

2 μm

Misure non convenzionali di polveri «sopra» la piana fiorentina

Massimo Del Guasta

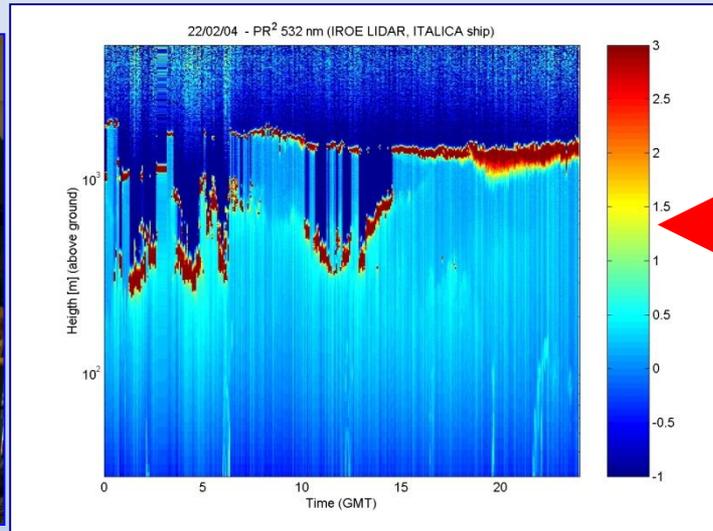
Istituto Nazionale Ottica INO CNR

<http://lidarmax.altervista.org>

massimo.delguasta@ino.it

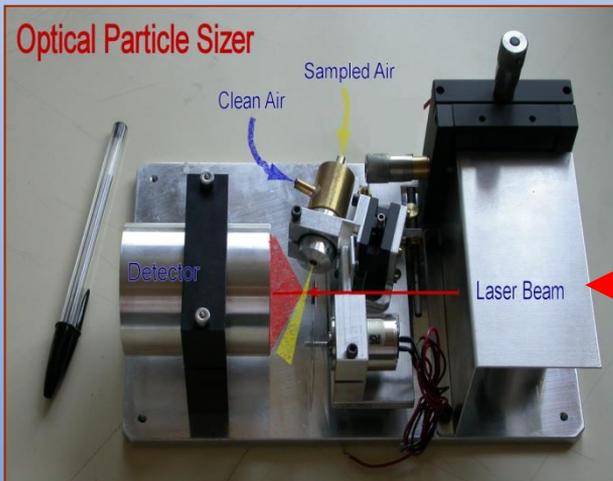


Di cosa mi occupo?



Sviluppo ed utilizzo di LIDAR (radar ottici) *automatici* per il monitoraggio di aerosol troposferici e nubi in Italia e in Antartide (Concordia Station)

Sviluppo sensori non convenzionali per POLVERI atmosferiche

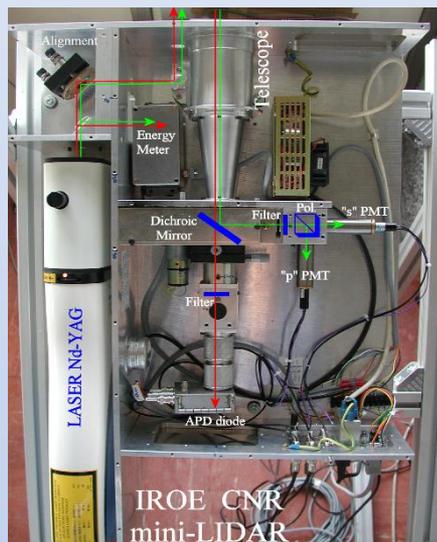
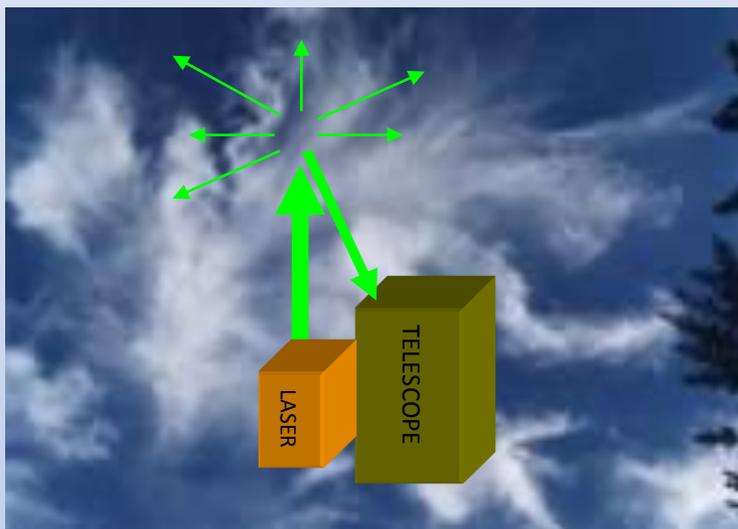


Sviluppo ed utilizzo di misuratori ottici *automatici* di aerosol, polveri sottili e precipitazione





LIDAR *automatico* CNR INO



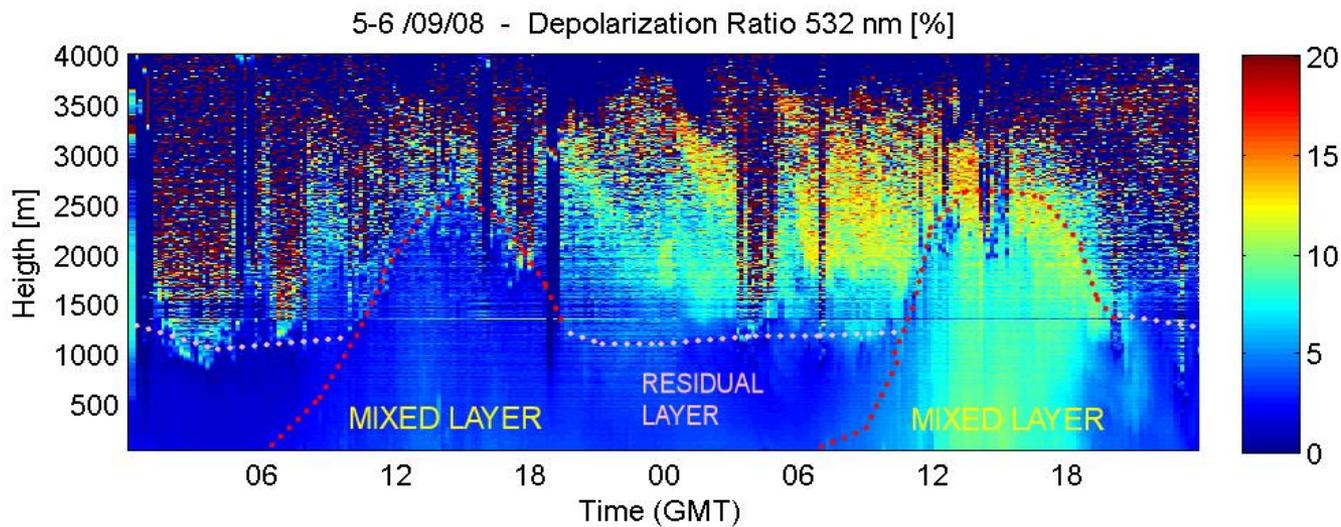
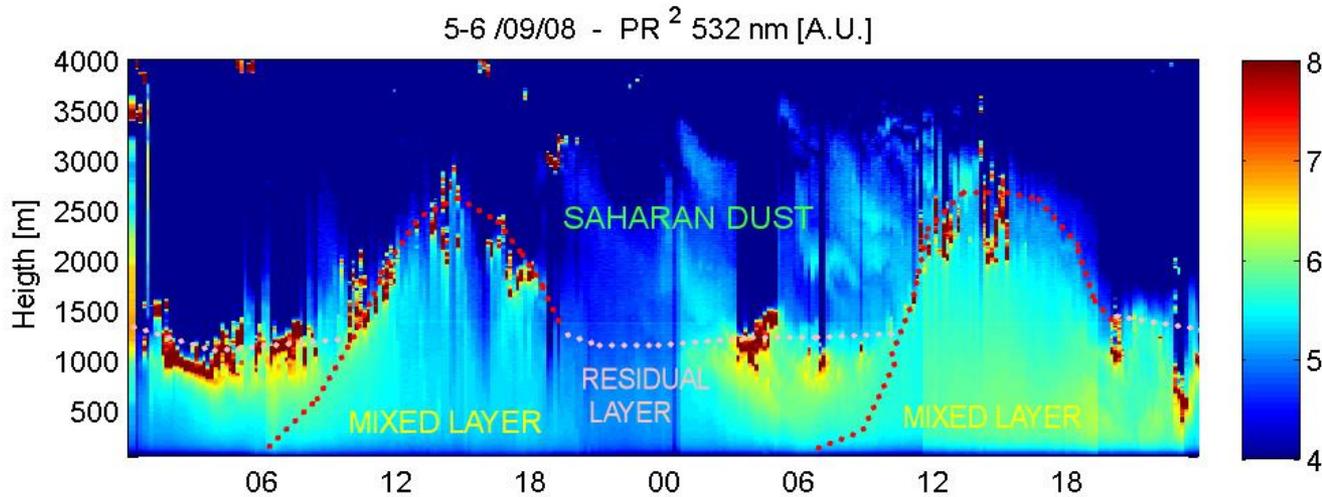
L'attività LIDAR atmosferico inizia nel 1987, orientata allo studio dell'aerosol vulcanico in stratosfera e dei fenomeni legati al «buco dell'ozono». Dal 2001 in poi un mini-lidar interamente sviluppato al CNR (IROE/IFAC/INO) è utilizzato, in diverse versioni, per il monitoraggio continuo di nubi e polveri della bassa troposfera, tra 30 e 14000 m a.g.

Nonostante le promesse iniziali, il LIDAR non è riuscito a sostituire le tecniche convenzionali per misure quantitative in atmosfera. Resta però l'unico strumento di remote sensing capace di dare una immagine immediata dell'evoluzione sopra di noi degli strati di polveri e nubi

<http://lidarmax.altervista.org/lidar/Lidaronline.php>



LIDAR e polveri Saharane sopra di noi



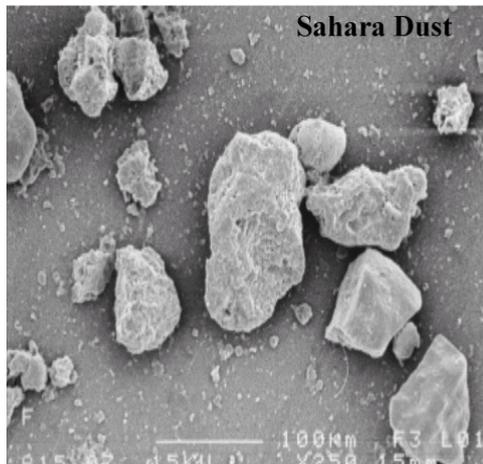
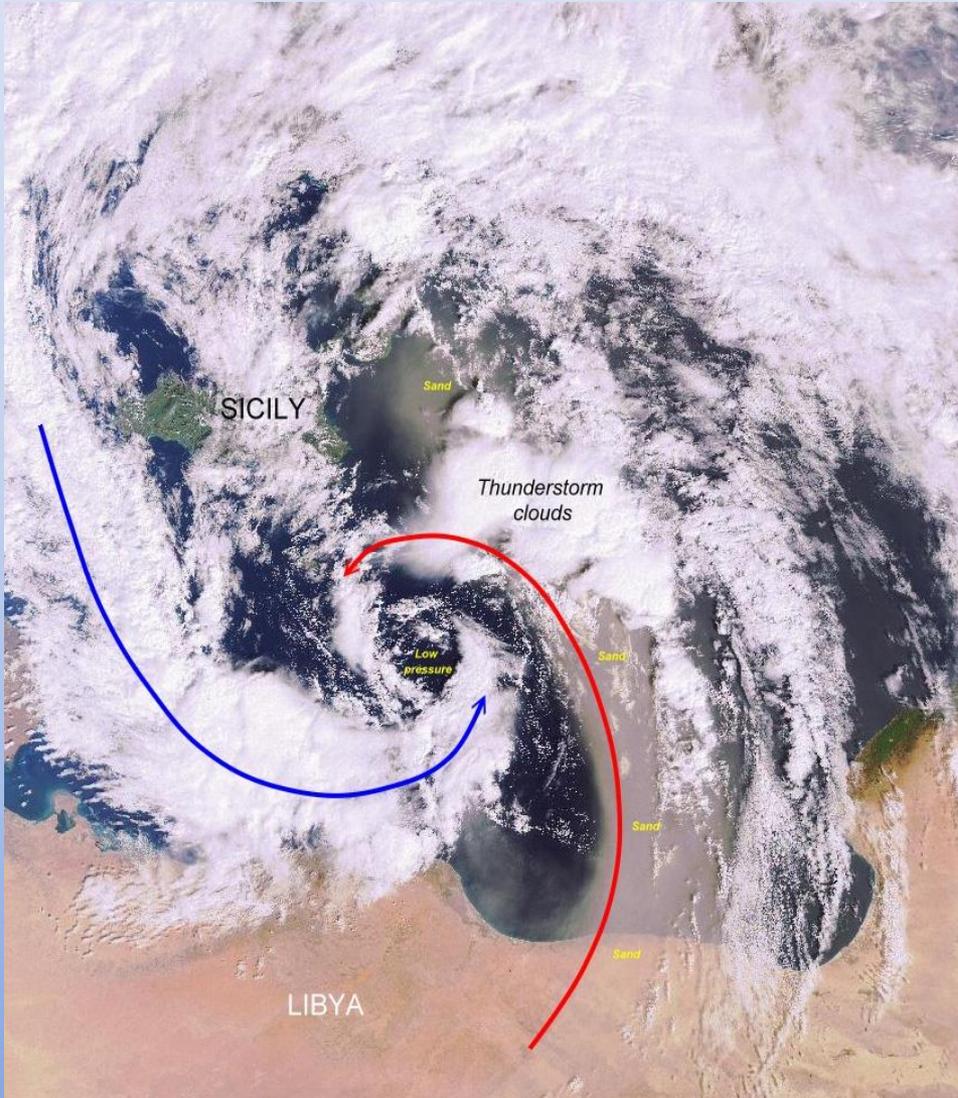
Il LIDAR permette di seguire gli strati di polveri solide, ad esempio sahariane, sulle 24 ore mostrando la polvere in base alla depolarizzazione della luce. Normalmente le nubi sahariane non raggiungono il suolo. Quando la convezione diurna raggiunge la nube si può avere deposizione secca, che spesso passa inosservata perchè non macchia l'auto...

«innocenti» Polveri Sahariane?

-Polveri Sahariane sono spesso presenti nella troposfera mediterranea, il loro arrivo e' generalmente legato all'approssimarsi di aree cicloniche con associati venti da sud

-La loro presenza e' evidente quando cadono con la pioggia sulle nostre auto....tuttavia la presenza di polveri in quota e' molto piu' comune (circa 30 giorni l'anno in Italia) ed e' rilevabile soltanto con strumenti di telerilevamento (Remote sensing).

....polveri naturali "innocenti"? SiO₂ è classificato come agente cancerogeno certo, quando respirato. Inoltre pesticidi vietati in UE sono stati individuati sulle polveri nordafricane...



Sahara Dust

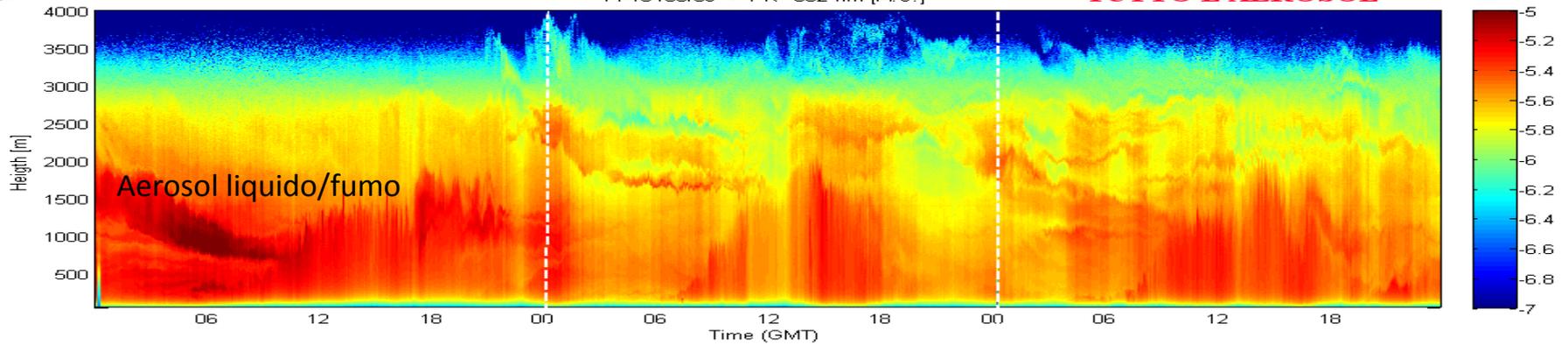
Dust Composition	
Sahara Dust, Fiume 1901-03-10	
Component	% Mass
Si O ₂	49.5
Al ₂ O ₃	12.1
Ca O	11.5
Fe ₂ O ₃	10
C O ₂	9
Mn ₃ O ₄	2
Mg O	0.4
Organics	5.5
Traces	0.2



...polveri che si sollevano a Sesto Fiorentino....

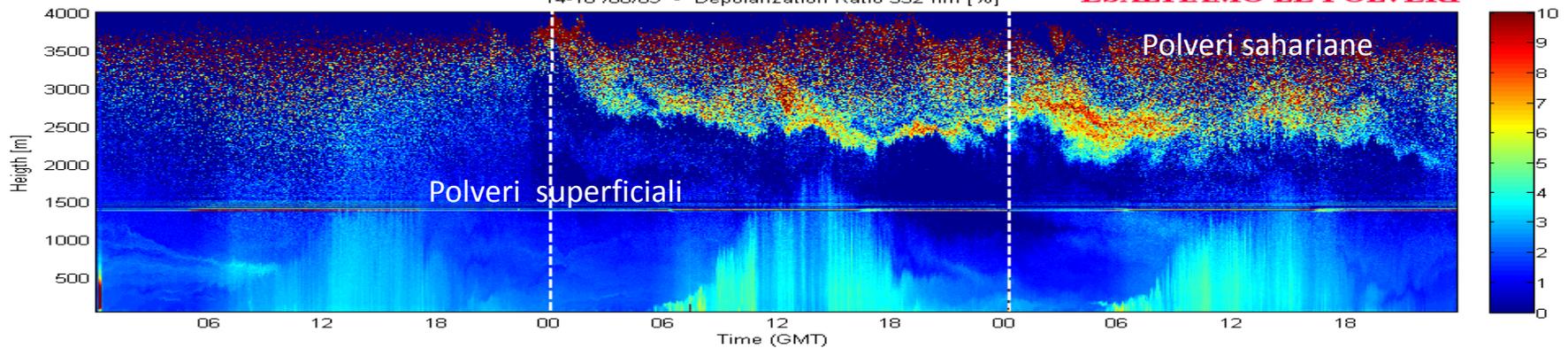
14-16 /06/09 - PR² 532 nm [A.U.]

TUTTO L'AEROSOL



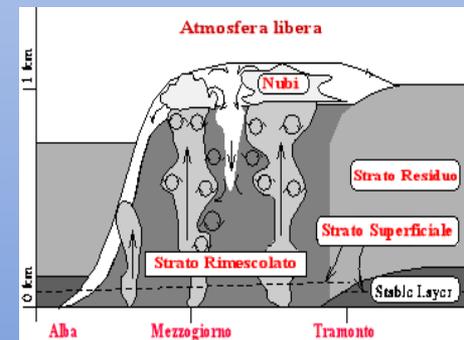
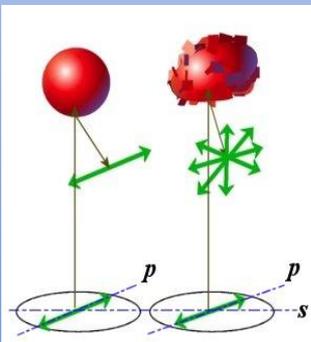
14-16 /06/09 - Depolarization Ratio 532 nm [%]

ESALTIAMO LE POLVERI

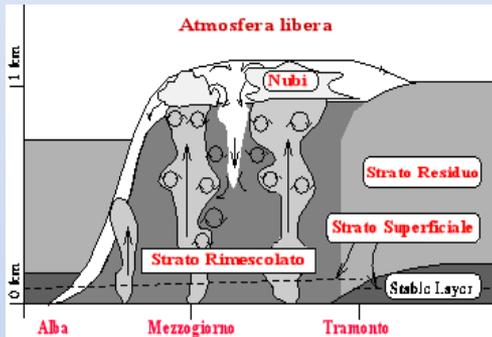


-Polveri sollevate dal suolo fino a 1000-1500 m, rivelate in diretta dalla depolarizzazione della luce laser (plot sotto)

-Una situazione " da manuale " come questa si verifica sulla piana soprattutto nel periodo estivo, in condizioni anticicloniche. L'altezza dello strato rimescolato (ML) puo' essere facilmente misurata con precisione di pochi metri. In altri giorni la situazione è spesso più caotica.

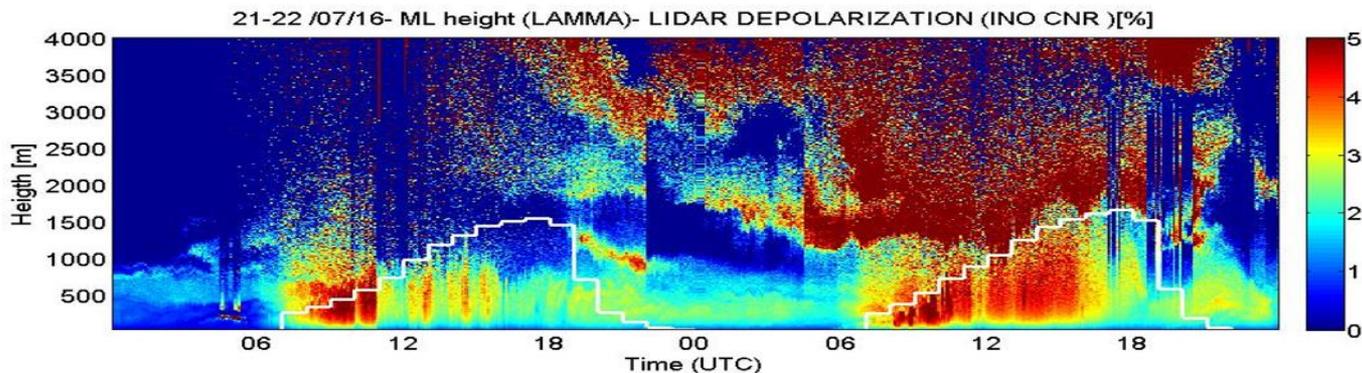
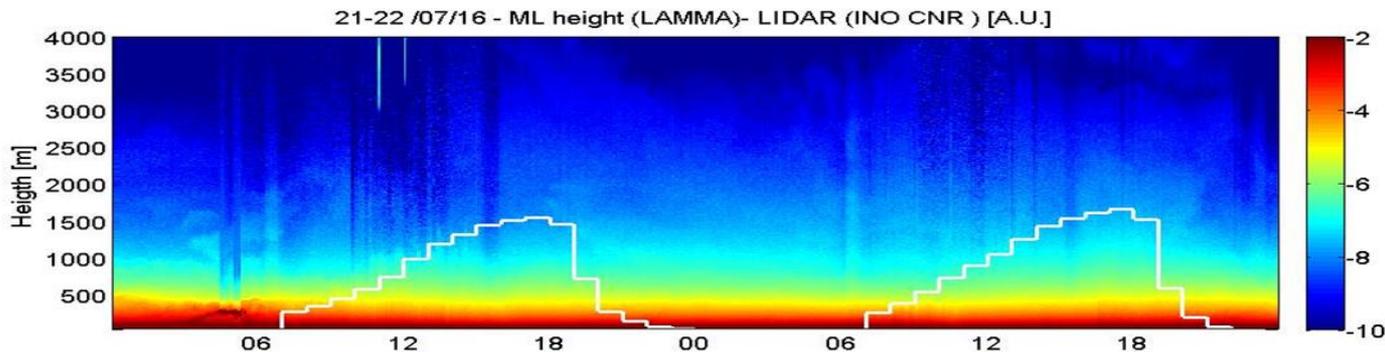


Lo strato rimescolato sulla piana fiorentina: tracciato dalle polveri nel LIDAR-INO e calcolato da LAMMA

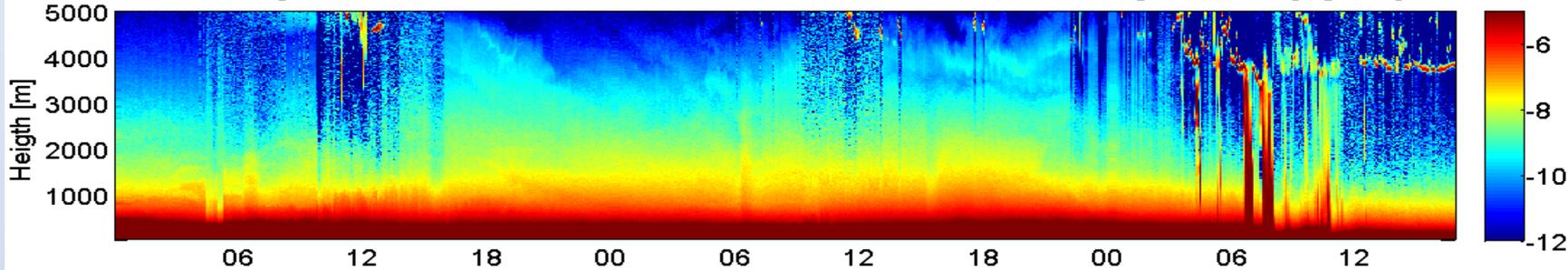


-In una collaborazione INO-CNR/LAMMA stiamo sovrapponendo in tempo reale ai dati LIDAR-INO le quote dello strato rimescolato (ML) calcolati da LAMMA sopra Sesto Fiorentino.

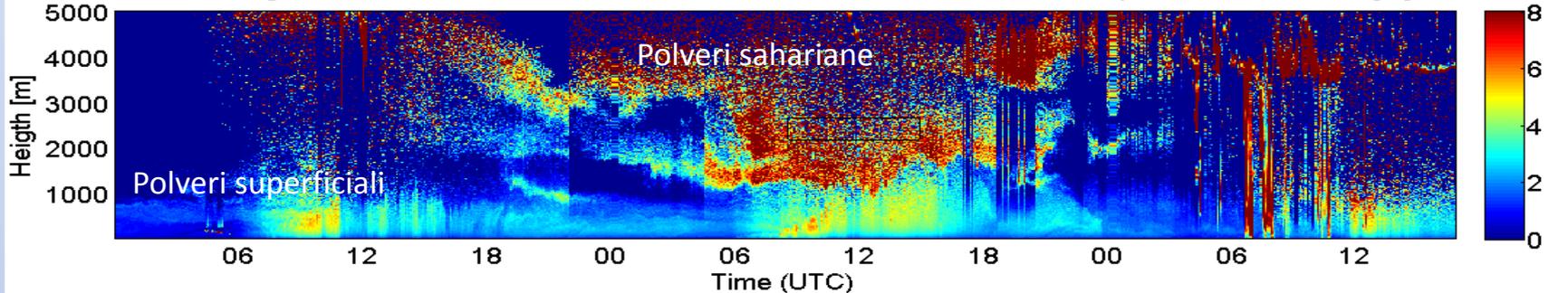
-Un altro passo per mettere in comune le informazioni (frammentarie) sull'atmosfera presenti al Polo scientifico



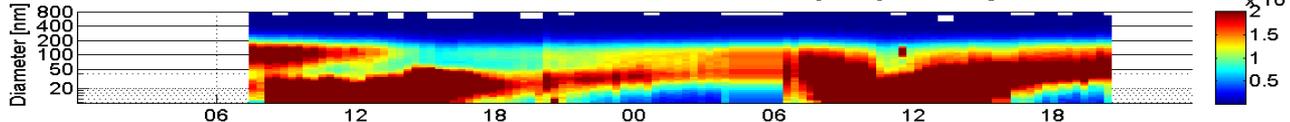
21-23 Luglio 2016 - Sesto Fiorentino - Saharan Dust Event - INO LIDAR Signal 532 nm [log A.U.]



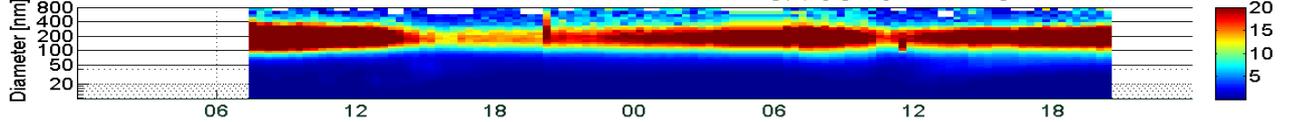
21-23 Luglio 2016 - Sesto Fiorentino - Saharan Dust Event - INO LIDAR Depolarization 532 nm [%]



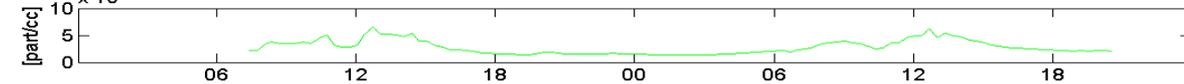
Sesto Fiorentino - INO CNR: DMA NanoAerosol Size Distr. [1/cm³] 21-23 Luglio 2016



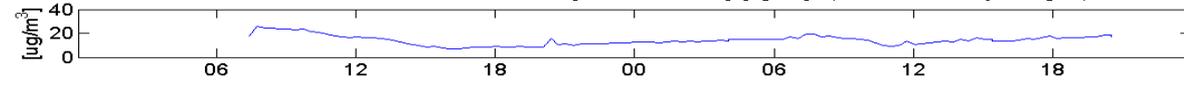
Sesto Fiorentino INO CNR: Aerosol Mass Distribution dM/dlog(D) [ug/m³] 21-23 Luglio 2016



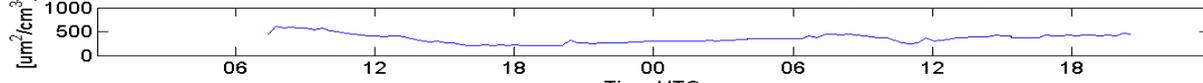
Sesto Fiorentino INO CNR: Total Number concentration 10nm-0.8 um [part/cc]



Sesto Fiorentino INO CNR: PM1 [D=10nm-0.8um] [ug/m³] - (assumed density=1.6 g/cc)



Sesto Fiorentino INO CNR: Total Aerosol Surface [D=20-800 nm] [um²/cm³]



**Unire il LIDAR a
misure in-situ di
polveri -
nanopolveri
..sempre in
automatico!**

Perche' misurare le polveri fini ??

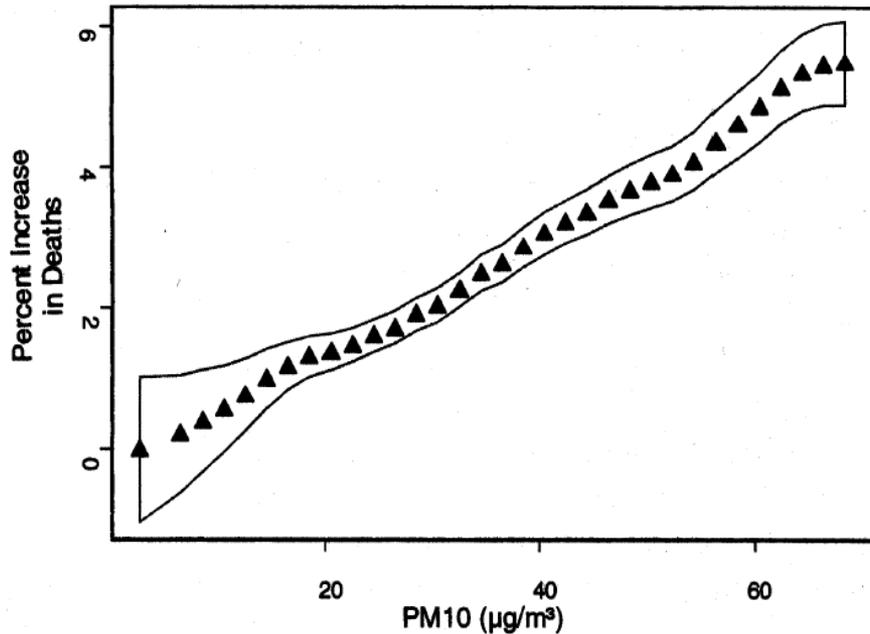
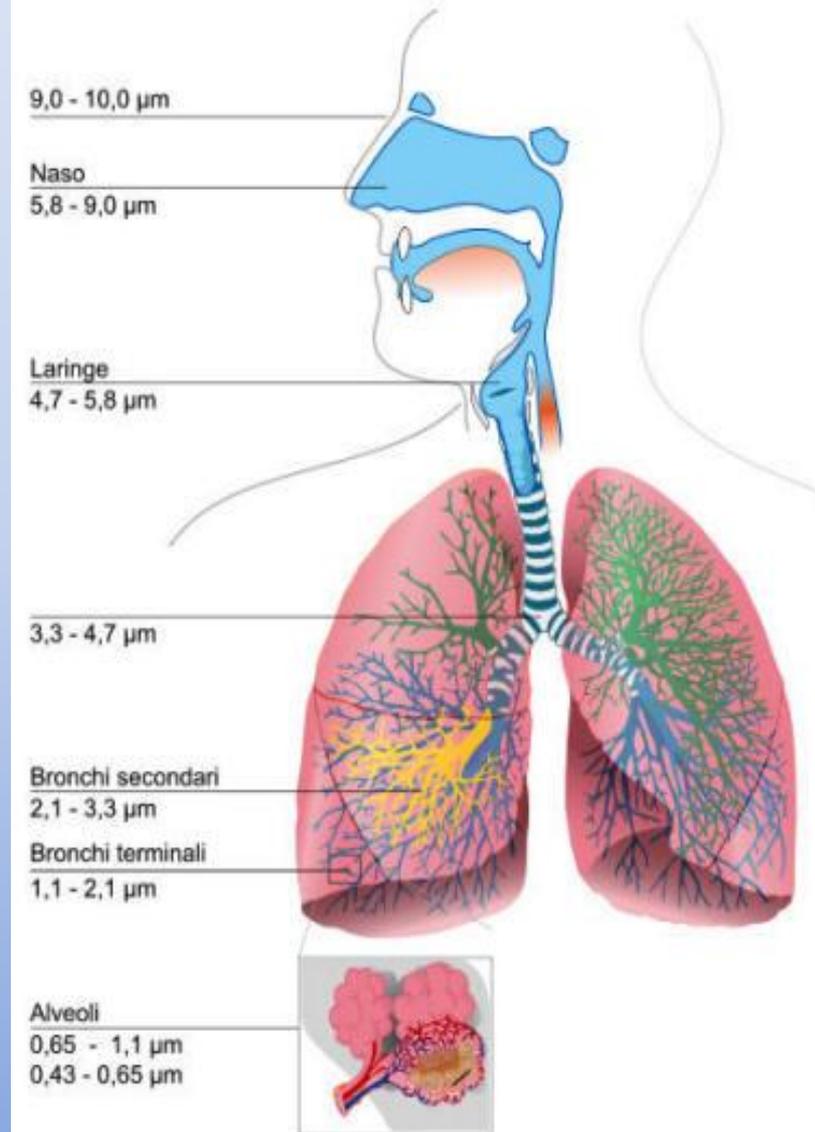


FIGURE 2. Dose response between PM_{10} and daily deaths in ten U.S. cities.

Schwartz and Zanobetti, 2000, p 670

PM10 è il «peso» di particelle di diametro < 10 µm sospese in 1 metro cubo di aria

PM2.5 è il «peso» di particelle di diametro < 2.5 µm sospese in 1 metro cubo di aria





Effetto infiammatorio delle polveri

-Raggiunti polmoni, le particelle vengono perlopiù «rimosse» da cellule «spazzine» che intanto generano sostanze di «allarme» scatenando uno stress «ossidativo» nelle cellule circostanti.

- Le cellule spazzine, morendo, rimuovono parte delle polveri più grossolane e vengono trasportate come muco fino a naso e bocca da cellule ciliate

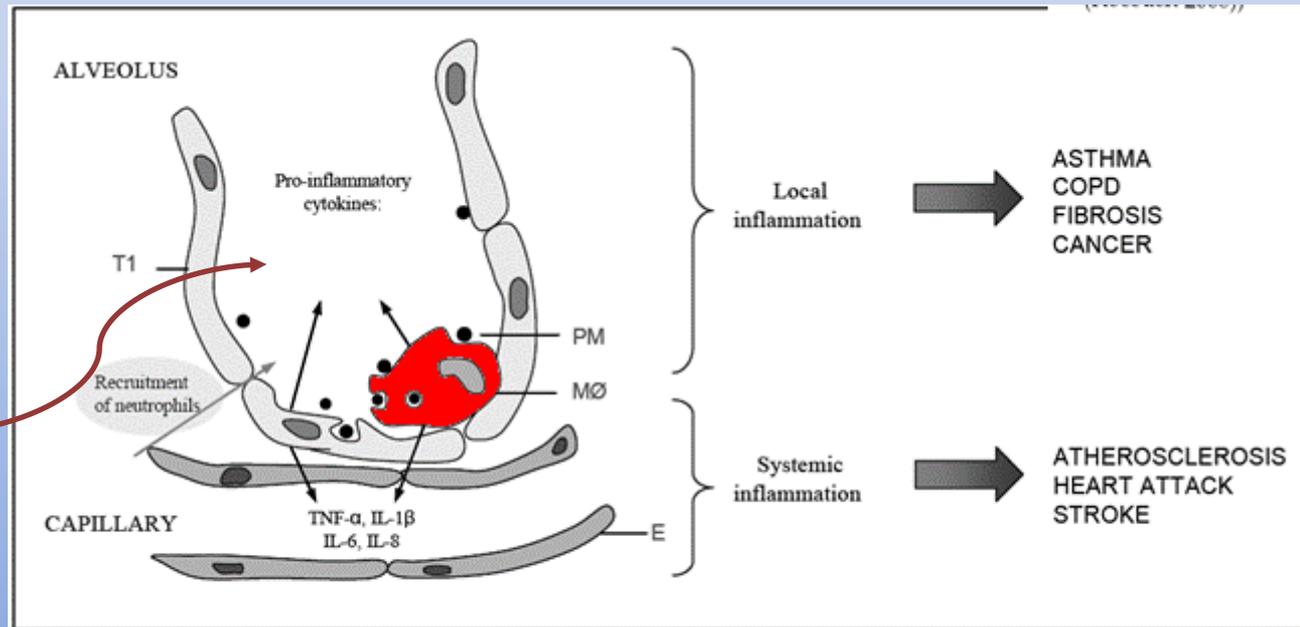
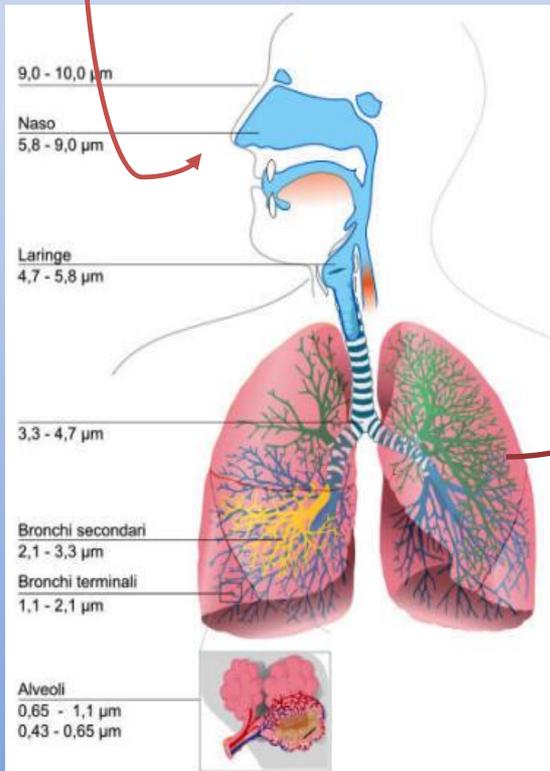
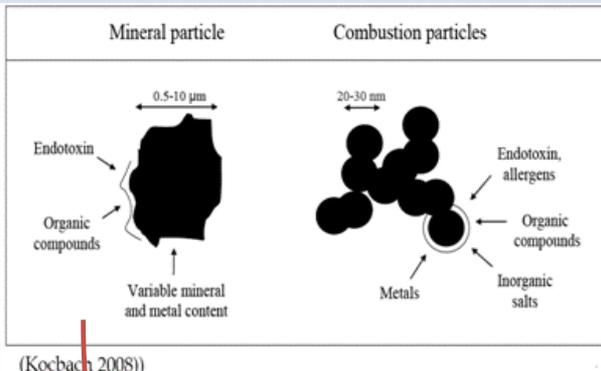


Fig. 1. Illustration of how particle-induced inflammation may affect pulmonary and cardiovascular diseases. T1 = Type 1 epithelial cell, MØ = macrophage, E = endothelial cell, PM = particulate matter (Figure from (Kocbach 2008))

piccolo non sempre e' buono...

- Le particelle piu' piccole ($D < 0.1 \mu\text{m}$, **nanopolveri**) possono raggiungere rapidamente i tessuti sfuggendo alla fagocitosi delle «cellule spazzino» e passando impunemente attraverso le membrane cellulari, polmonare ed encefalica
- veicolare o indurre la generazione di sostanze pericolose per la cellula. La composizione di queste particelle può quindi essere *critica*
- *Nonostante le nanoparticelle siano numerose, contribuiscono solo debolmente alla quantità «PMx» attualmente misurata per legge...*

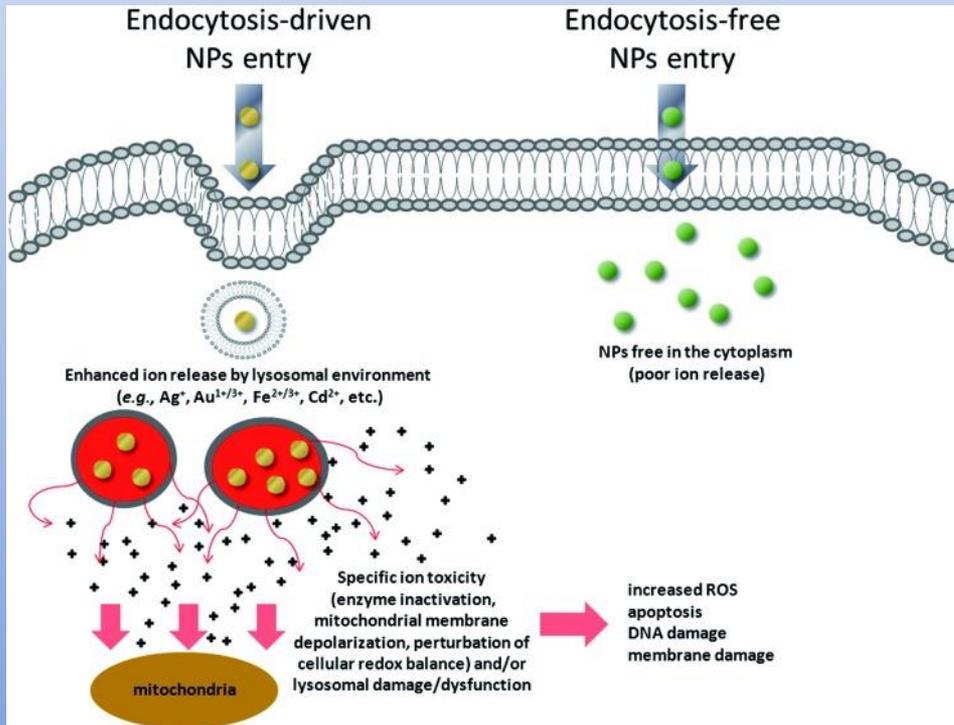


Figura 1 - Globuli rossi con particelle di Fe

....Dall'inflammation al tumore

- Polveri contenenti **metalli pesanti**, **quarzo**, **asbesto** e alcune **sostanze organiche** sono particolarmente attive nel promuovere la generazione di ROS «**radicali liberi**» una volta entrati in contatto delle cellule.
- I ROS possono **danneggiare** in vari modi il **DNA** e inibirne la **autoriparazione** fino a generare cellule mutate (mutagenesi). Le cellule «indebolite» dai ROS possono infine sfuggire alla distruzione e trasformarsi in cellule **tumorali** (carcinogenesi)
- Anche l'esposizione a **PM privo di particolari elementi cancerogeni** genera una reazione infiammatoria cronica, con generazione da parte delle cellule degli stessi radicali liberi. Per questo **qualunque tipo di polveri fini** è comunque in grado di aumentare l'incidenza di tumori



Figura 3 - Adenocarcinoma con microparticella di Zirconio da 50 micron.

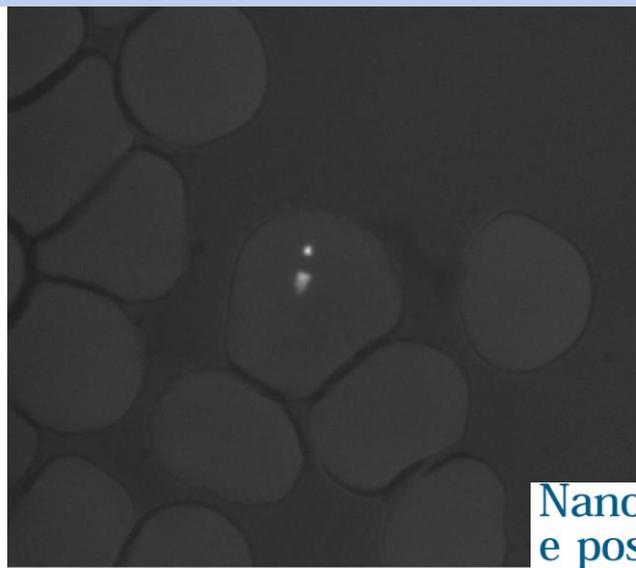


Figura 1 - Globuli rossi con particelle di Fe

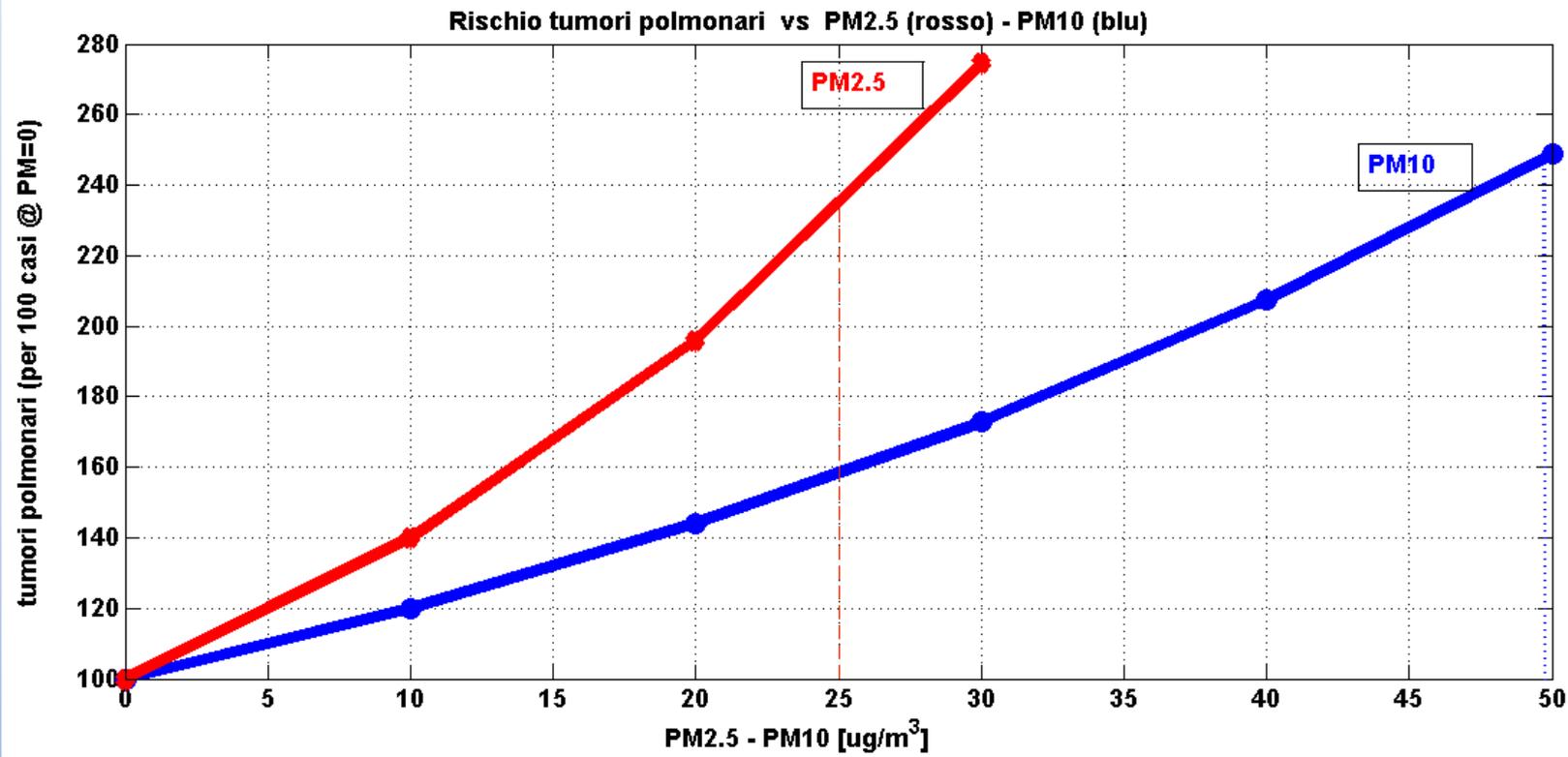
Nanopatologie: cause ambientali e possibilità di indagine

Stefano Montanari*, Antonietta M. Gatti**

* Nanodiagnosics, Via E. Fermi 1/L, 41057 San Vito (Modena)

** Laboratorio di Biomateriali, Università di Modena e Reggio Emilia

risultati UE sulle polveri : tumori polmonari



Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol.* 2013; [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70279-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70279-1)

- La relazione è ancora più ripida se si considerano i soli adenocarcinomi, che non hanno relazione col fumo di sigaretta
- Il PM considerato è quello urbano, ovvero un **cocktail** di numerose componenti



Cosa prevede la normativa UE?

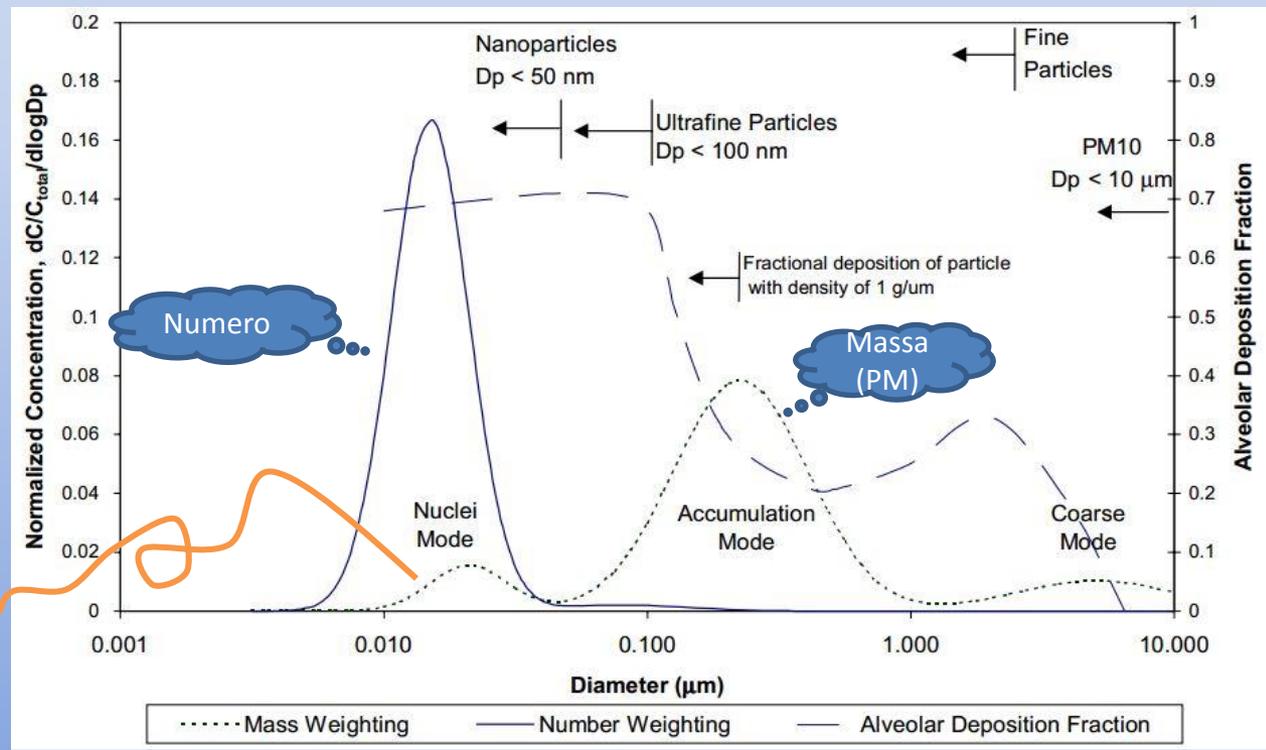
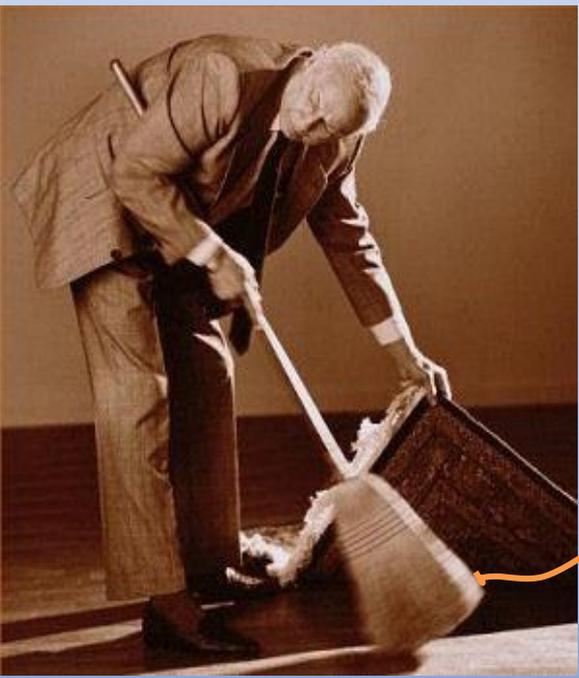
- La normativa impone limiti di concentrazione di MASSA (PMx)
- PM10 (50 ug/m³ su media giornaliera)
- PM2.5 (25 ug/m³ su media giornaliera)
- Tuttavia non esiste una soglia sotto la quale l'aria e' «Pulita»: la mortalità cresce linearmente con la concentrazione di PM2.5
- **Produrre particelle più piccole rendendo efficiente la combustione (ed eliminando gran parte dei composti organici) riduce la MASSA emessa, ma non il potenziale danno biologico, legato invece alla SUPERFICIE delle polveri, che comunque veicola sostanze organiche e inorganiche.
.....Così..**



...le nanopolveri finiscono sotto il tappeto...

- La misura di PMx, per quanto «tradizionale», è **anacronistica**
- Per ridurre le emissioni di PMx si migliora la combustione producendo nanopolveri che.. voila' non compaiono nella misura di massa del PMx!

...Finite sotto il tappeto!



Emissione di un Diesel moderno (<https://www.dieselnet.com>)



Quattro anni di nanopolveri al CNR di Sesto Fiorentino

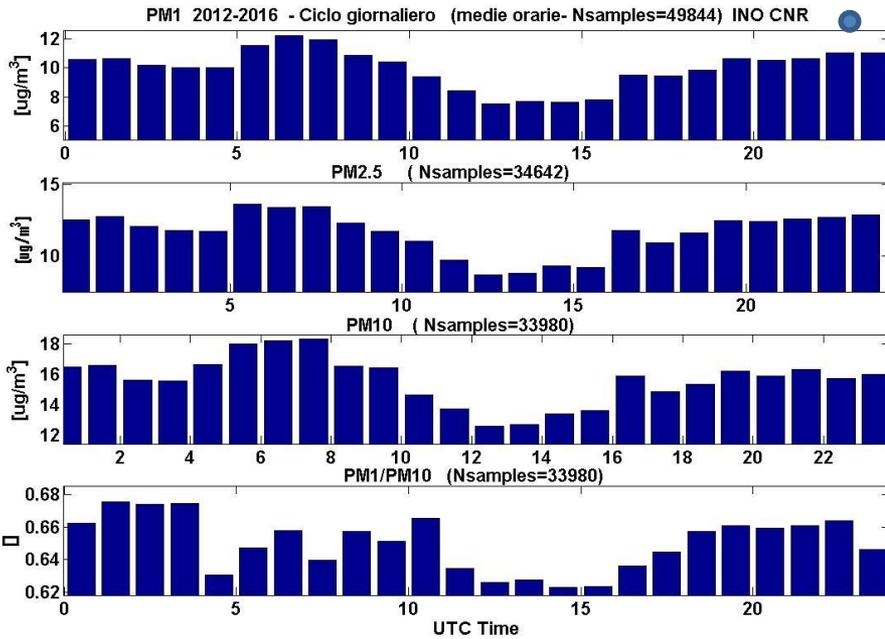
- Mediante la combinazione di due strumenti (SMPS e OPC109 Grimm) usati in automatico raccolgo dal 2010 ogni 5 minuti, con discreta continuità, le concentrazioni di polveri risolte in diametro tra 10nm a 20 μm
- Una serie storica UNICA



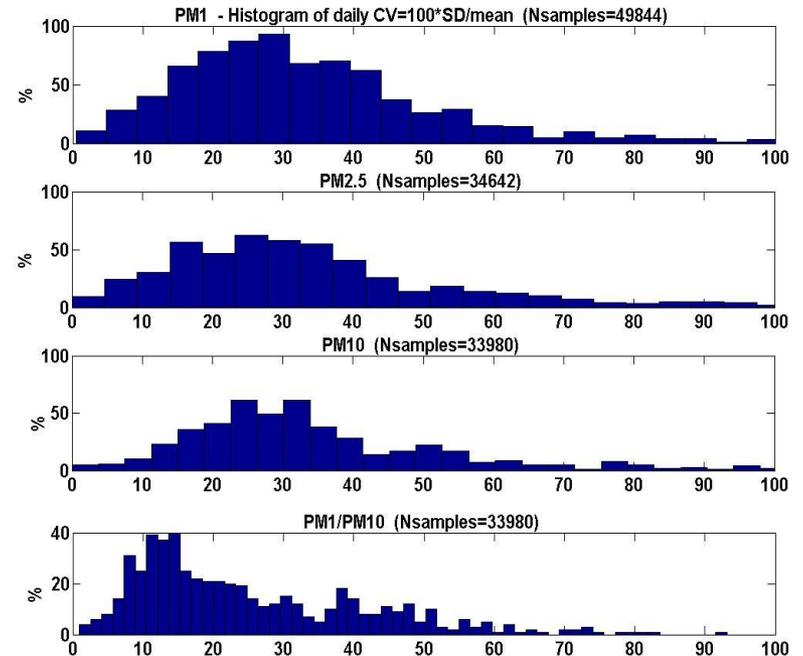
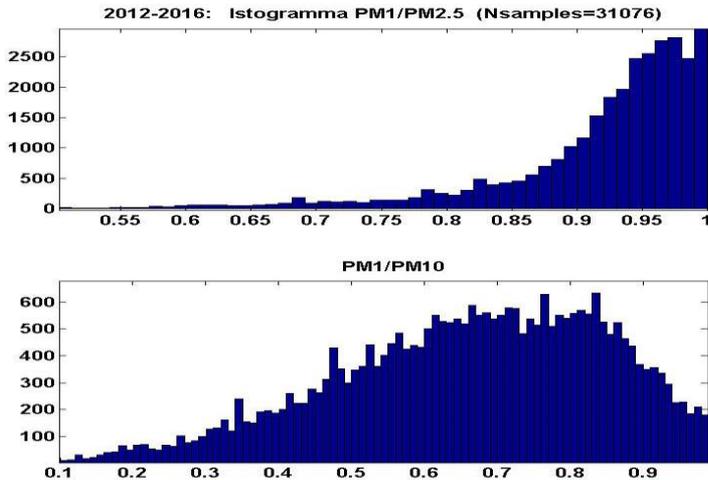
- I dati del giorno sono disponibili online:
- http://lidarmax.altervista.org/lidar/_Polveri%20Sottili.php



Quattro anni di PMx al CNR di Sesto Fiorentino

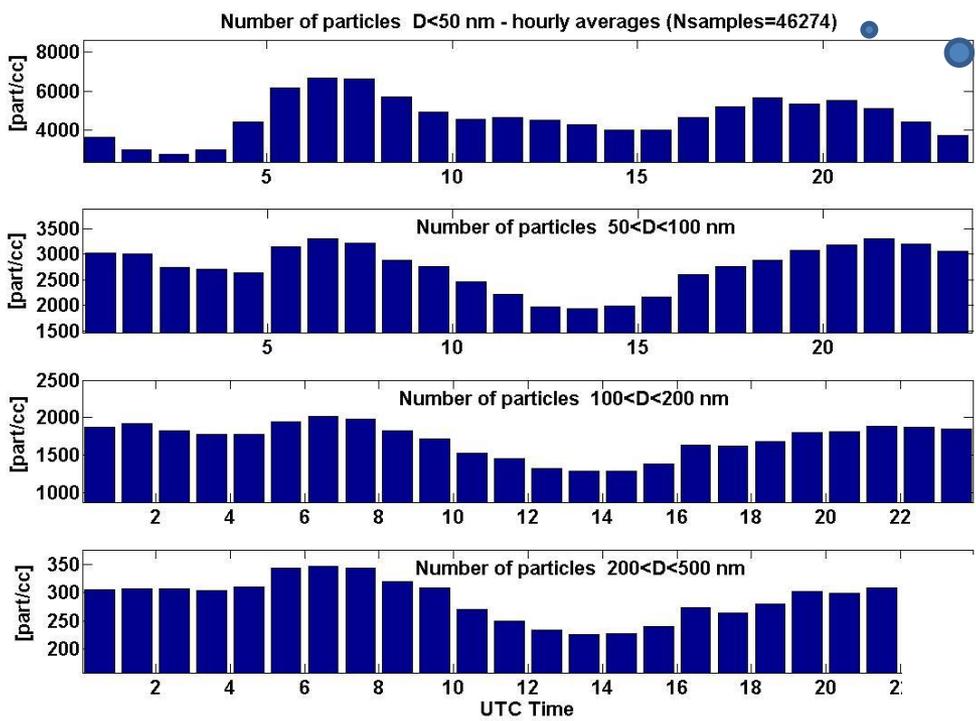


notare il numero delle misure...



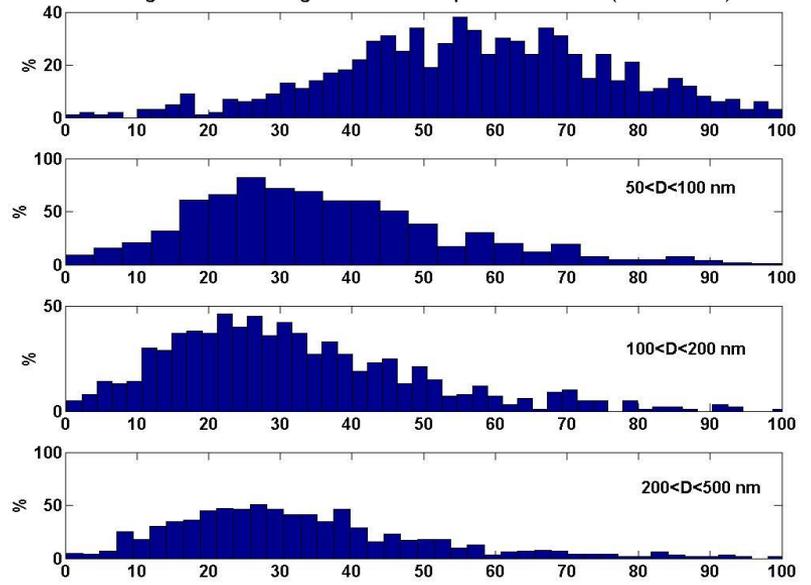


Quattro anni di concentrazioni (numeriche) di nanopolveri



notare il numero delle misure

2012-2016: Istogramma variabilità' giornaliera numero particelle D<50 nm (100*SD/mean, Ns=49844)



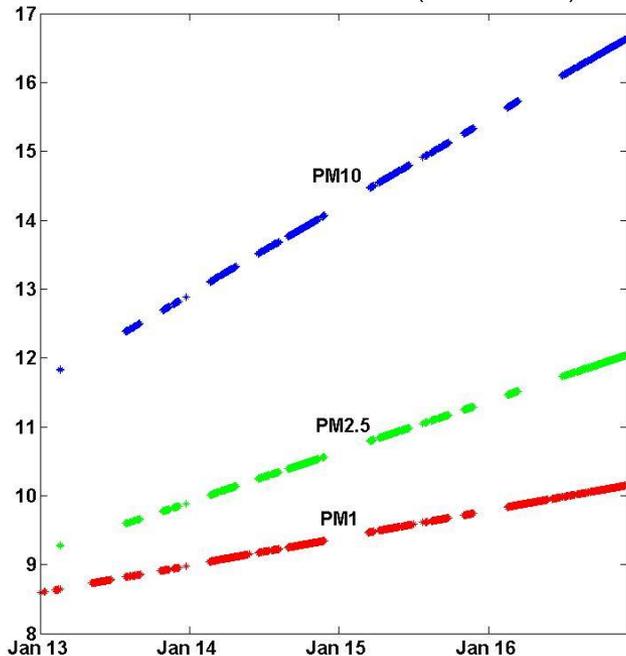


Trend nel tempo al CNR (prendere con cautela!)

Mentre PMx sembra aumentato di poche unità, le concentrazioni numeriche di nanopolveri da combustione appaiono circa raddoppiate:

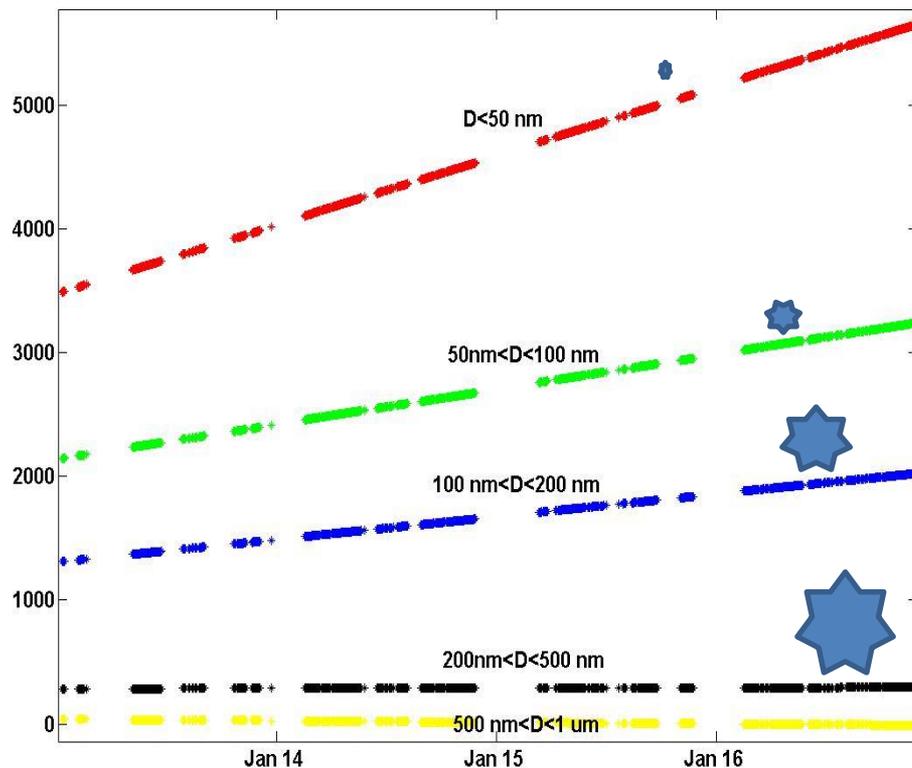
Sono finite sotto il tappeto!

2012-2016 Trend PMx - INO CNR (misure in colore)



I tratti colorati indicano i periodi in cui sono presenti le misure. Il trend va preso con cautela nonostante il grande numero di misure a causa della variabilità elevata delle concentrazioni !

2012-2016 Trend Concentrazioni numeriche nelle diverse classi dimensionali (fit su 46240 misure)





Strumenti di misura PM2.5 Low-Cost?

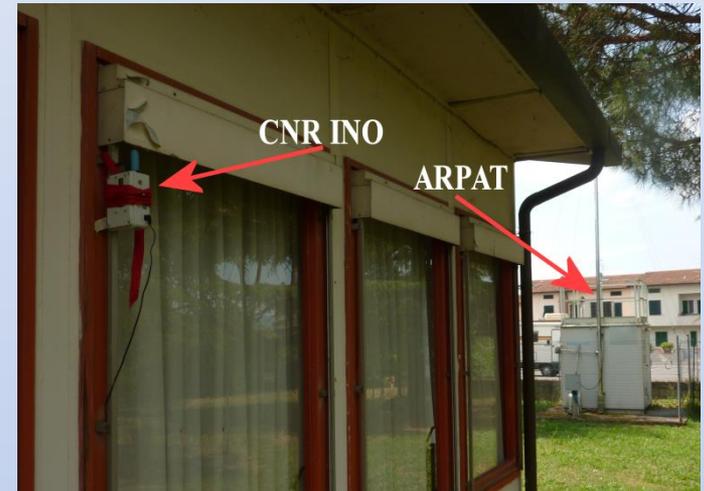
- Le misure di legge prevedono la media giornaliera di PM_x: si perde il dettaglio dei picchi di concentrazione (e la loro origine...)
- Gli strumenti «di legge» sono costosi (>~10.000Euro) e difficilmente accessibili ai non addetti ai lavori
- La carenza cronica di strumentazione crea l'alibi per non monitorare o farlo solo per brevi campagne
- Da qui l'idea di strumenti meno precisi, Low-Cost (~100€) coi quali realizzare piccole reti «ad-hoc» attorno ad aree critiche
- Gli strumenti Low-Cost richiedono una calibrazione individuale con strumentazione di riferimento per via della imprecisione originale dei sensori e non forniscono dati certificati



L'esperienza

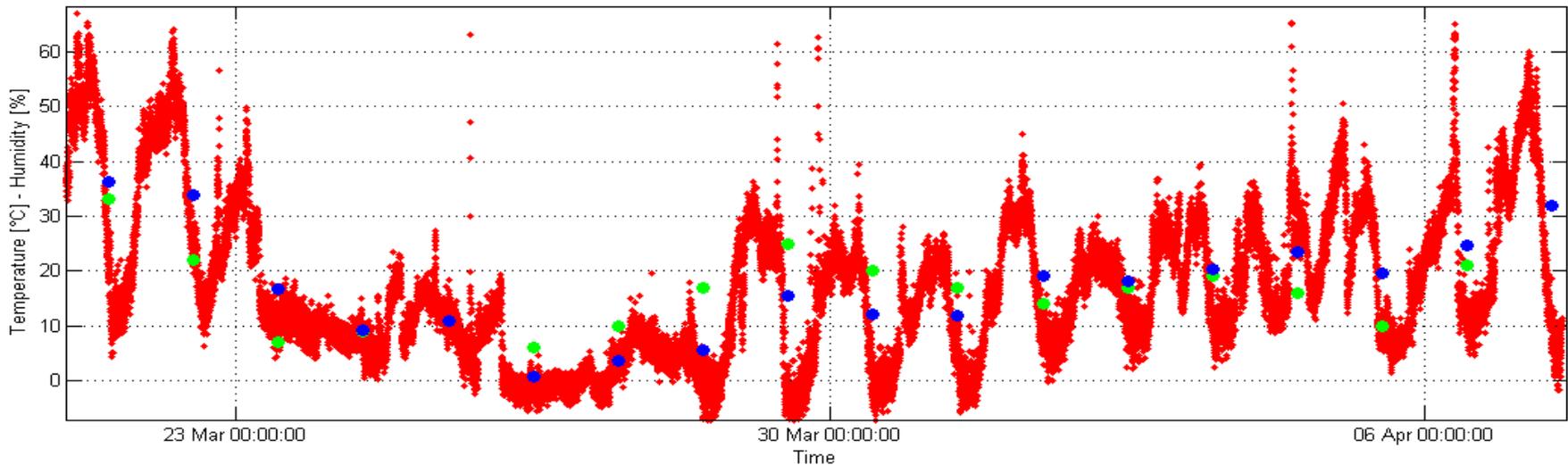


I primi prototipi INO sono stati creati nel 2013, sperimentati in collaborazione con ARPAT a Montale (PO), e con CEFOP a Temuco (Cile) nel 2014. Attualmente è pronta la versione 3.0, provvista di GPS-GSM, anemometria e alimentazione solare



Montale (PO)

Montale (PT) ARPAT station (Green) - March 2014 - SHARP DEVICE #2 (Blue)



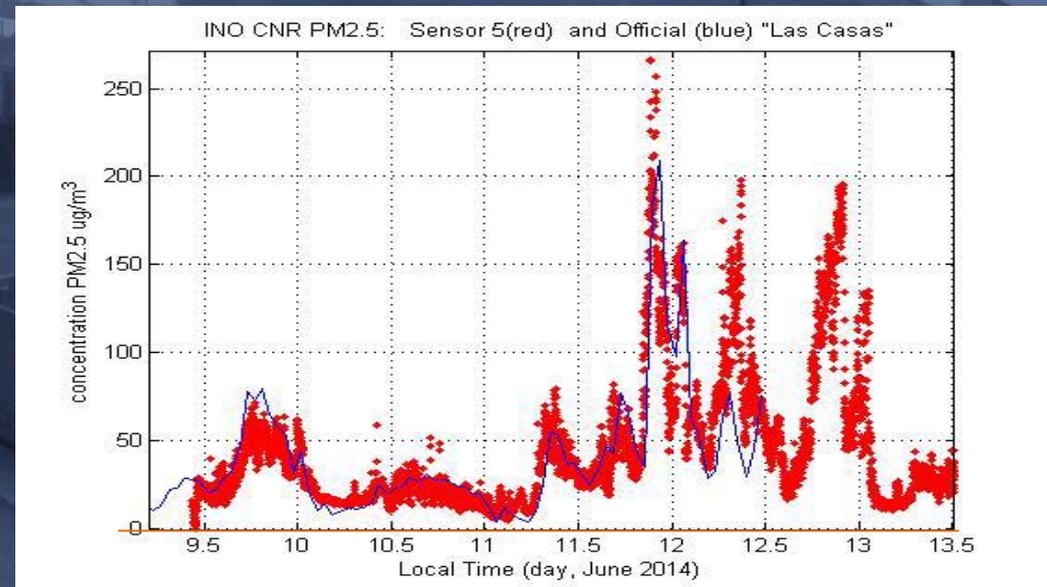
Misure PM2.5 del prototipo (rosso) mediate sulle 24 ore (blu) nel confronto con ARPAT (verde)



Sperimentazione a Temuco (Cile) 2014



- Molte città cilene usano la legna come combustibile invernale
- Le concentrazioni di polveri ed i problemi della salute sono drammatici



Aerosol and Air Quality Research, 15: 306–318, 2015
Short Term Health Effects of Particulate Matter: A Comparison between Wood Smoke and Multi-Source Polluted Urban Areas in Chile
Luis Díaz-Robles, Samuel Cortés, Alberto Vergara-Fernández, Juan Carlos Ortega

Confronto centralina (blu) – prototipo (rosso)

I dispositivi low-cost CNR INO per PM2.5

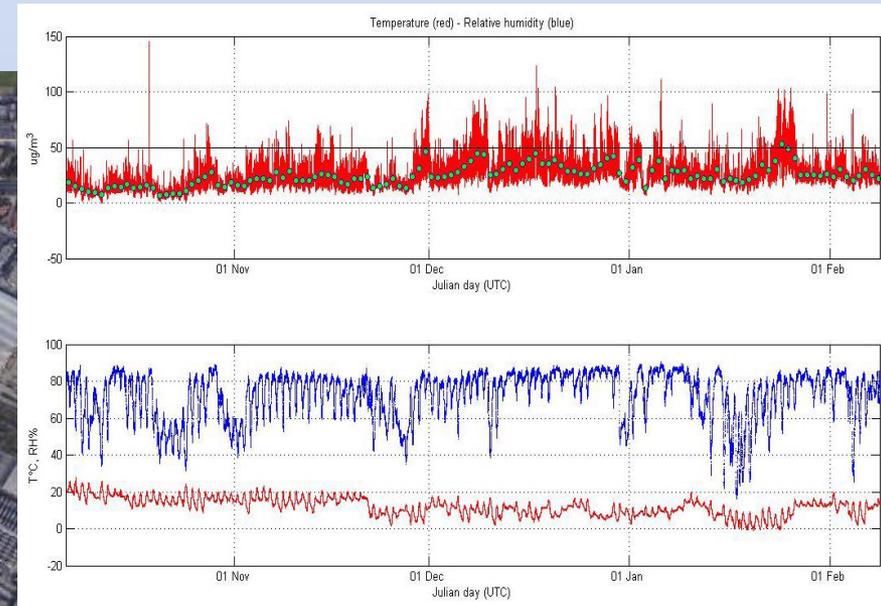
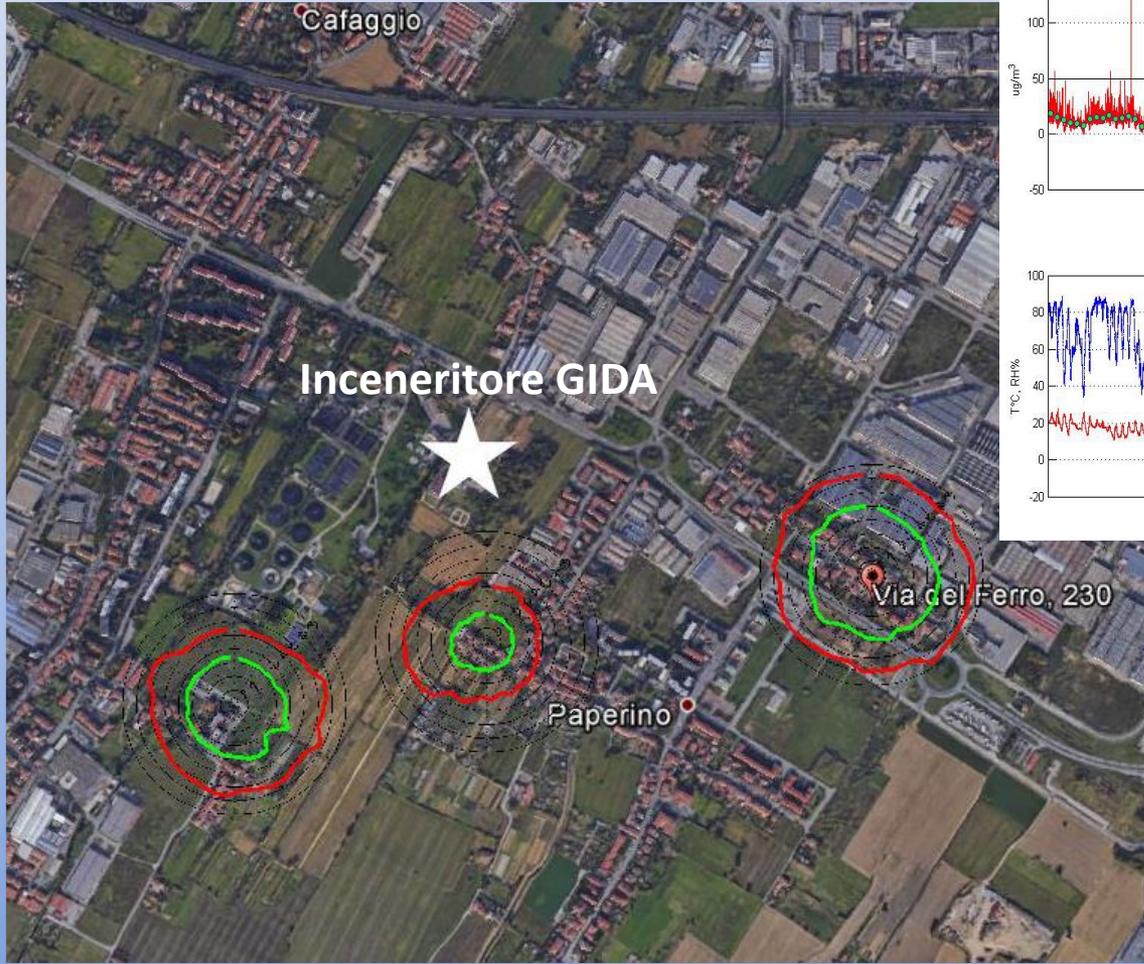


- dispositivi low cost (<200 Euro)
- calibrati individualmente in PM2.5.
- già' realizzati e tarati 20 prototipi (versione 3.0)
- Invio dati in tempo reale via GPRS con possibile alimentazione solare.
- La misura della direzione di arrivo del PM2.5 li rende utili, in piccola rete, a «sgamare» il contributo di una sorgente (es. inceneritore) rispetto al background locale



Sperimentazione a Prato 2015-2016

- Misurare con strumenti RAPIDI ed ECONOMICI le polveri e la loro direzione di provenienza su tempi dell'ordine del mese consente di valutare il contributo di una sorgente (es. inceneritore) rispetto al «fondo» locale evitando indagini più costose.



- Le curve circolari verdi rappresentano i valori medi di PM2.5 per le diverse direzioni del vento.
- Le curve rosse il 95° percentile (picchi).
- In questo caso il contributo dell'inceneritore al PM2.5 appare trascurabile

FINE !

Nubi & Polveri di Sesto F.no

...Online su Internet!

<http://lidarmax.altervista.org>

