

Caratterizzazione del particolato mediante l'integrazione di analisi chimico-fisiche e micro-meteorologiche

Bruno Bove, Anna Maria Crisci, Giusy Lucia D'Avenia, Giuseppe Di Nuzzo, Michele Lovallo, Claudia Mancusi, Lucia Mangiamele, Lucilla Ticconi
ARPAB Agenzia per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata

Tale attività è stata svolta nell'ambito del progetto SPARTA dall'ufficio SIT del Settore Monitoraggio, responsabile arch. A. Bianchini, e dall'ufficio Aria - Dipartimento Provinciale di Potenza, responsabile dott. B. Bove

RIASSUNTO

Nello studio della dispersione del particolato in atmosfera riveste particolare importanza la composizione chimica oltre che la quantità aerodispersa. A tale proposito, l'ARPAB ha avviato uno studio, tuttora in itinere, in collaborazione con enti e istituti di ricerca, in alcuni siti regionali per determinare l'origine e le caratteristiche chimico-fisiche e mineralogiche delle polveri, approfondendo anche l'effetto che le variabili meteorologiche hanno sulla distribuzione spaziale e sugli andamenti temporali del particolato atmosferico.

Per il presente lavoro, si riportano dati inerenti al sito di San Luca Branca in Potenza unitamente a considerazioni scaturite dal confronto tra i differenti stadi dell'analisi:

- caratterizzazione del sistema territoriale ed individuazione delle principali sorgenti di emissione;
- determinazione gravimetrica del particolato raccolto in accordo alla normativa vigente;
- caratterizzazione chimica del particolato raccolto (anioni, cationi, metalli pesanti, IPA, frazione carboniosa);
- caratterizzazione geochimica-mineralogica con l'utilizzazione di tecniche al microscopio elettronico a scansione ad alta risoluzione con sorgente ad emissione di campo;
- processamento dei dati meteorologici, misurati dalla rete, per la caratterizzazione del PBL.

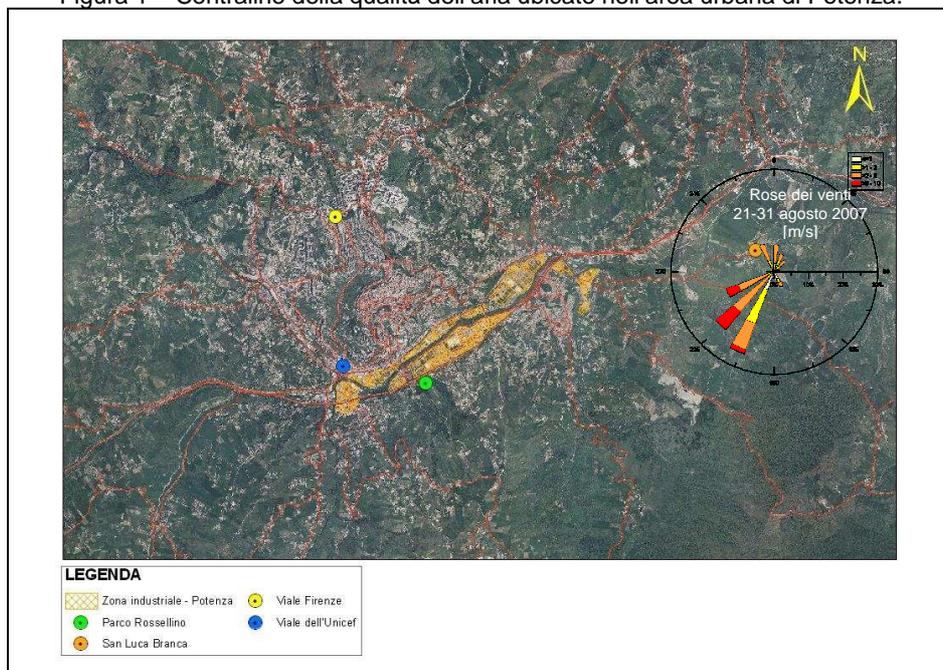
L'integrazione dei risultati ottenuti in ognuna delle suddette fasi ha consentito di caratterizzare il particolato aerodisperso sia da un punto di vista della speciazione chimica che della discriminazione delle fonti emissive.

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARATTERIZZAZIONE DELLE PRINCIPALI SORGENTI

Lo studio è stato condotto su quattro siti lucani ubicati in prossimità di aree industriali.

Nel presente lavoro si mette a fuoco quanto rilevato e dedotto presso il sito di San Luca Branca a Potenza. Il punto di misura è situato in un'area periferica della città di Potenza posta ad est rispetto all'area industriale ed al nucleo abitato di Potenza (fig.1). Pertanto le sorgenti antropiche captabili dalla centralina sono di differente tipo, industriale, civile e trasporti, in funzione dell'anemologia.

Figura 1 – Centraline della qualità dell'aria ubicate nell'area urbana di Potenza.

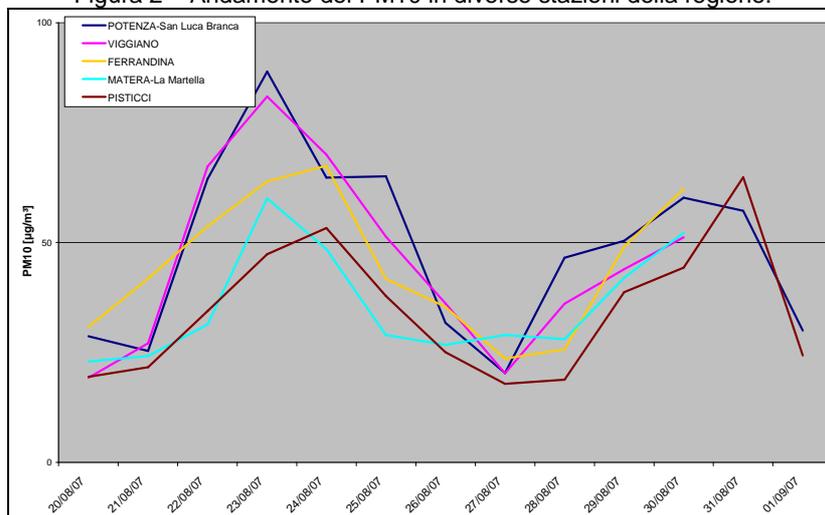


2. CARATTERIZZAZIONE DELLE POLVERI AERODISPERSE

Il periodo di studio considerato è la terza decade di agosto 2007. La scelta di tale periodo è legata alla disponibilità contemporanea, per lo stesso sito, dei dati fisici, chimici, mineralogici e meteorologici.

Nel periodo analizzato si osserva, in tutte le stazioni della rete regionale, un andamento delle concentrazioni di PM₁₀ a doppia gobba con valori che spesso superano il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m³ ex DM 60/02. Le stazioni rappresentate in figura 2 sono quelle in cui la misura viene effettuata attraverso il metodo gravimetrico ma l'andamento rilevato è simile anche nelle stazioni dotate di strumenti a raggi beta. I giorni di picco sono il 23 e 31 agosto 2007.

Figura 2 – Andamento del PM10 in diverse stazioni della regione.



2.1. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEL PARTICOLATO AERODISPERSO

I risultati delle analisi chimiche, ad oggi, rendono noti i contenuti in cationi (Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺) ed anioni (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻) sui filtri in PTFE esposti nei giorni 22 e 30 agosto.

Dall'analisi dei risultati ottenuti possono trarsi alcune considerazioni preliminari che, successivamente, saranno integrate con l'esito di altre analisi tuttora in corso:

- Na⁺, Mg²⁺ e Cl⁻ sono stati riscontrati, sull'insieme dei campioni analizzati (10 filtri in giornate di superamento del limite normativo), con una frequenza rispettivamente del 99, 95 e 100%;
- gli ioni secondari (NH₄⁺, SO₄²⁻⁽¹⁾, NO₃⁻) rappresentano, nelle giornate prese in esame, una percentuale in peso variabile tra il 6 % e il 33% per la stazione di San Luca Branca;
- Ca²⁺ e K⁺ provengono principalmente dall'erosione del suolo. Durante il manifestarsi di eventi sahariani è possibile riscontrare un marcato incremento delle concentrazioni di questi due ioni in atmosfera che in taluni casi raggiungono valori decine di volte superiori rispetto a quelli registrati in condizioni normali. .

Tabella 1- Dati analitici riferiti ai filtri esposti.

Cationi												
Codice filtro	Data di campionamento	Concentrazione in aria µg/mc	Na ⁺		NH ₄ ⁺		K ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺	
			ng/mc	p.p	ng/mc	p.p	ng/mc	p.p	ng/mc	p.p	ng/mc	p.p
SB207	22/08/07	45	560	1.24%	598	1.3%	553	1.2%	1786	3.9%	141	0.31%
SB215	30/08/07	54	374	0.69%	1370	2.5%	851	1.6%	2583	4.8%	158	0.29%

Anioni								
Codice filtro	Data di campionamento	Concentrazione in aria µg/mc	NO ₃ ⁻		SO ₄ ²⁻		Cl ⁻	
			ng/mc	p.p.	ng/mc	p.p	ng/mc	p.p.
SB207	22/08/07	45	2086	4.6%	3686	8.2%	341	0.76%
SB215	30/08/07	54	2053	3.8%	5923	11%	258	0.48%

¹ Si considerano qui gli ioni solfato tutti di origine secondaria considerando trascurabile la frazione primaria derivante da spray marino.

2.2. CARATTERIZZAZIONE GEOCHIMICA – MINERALOGICA

La caratterizzazione mineralogica del particolato è stata condotta con un microscopio elettronico a scansione ad alta risoluzione con lo scopo di differenziare e quantificare il contributo antropico e quello naturale nell'accumulo di polveri totali. Il metodo utilizzato ha un elevato grado di soggettività in quanto la classificazione delle particelle è basata su criteri mineralogici e morfologici e sui rapporti tra gli elementi chimici dei diversi minerali. Considerato che per ogni campione si è scansionato un numero di particelle statisticamente rappresentativo (1000 particelle), l'analisi mineralogica fornisce un'indicazione di massima affidabile sulla composizione del particolato.

Nel periodo considerato, è stato analizzato il filtro esposto presso il sito di San Luca Branca e relativo al 24/08/07. Risulta che l'85% delle particelle presenti è di origine geogenica ed il 15% antropogenica.

Nello periodo considerato sono stati sottoposti ad analisi mineralogica filtri esposti nell'area industriale di Matera dal 24 al 28 agosto 2007, l'esito dell'analisi è tale per cui un numero di particelle in misura superiore all'80% risultano di origine naturale e con prevalenza di silicati², tranne che per il giorno 27 agosto.

2.3. PROCESSAMENTO DEI DATI METEOROLOGICI

I dati meteorologici rilevati presso la stazione di San Luca Branca sono stati utilizzati per ricostruire la situazione anemologica nel periodo considerato e per determinare le grandezze di scala dello strato limite.

La rosa dei venti corrispondente (figura 1), mostra una prevalenza di venti a maggior intensità da Sud-Ovest.

Per la caratterizzazione del PBL, si è utilizzato il modello monodimensionale ARPA_PBL implementato in Arpa Lazio. La simulazione micro-meteorologica ha fornito un quadro di massima sulle condizioni di stabilità atmosferica per la zona sub-urbana di San Luca Branca, nel periodo compreso tra il 21 e 31 agosto 2007.

I parametri micro-meteorologici utilizzati per il run di ARPA_PBL e funzione del territorio, quali rugosità superficiale, coefficiente di albedo e il tipo di suolo prevalente nell'area in esame, sono riportati in tabella 2.

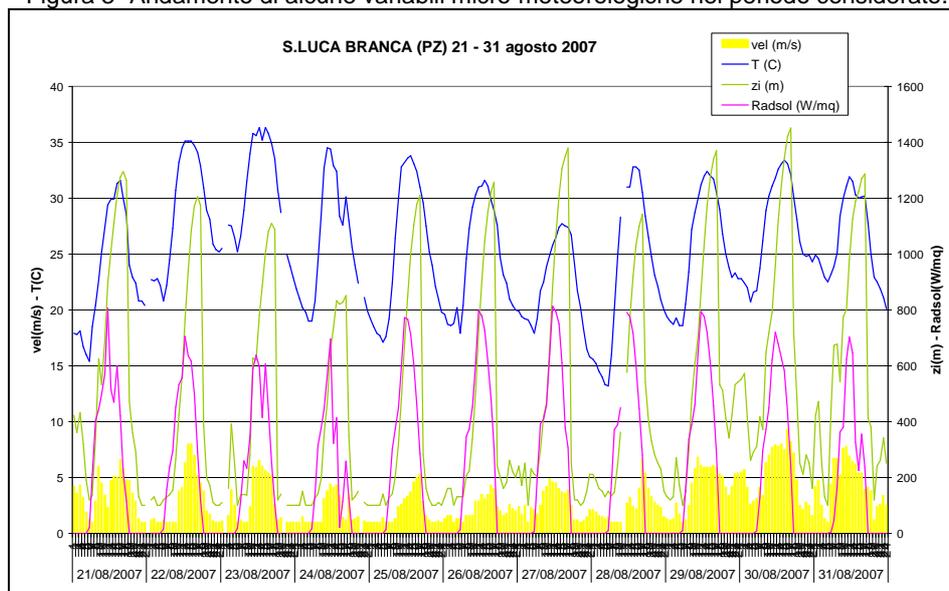
Tabella 2- Parametri utilizzati in ARPA_PBL

PARAMETRI	SAN LUCA BRANCA AGOSTO
Rugosità superficiale	Grass (thin up to 50cm): 0.05
Coefficiente di albedo	Erba verde: 0.26
Tipo di suolo	Zona urbana con inseriti parchi estesi

La figura 3 illustra l'andamento di grandezze micro-meteorologiche che incidono sulla dispersione.

Per tutto il periodo di studio considerato, si osserva che le alte temperature diurne, gli alti valori di velocità del vento e irraggiamento solare favoriscono l'aumento dell'altezza di rimescolamento che segue l'alternarsi giorno-notte, portando la diluizione e il trasporto degli inquinanti in atmosfera.

Figura 3- Andamento di alcune variabili micro-meteorologiche nel periodo considerato.



² Le particelle che si sono fatte rientrare in questa classe comprendono una larga varietà di minerali tra cui alluminosilicati, in cui il rapporto silicio/alluminio varia sensibilmente in funzione di elementi associati quali Ca, Mg, K, Na, Fe e S, minerali argillosi e feldspati.

Il vento è quasi sempre moderato nelle 24 ore, in particolare nei giorni 29, 30 e 31 agosto, favorendo l'andamento piatto delle concentrazioni degli inquinanti.

3. CARATTERISTICHE A SCALA SOVRA-REGIONALE

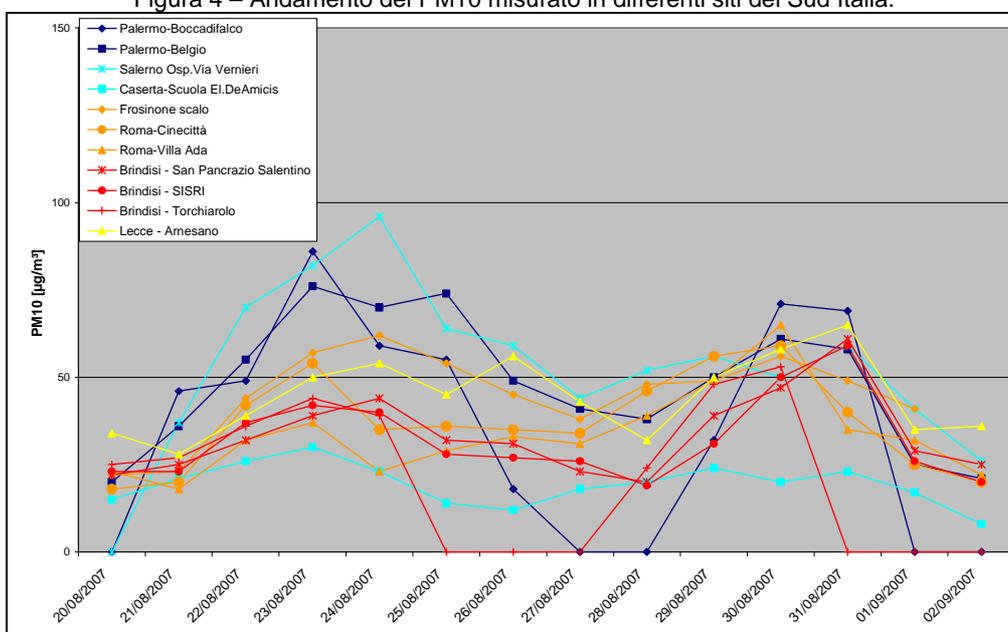
3.1. QUADRO METEOROLOGICO SINOTTICO

Dal 20 di Agosto e fino alla fine del mese, l'Italia, meteorologicamente parlando, si ritrovava spaccata a metà: spiccata instabilità sull'Italia settentrionale caratterizzata da fronti temporaleschi accompagnate da venti forti, caldo intenso ed assenza di pioggia, con un richiamo ad onde di calore a più riprese dall'Africa settentrionale, al Sud. La depressione che produceva instabilità al nord e al centro ed caldo al meridione finisce per colmarsi domenica 2 settembre.

3.2. QUALITA' DELL'ARIA NEL SUD-ITALIA

Nel completare il quadro a grande scala, unitamente ai dati meteorologici, è di notevole interesse guardare all'andamento delle polveri rilevate in diverse stazioni del sud Italia. La figura 4 mostra un andamento analogo a quello riportato in figura 1 per alcune delle centraline ubicate in Basilicata. E' evidente che da Palermo a Roma e da Lecce a Brindisi, si sono registrati degli incrementi di concentrazione di PM10 intorno dal 22 al 25 agosto e dal 29 al 31 agosto 2007.

Figura 4 – Andamento del PM10 misurato in differenti siti del Sud Italia.



4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel periodo considerato si è misurato un innalzamento dei valori di concentrazione di PM10 in diversi punti della regione e in siti fuori regione. L'origine naturale, ipotizzata dall'analisi mineralogica, è stata confermata dall'analisi chimica da cui scaturisce la presenza di anioni e cationi tipicamente presenti nelle sabbie. La situazione meteorologica a scala sinottica fa presupporre il trasporto di polveri sahariane e l'intrusione in troposfera delle stesse. Inoltre la micro-meteorologia locale spiega la dispersione delle elevate concentrazioni dovute ad un'altrettanto elevata turbolenza termica e meccanica.

Il quadro derivante dall'approccio olistico descritto permette, quindi, di verificare compiutamente ipotesi sui fenomeni che hanno determinato un peggioramento degli standard di qualità dell'aria.

BIBLIOGRAFIA

- G. Bonafè, *Meteorologia dello strato limite atmosferico*, 2006, SIM - ARPA Emilia Romagna.
 Roberto Sozzi e al., *La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Atmosfera*, 2003, CTN_ ACE. APAT
 Provincia di Ferrara, *Piano Provinciale di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria, allegato QC_1.2 A Clima*, 2008.
 J.H. Seinfeld, S.N. Pandis, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Wiley-Interscience.