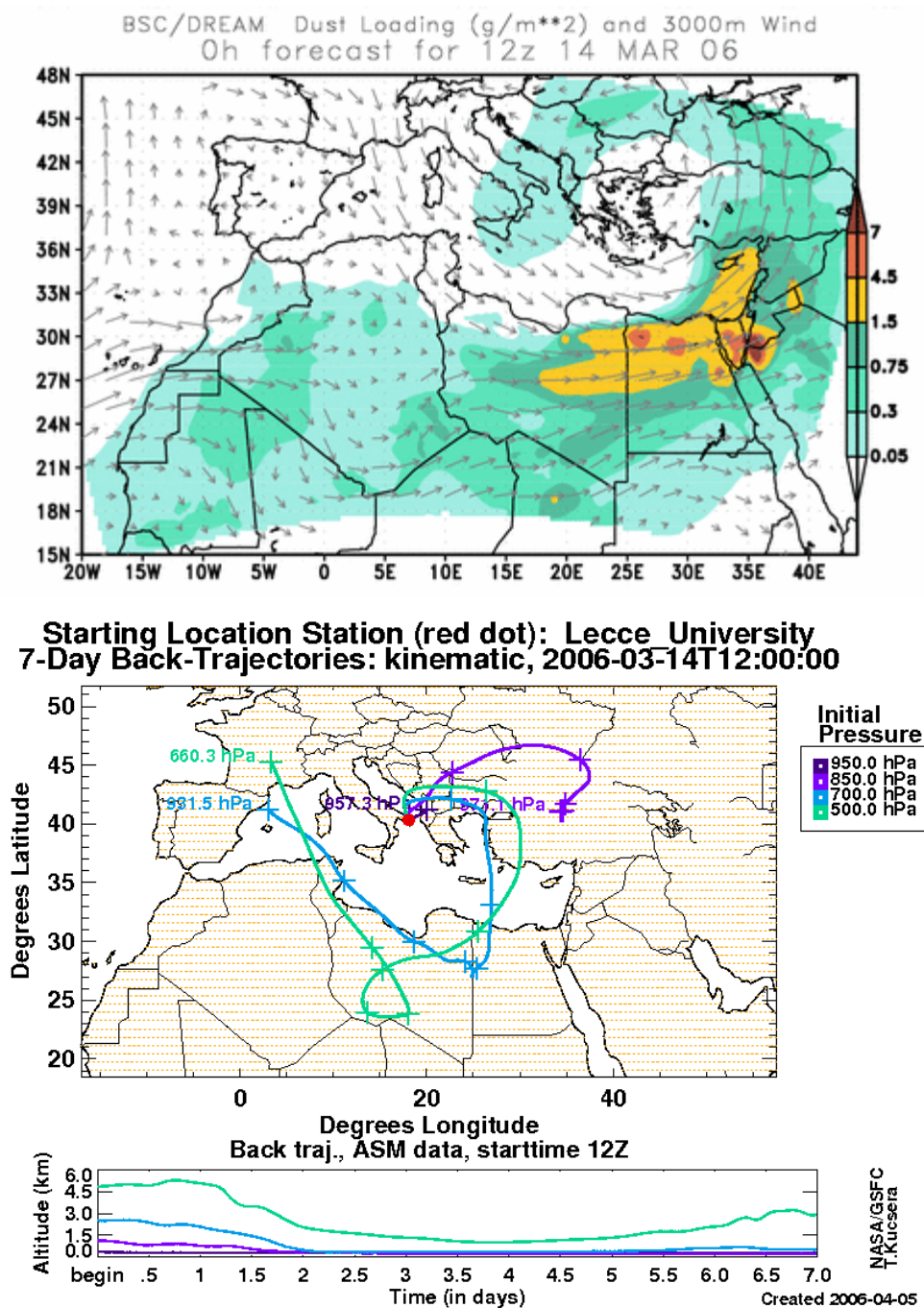


Fig. 6– Situazione meteorologica e di carico aerosolico del 14/3/2006. Back-trajectories calcolate per lo stesso giorno.

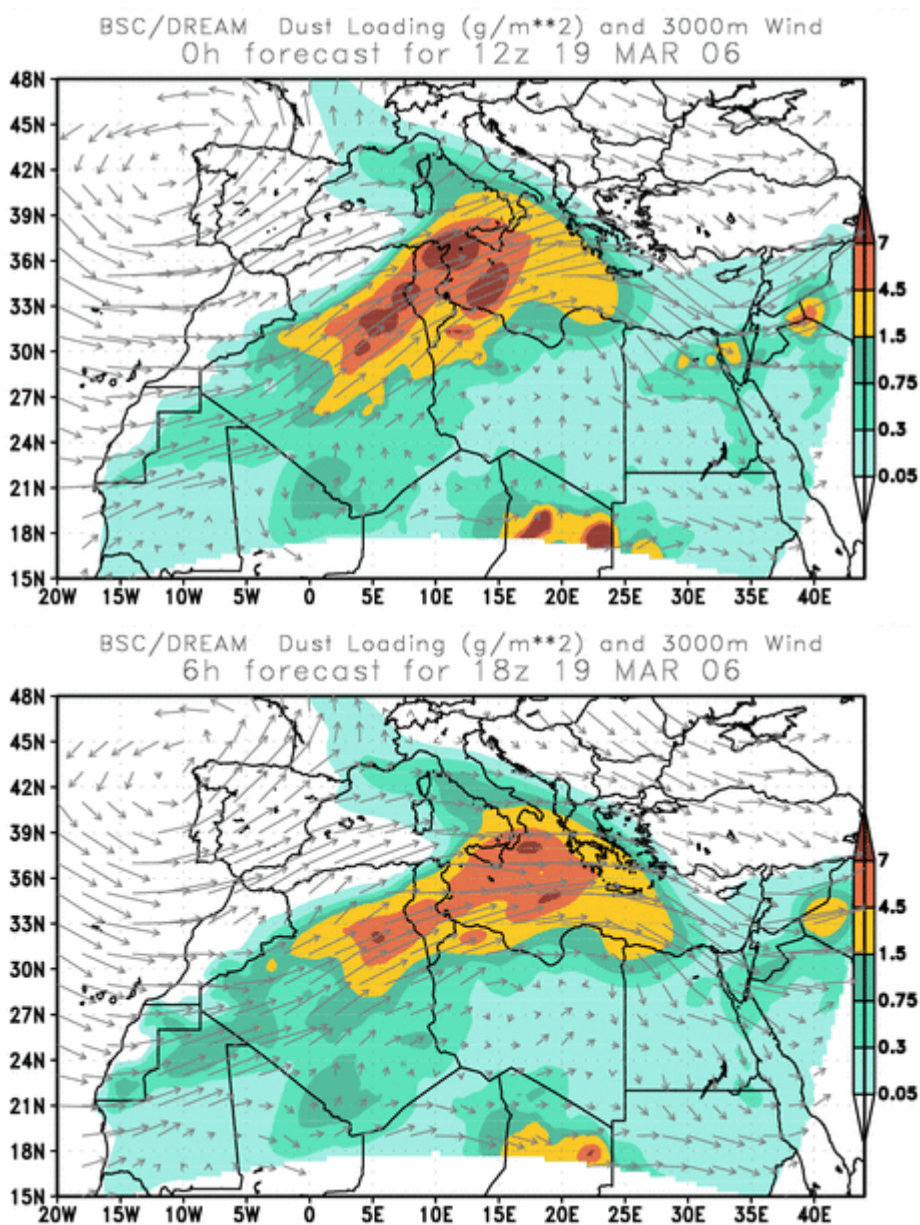


Fig. 7 – Situazione meteorologica e di carico aerosolico del 19/3/2006.

	Cd (ng/Nm <sup>3</sup> )	V (ng/Nm <sup>3</sup> )	Fe (ng/Nm <sup>3</sup> )	Cu (ng/Nm <sup>3</sup> )	Ni (ng/Nm <sup>3</sup> )	Mn (ng/Nm <sup>3</sup> )	Zn (ng/Nm <sup>3</sup> )	Cr (ng/Nm <sup>3</sup> )	Pb (ng/Nm <sup>3</sup> )	As (ng/Nm <sup>3</sup> )
<b>Copertino PM10</b>	1.73	< 1.8	310.7	13.6	< 1.9	5.4	19.2	0.7	19.4	< 0.9
<b>Copertino PM2.5</b>	1.66	< 1.8	199.8	5.0	< 1.8	3.0	14.4	1.3	11.8	< 0.9

Tabella 2) Riassunto delle concentrazioni medie dei metalli in tracce nel PM10 e PM2.5 rilevati a Copertino.

	Cd (µg/g)	V (µg/g)	Fe (µg/g)	Cu (µg/g)	Ni (µg/g)	Mn (µg/g)	Zn (µg/g)	Cr (µg/g)	Pb (µg/g)	As (µg/g)
<b>Copertino PM10</b>	52.3	< 50	7275.0	308.7	< 52	125.2	437.5	17.8	511.6	< 25
<b>Copertino PM2.5</b>	45.3	< 60	6662.0	149.6	< 60	96.2	414.6	51.8	329.3	< 30

Tabella 3) Riassunto delle composizioni medie in massa dei metalli in tracce nel PM10 e PM2.5 rilevati a Copertino.



Elemento	Valore riscontrato nel PM10 a Copertino	Valore obiettivo (ng/m <sup>3</sup> )	Soglia di valutazione superiore (ng/m <sup>3</sup> )
As	< 0.9	6	3.6
Cd	1.7	5	3
Ni	< 1.9	20	14

Tabella 4) Valori obiettivo e della soglia di valutazione superiore secondo la Direttiva Europea (2004/107/CE).

Nelle tabelle 5 e 6 si riportano le matrici di correlazione fra i vari elementi nel PM10 e nel PM2.5 rispettivamente includendo solo i metalli che sono più facilmente rilevabili al di sopra dei valori di fondo. Si deve premettere che i dati sono in numero ridotto, soprattutto per il PM2.5 e quindi le conclusioni che si può trarre sono di tipo essenzialmente qualitativo. Si osserva la presenza di una correlazione fra Fe, Mn, Cu e massa di polveri sia nel PM10 sia nel PM2.5 che può essere interpretata come un contributo di sorgenti di tipo crostale (e quindi essenzialmente naturale o di risospensione). Nel PM2.5 si evidenzia inoltre una correlazione specifica (nel senso che non è visibile nella frazione PM10) fra Zn, Pb e Cd, ed in misura ridotta anche fra Pb e Cu. Questo può essere interpretato come la presenza di un contributo da sorgenti dovute al traffico veicolare che influenza in maniera più sostanziale le polveri fini (Manalis et al 2005, Manoli et al 2002).

Nella campagna di monitoraggio di Copertino è stata fatta un'analisi statistica sui metalli pesanti, rilevati nei filtri che raccolgono il particolato atmosferico, volta a determinare l'Enrichment Factor (EF), ossia il fattore di arricchimento di ogni metallo pesante rispetto alla sua naturale concentrazione media presente nella crosta terrestre superficiale. In particolare i valori di EF sono stati determinati mediante la formula:

$$EF(X) = ([X]_{air}/[Ref]_{air}) / ([X]_{source}/[Ref]_{source})$$

dove "X" è il metallo pesante di interesse (espresso come concentrazione media dei singoli valori) e "Ref" è il metallo di riferimento rispetto al quale si calcola l'Enrichment Factor. I calcoli sono fatti con il supporto di tabelle nelle quali si riportano le abbondanze medie dei vari elementi che costituiscono la crosta continentale (Wedepohl, 1995). Nel caso in esame, è stato scelto come metallo di riferimento il Ferro a cui è assegnato un valore unitario di EF. Il metallo di riferimento è generalmente l'Alluminio, tuttavia anche il Fe è spesso utilizzato nella letteratura scientifica (Dordevic et al 2005; Samara & Voutsas 2005, Manoli et al 2002). La scelta di utilizzare come riferimento il Ferro è anche supportata dal fatto che negli studi di EF questo elemento ha un valore molto basso di arricchimento generalmente prossimo all'unità (Han, J.S. et al., 2005; Güllü G. et al., 2005; Perrone, M.R., 2005; Senaratne I. et al., 2004; Kim K.H., 2003). Le indicazioni ottenibili dall'analisi di EF sono indicative a causa di ampie variazioni della composizione della crosta terrestre superficiale. In particolare, valori di EF inferiori a 10 indicano che il metallo pesante in questione ha un'origine prevalentemente crostale e viene quindi definito "elemento non arricchito"; al contrario, valori maggiori di 40-50 sono indicativi di metalli pesanti di origine antropica e sono definiti "elementi arricchiti". Valori compresi tra le due soglie indicano invece un'origine mista dell'elemento in questione.

Nella Figura 8 si riportano i valori di EF ottenuti, per ogni metallo pesante analizzato, sia per il PM10 sia per il PM2.5. Si deve sottolineare che per As e V non è stato possibile valutare l'EF in quanto le concentrazioni rilevate sono inferiori (o confrontabili) con il limite di rilevabilità della metodica di analisi. Inoltre, i valori di EF relativi ai metalli Ni e Cr sono affetti da una significativa incertezza dovuta al fatto che la massa rilevata sui filtri risulta spesso confrontabile con il valore di fondo dei filtri bianchi (Tabella AII) per cui il valore di concentrazione media utilizzato (e quindi dell'EF calcolato) è essenzialmente un valore di soglia. I risultati indicano che il fattore di arricchimento dei metalli pesanti ha essenzialmente lo stesso andamento nel PM10 e nel PM2.5.

I metalli che hanno un fattore di arricchimento basso e sono quindi, nel sito in esame, essenzialmente di origine crostale sono Manganese, Cromo e Nichel. Al contrario gli elementi notevolmente arricchiti sono il Piombo ed il Cadmio ed il Rame. Lo Zn presenta invece sia contributi naturali che antropici avendo un fattore di arricchimento compreso tra la soglia di 10 e quella di 50. Si fa presente che il Pb, il Cd, il Cu ed anche lo Zn sono elementi associati a sorgenti di traffico veicolare sia come emissione diretta dalla combustione sia come produzione dovuta all'abrasione delle gomme ed dei freni. Tale andamento è simile a

quello riportato in altri studi reperibili in letteratura per zone urbane (Han, J.S. et al., 2005; Güllü G. et al., 2005; Perrone, M.R.,2005; Samara C. et al., 2005; Kim K.H., 2003; Lonati et al 2005).

	<b>Ferro</b>	<b>Manganese</b>	<b>Rame</b>	<b>Zinco</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Piombo</b>	<b>PM10</b>
<b>Ferro</b>	1.00						
<b>Manganese</b>	0.86	1.00					
<b>Rame</b>	0.87	0.90	1.00				
<b>Zinco</b>	0.37	0.64	0.65	1.00			
<b>Cadmio</b>	-0.32	-0.27	-0.29	-0.22	1.00		
<b>Piombo</b>	0.33	0.15	0.18	-0.17	-0.36	1.00	
<b>PM10</b>	0.75	0.74	0.77	0.67	-0.10	0.00	1.00

Tabella 5) Matrice di correlazione degli elementi rilevati a Copertino nel PM10.

<b>PM2.5</b>	<b>Ferro</b>	<b>Manganese</b>	<b>Rame</b>	<b>Zinco</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Piombo</b>	<b>PM2.5</b>
<b>Ferro</b>	1.00						
<b>Manganese</b>	0.87	1.00					
<b>Rame</b>	0.87	0.82	1.00				
<b>Zinco</b>	0.41	0.23	0.60	1.00			
<b>Cadmio</b>	0.15	0.18	0.60	0.72	1.00		
<b>Piombo</b>	0.54	0.46	0.66	0.95	0.60	1.00	
<b>PM2.5</b>	-0.20	-0.08	0.03	0.67	0.53	0.69	1.00

Tabella 6) Matrice di correlazione degli elementi rilevati a Copertino nel PM2.5.

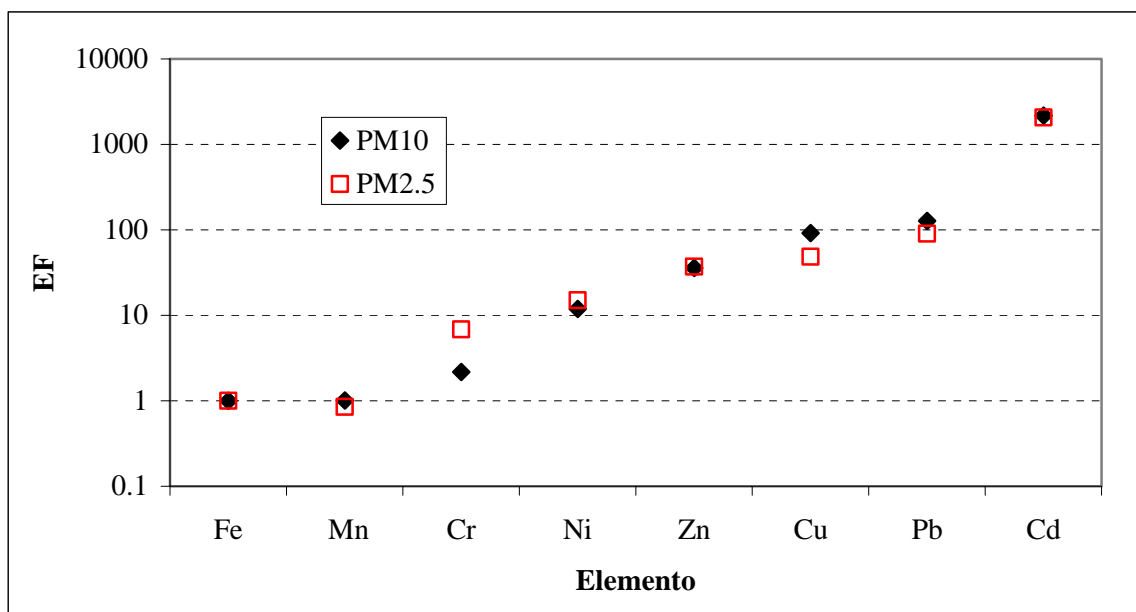


Fig. 8 – Fattore di arricchimento (EF) dei vari metalli rilevati nel PM10 e nel PM2.5

## CONCLUSIONI

Le principali conclusioni del presente studio possono essere di seguito riassunte:

- a) I rilevamenti di aerosol (PM10 e PM2.5), eseguiti nell'abitato di Copertino in un sito caratterizzabile come urbano, hanno evidenziato un livello medio di PM10 di  $41.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed un livello medio di PM2.5 di  $36.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si sottolinea che i rilevamenti sono stati fatti a pochi metri da una strada trafficata ed in vicinanza di un incrocio con regolazione a semaforo ed è quindi presumibile un contributo di aerosol dovuto al traffico veicolare.
- b) Nel periodo in esame si evidenziano quattro superamenti del limite legislativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (media giornaliera) previsto a partire dal 2005. Tali superamenti sono avvenuti nei giorni 09/03/2006, 14/03/2006, 18/03/2006 e 19/03/2006. Il superamento del 14/3/2006 è confrontabile con l'incertezza sperimentale.
- c) Le analisi delle mappe TOMS, ICOD e le back-trajectories di AERONET evidenziano due casi di accumulo di polveri Africane sul Salento (il 14/3/2006 ed il 19/3/2006). Tali casi sono associati a due superamenti della soglia normativa di concentrazione giornaliera di PM10. Tuttavia sono presenti altri superamenti non associati a trasporto long-range di polveri Africane e quindi legati a sorgenti locali.
- d) Il rapporto R fra le concentrazioni di PM2.5 e PM10 ha un valore medio di 0.77 ed indica un significativo contributo di polveri fini al PM10 ed è in linea con altri rilevamenti fatti in zone urbane di altre città Italiane.
- e) Le concentrazioni rilevate di metalli pesanti sia nel PM10 che nel PM2.5 sono entro i valori obiettivo indicati dalla Direttiva Europea ed anche entro la normativa vigente per il Pb. Si sottolinea comunque che tale informazione è indicativa in quanto non sono stati eseguiti campionamenti di lungo periodo. E' stata evidenziata, sia nel PM10 sia nel PM2.5, una correlazione fra Ferro, Manganese ed anche Rame che rende possibile ipotizzare la presenza di sorgenti comuni di questi metalli e probabilmente un contributo in larga misura di origine crostale.
- f) E' stata evidenziata, nel PM2.5, una correlazione fra Pb, Cd e Zn (ed in minore misura fra Pb e Cu) che può essere interpretata come dovuta alla presenza di sorgenti tipiche di una zona urbana (traffico veicolare).
- g) L'analisi dei fattori di arricchimento rispetto al materiale crostale ha evidenziato che i metalli che hanno un fattore di arricchimento basso e sono quindi, nel sito in esame, essenzialmente di origine crostale sono Manganese, Cromo e Nichel. Al contrario gli elementi decisamente arricchiti sono il Piombo ed il Cadmio ed il Rame. Lo Zn presenta invece sia contributi naturali che antropici avendo un fattore di arricchimento compreso tra la soglia di 10 e quella di 50. Si fa presente che il Pb, il Cd, il Cu ed anche lo Zn sono elementi associati a sorgenti di traffico veicolare sia come emissione diretta dalla combustione sia come produzione dovuta all'abrasione delle gomme ed dei freni.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il Sig. Gennaro Rispoli del Dipartimento di Scienze dei Materiali (Università di Lecce) per avere fornito alcuni dati meteorologici di confronto, il Comune di Copertino per l'ospitalità ed il dott. Venanzio Dell'Anna per il prezioso aiuto nell'organizzazione logistica della campagna di Misura. Si ringrazia inoltre la dott.ssa Silvia Ferrari dell'Istituto ISAC-CNR. Si ringrazia inoltre il DR. S. Francioso dell'Ufficio Ambiente della Provincia di Lecce.

## BIBLIOGRAFIA

- Dordevic, D., Mihajlidi-Zelic, A., Relic, D., 2005. "Differentiation of the contribution of local resuspension from that of regional and remote sources on trace elements contained in the atmospheric aerosol in the Mediterranean area", *Atm. Env.* 39, pp. 6271-6281.
- Güllü G., Dogan G., Tuncel G., 2005. "Atmospheric trace element and major ion concentrations over the eastern Mediterranean Sea: Identification of anthropogenic source regions", *Atm. Env.* 39, pp. 6376-6387.
- Han J.S., Moon K.J., Ryu S.Y., Kim Y.J., Perry K.D., 2005. "Source estimation of anthropogenic aerosols collected by a DRUM sampler during spring of 2002 at Gosan, Korea", *Atm. Env.* 39, pp. 3113-3125.
- Kim K.H., Choi G.H., Kang C.H., Lee J.H., Kim J.Y., Youn Y.H., Lee S.R., 2003. "The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events", *Atm. Env.* 37, pp. 753-765.
- Lonati G., Giugliano M., Budelli P., Romele L., Tardivo R., 2005. "Major chemical components of PM<sub>2.5</sub> in Milan (Italy)", *Atm. Env.* 39, pp. 1925-1934.
- Manalis N., Grivas G., Protonotarios V., Moutsatsou A., Samara C., Chaloulakou A., 2005. "Toxic metal content of particulate matter (PM<sub>10</sub>), within the Greater Area of Athens", *Chemosphere* 60, pp. 557-566.
- Manoli E., Voutsas D., Samara C., 2002. "Chemical characterization and source identification/apportionment of fine and coarse air particles in Thessaloniki, Greece", *Atm. Env.* 36, pp. 949-961.
- Marcazzan G.M., Valli G., Vecchi R., 2002. "Factors influencing mass concentration and chemical composition of fine aerosols during a PM high pollution episode", *The Science of the Total Environment* 298, pp. 65-79.
- Marcazzan G.M., Ceriani M., Valli G., Vecchi R., 2004. "Composition, components and sources of fine aerosol fractions using multielemental EDXRF analysis", *X-Ray Spectrom.* 33, pp. 267-272.
- Perrone, M. R., Turnone, A., Buccolieri A., Buccolieri G., 2005. "Particulate matter characterization at coastal site in south-eastern Italy", *J. Environ. Monit.* 8, pp. 183-190.
- Samara, C., Voutsas, D., 2005. "Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment", *Chemosp.* 56, pp. 1197-1206.
- Senaratne I., Shooter D., 2004. "Elemental composition in source identification of brown haze in Auckland, New Zealand", *Atm. Env.* 38, pp. 3049-3059.
- Vecchi R., Marcazzan G., Valli G., Ceriani M., Antoniazzi C., 2004. "The role of atmospheric dispersion in the seasonal variation of PM<sub>1</sub> and PM<sub>2.5</sub> concentration and composition in the urban area of Milan (Italy)". *Atm. Env.* 38, pp. 4437-4446.
- Wedepohl, K.H., 1995. "The composition of the continental crust", *Geoch. Et Cosmoch. Acta* 59, pp. 1217-1232.