



L'INFLUENZA DELLA METEOROLOGIA SULLA



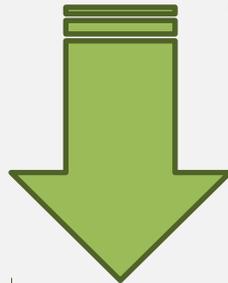
DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA

Tiziana Magri – ARPA Valle d'Aosta – Sezione Aria e Atmosfera

L'INFLUENZA DELLA METEOROLOGIA SULLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA

A parità di inquinanti emessi e di modalità di emissione, la distribuzione delle concentrazioni di inquinanti al suolo è la più varia, perché gli inquinanti in aria:

- vengono trasportati dal moto medio delle masse d'aria
- vengono diffusi dalla turbolenza della parte bassa della troposfera
- subiscono processi di deposizione secca ed umida
- reagiscono chimicamente in aria



ruolo fondamentale della meteorologia



STRUMENTI E METODI

... misurazioni

Strumenti meteorologici

Strumenti per la misura di concentrazione di inquinanti in aria

Contatore ottico di particelle

Lidar ceilometer



.... analisi dati

Microsoft Excel

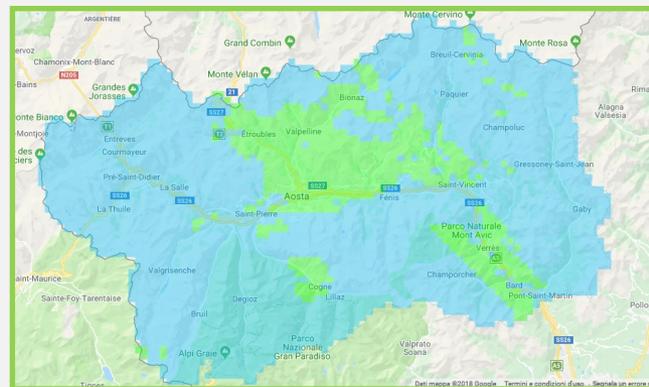


R, a free software environment for statistical computing and graphics. It is a GNU project, developed at Bell Laboratories. R provides a wide variety of statistical and graphical techniques, and is highly extensible

OpenAir, an R package developed for the purpose of analysing air quality data — or more generally atmospheric composition data.

..... simulazioni matematiche

CTM model



MISURA DELLE VARIABILI METEOROLOGICHE

- Temperatura
- Umidità relativa
- Vento (velocità e direzione)
- Precipitazione
- Radiazione totale
- Durata dell'insolazione
- Pressione atmosferica



Stazione di Aosta Mont Fleury - suburbana



Stazione di Aosta Piazza Plouves - urbana

MISURA DI CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI IN ARIA



*Analizzatori e campionatori a rack
all'interno di un stazione*

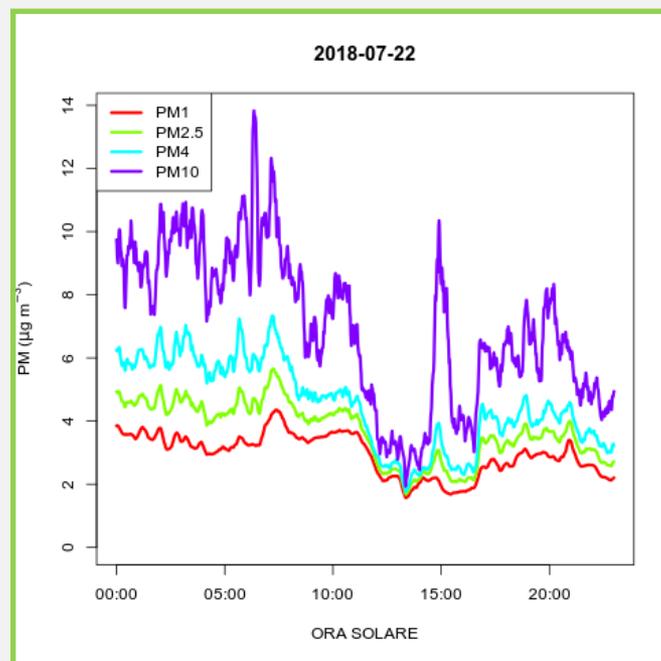
- Particolato PM10 e PM2,5
- Ossidi di azoto
- Ozono
- Metalli pesanti su PM10
- B(a)P ed altri IPA su PM10
- Monossido di carbonio
- Biossido di zolfo
- Benzene
- EC/OC su PM10
- Ioni su PM10



Campionatore di particolato

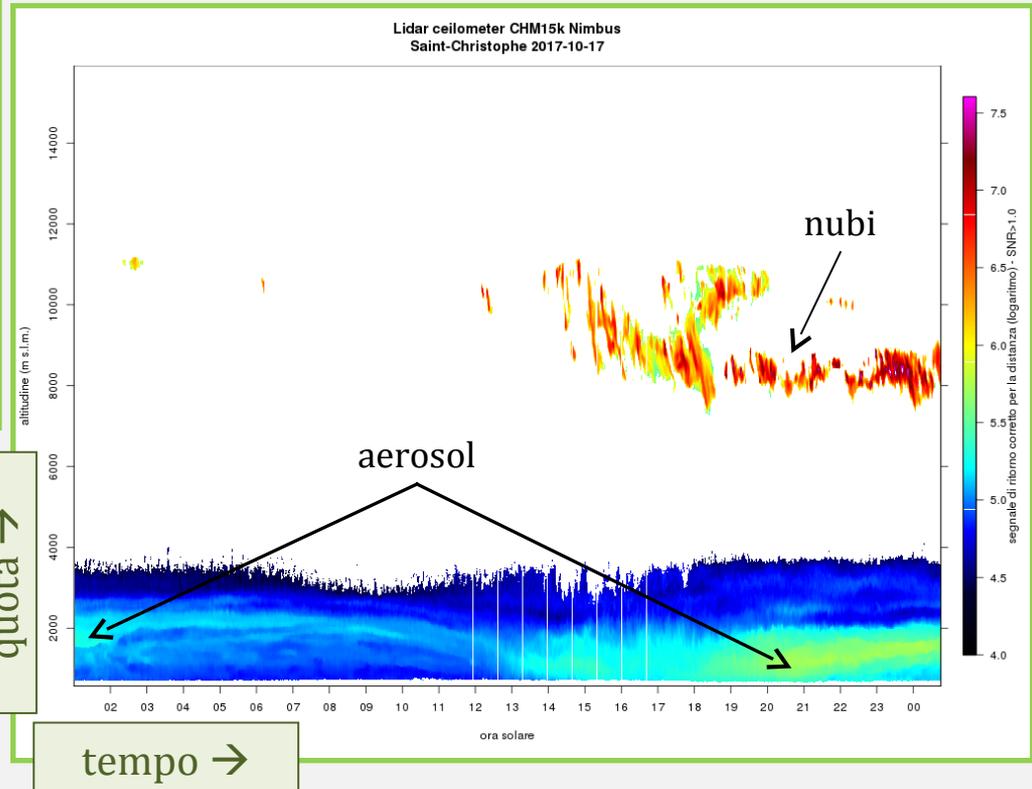
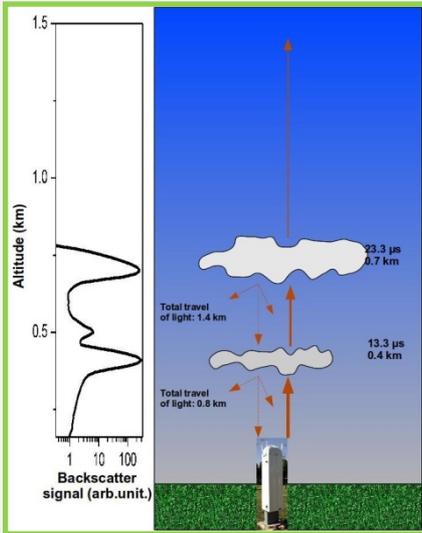
CONTATORE OTTICO DI PARTICELLE PALAS FIDAS

- Alle differenti granulometrie corrispondono diverse sorgenti e soprattutto diverse proprietà chimico-fisiche cui sono associati determinati livelli di rischio sanitario. Le frazioni più fini sono provenienti principalmente da processi di combustione e risultano in generale più nocive per l'uomo.
- Optical Aerosol Spectrometer: utilizzano la spettrometria ottica che permette di determinare il numero e la dimensione delle particelle utilizzando l'analisi della luce diffusa dalle singole particelle:
 - Il numero di particelle viene misurato in base al numero di impulsi di luce diffusa.
 - Il diametro della particella viene determinato in funzione dell'ampiezza dell'impulso della luce,
- In particolare, il PALAS FIDAS consente di misurare da 0.18 a 18 μm e fornisce la concentrazione in massa per PM1, PM2.5, PM4, PM10 (certificazione di equivalenza con i metodi ufficiali)



LIDAR ceilometer Lufft CHM-15k

Proietta un fascio laser a impulsi verso l'alto nell'IR (a $1.064 \mu\text{m}$) fino a 15 km di quota; viene misurata l'intensità della retrodiffusione in funzione del tempo trascorso. Il lidar permette di «vedere» nubi e aerosol.



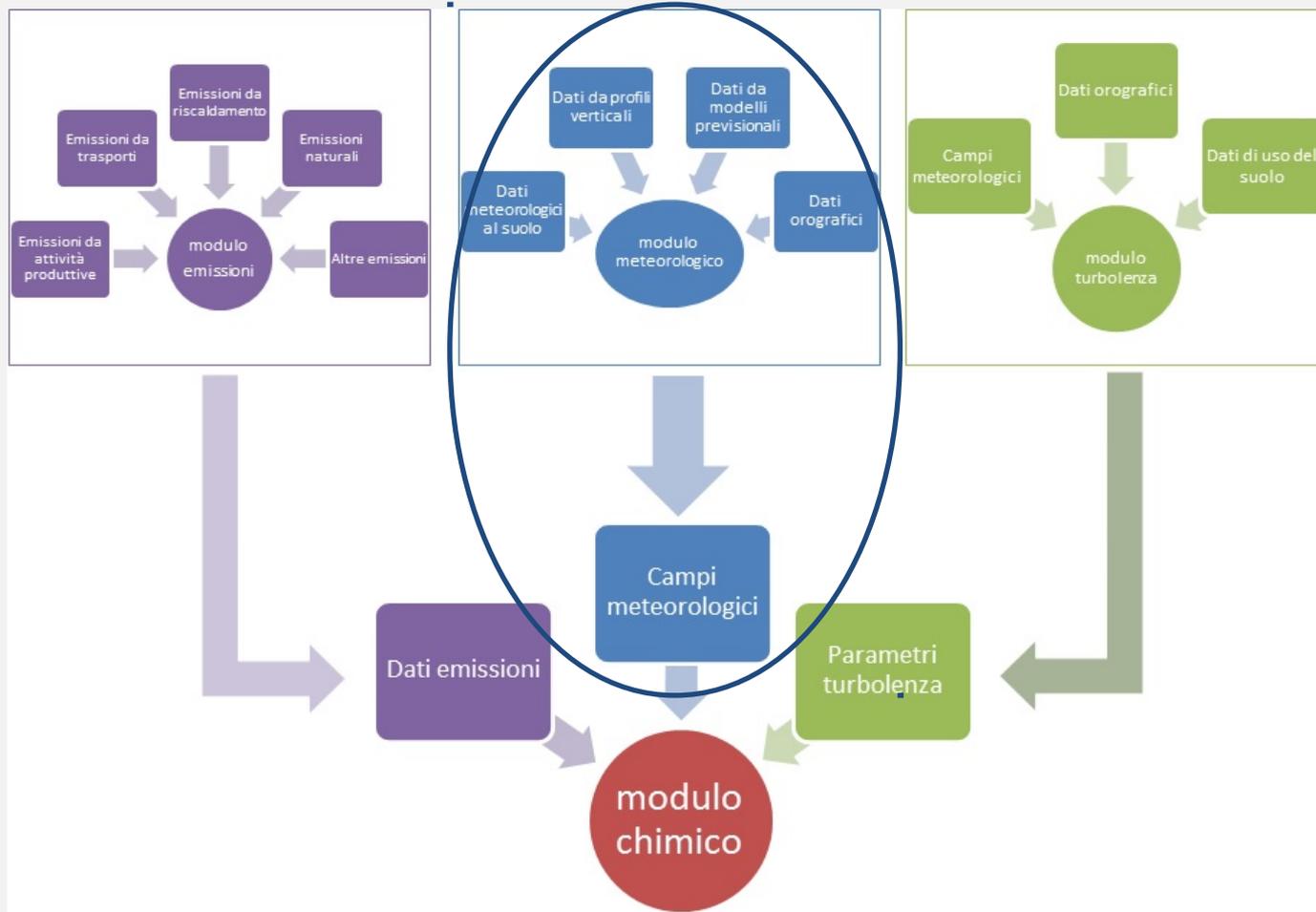
MODELLI DI DISPERSIONE

I modelli matematici che simulano il comportamento degli inquinanti in atmosfera sono strumenti molto complessi in quanto devono riprodurre i principali processi subiti dagli inquinanti in aria: emissione, diffusione, trasporto, reazioni chimiche.

Le elaborazioni prodotte dal sistema modellistico permettono:

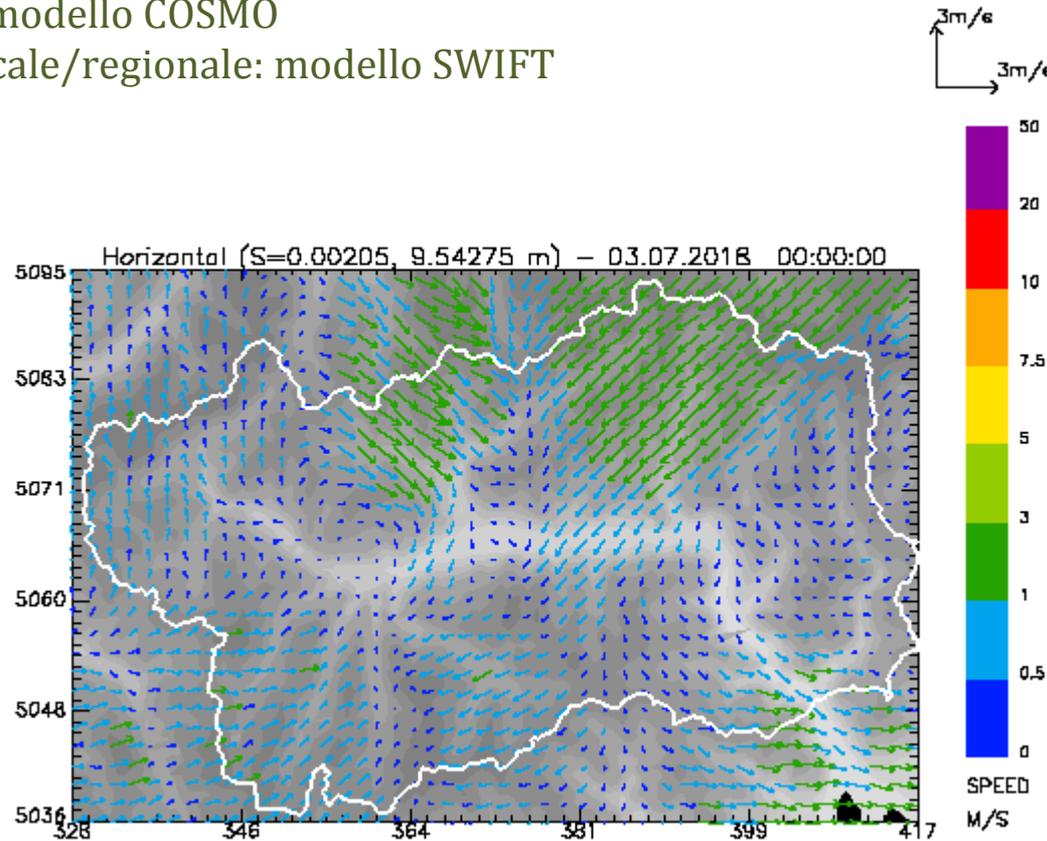
- di estendere l'informazione sulle concentrazioni di inquinanti in aria a tutto il territorio regionale (anche dove non sono presenti siti di misura);
- di formulare ipotesi di scenari emissivi e di simularne gli effetti sulla qualità dell'aria, a scala regionale o locale;
- di valutare gli impatti di una particolare sorgente emissiva sulla qualità dell'aria a scala locale o a microscala;
- di prevedere lo stato della qualità dell'aria;
- di valutare i contributi delle diverse sorgenti emissive alle concentrazioni di inquinanti in aria (source apportionment).

MODELLI DI DISPERSIONE



MODELLI DI DISPERSIONE

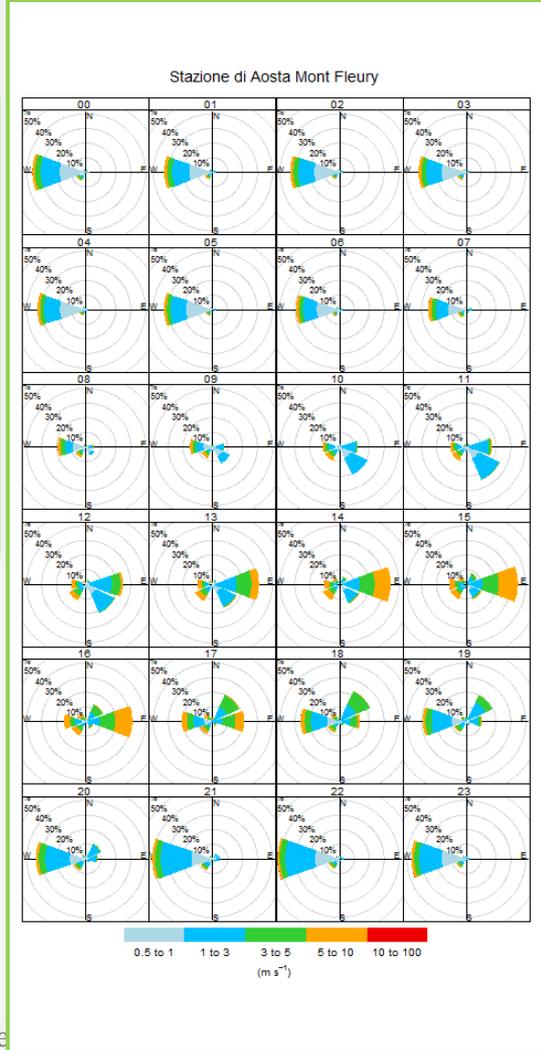
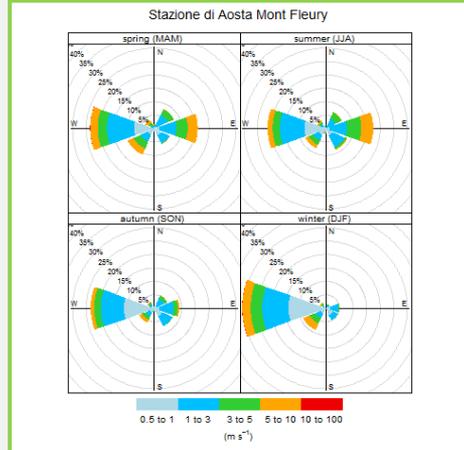
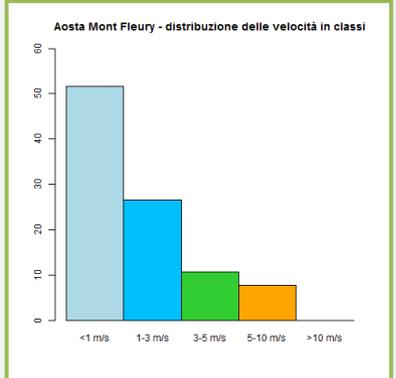
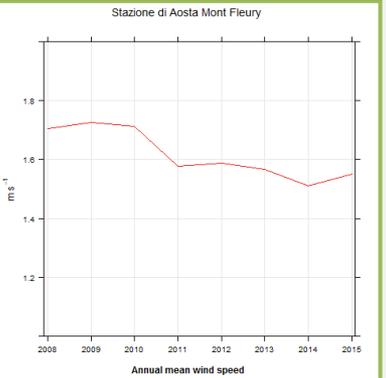
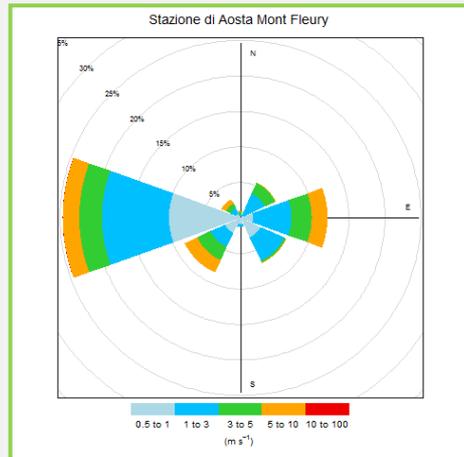
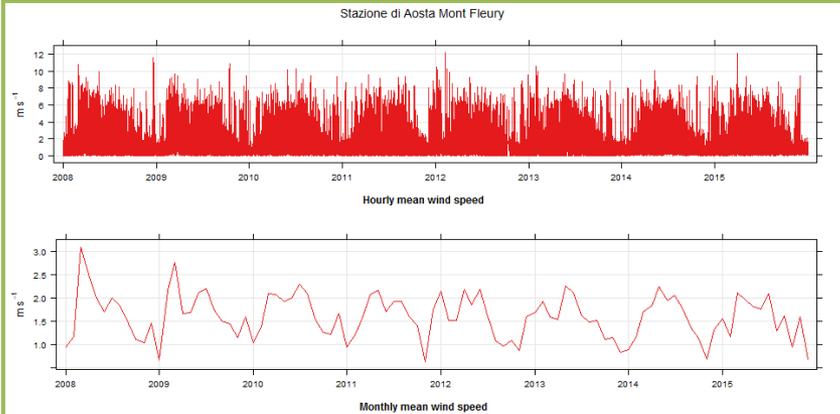
Prognostico: dati del modello COSMO
Diagnostico a scala locale/regionale: modello SWIFT



CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA DI UN SITO

Nell'ambito della dispersione degli inquinanti in aria, risulta particolarmente importante lo studio dei venti

Esempio: stazione di Aosta Mont Fleury dal 2008 al 2015



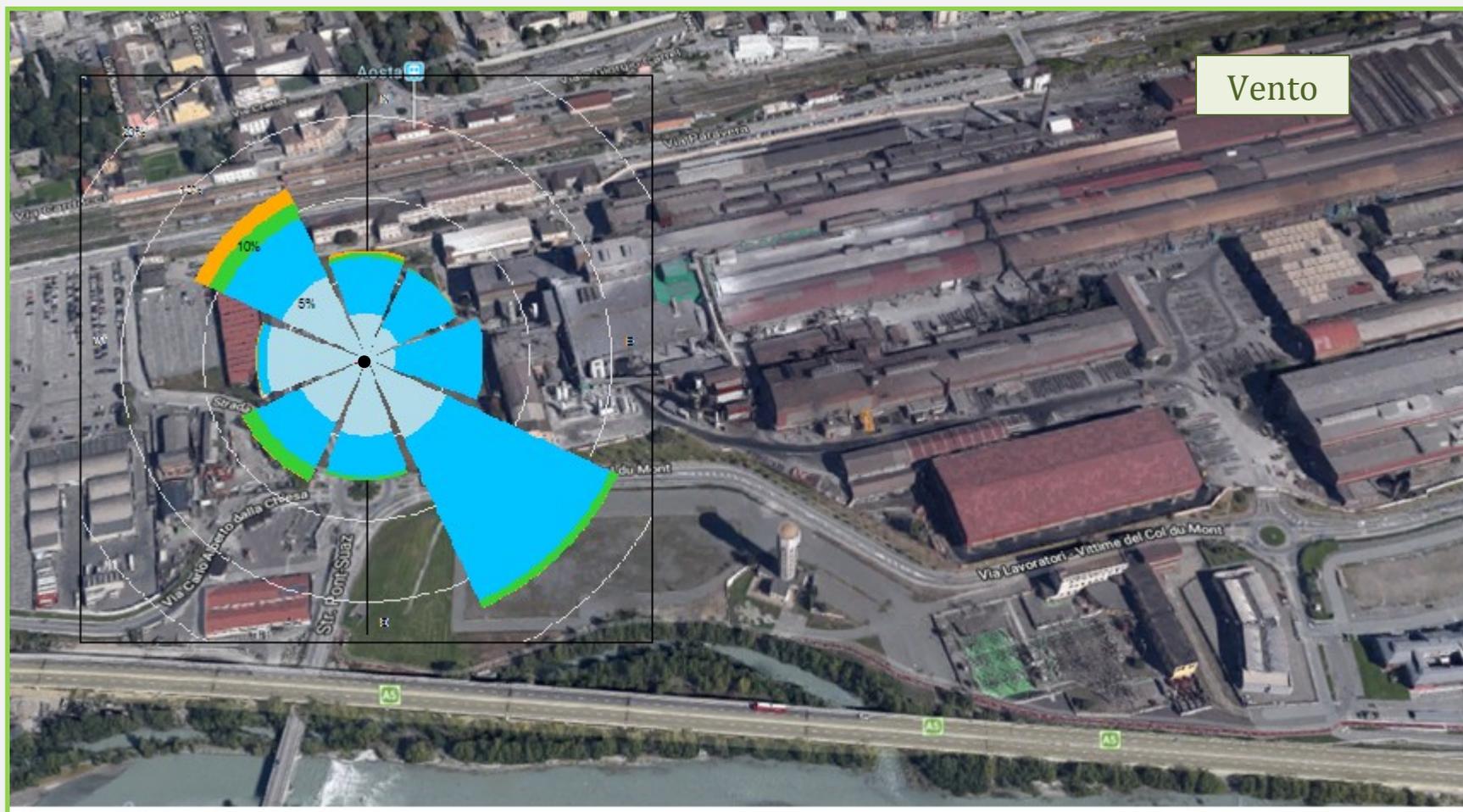
ANALISI DEI DATI ORARI DI CONCENTRAZIONE IN RELAZIONE AL VENTO

Esempio: misure di PM10 e di NO2 nella stazione industriale di Via I Maggio (2009-2011)



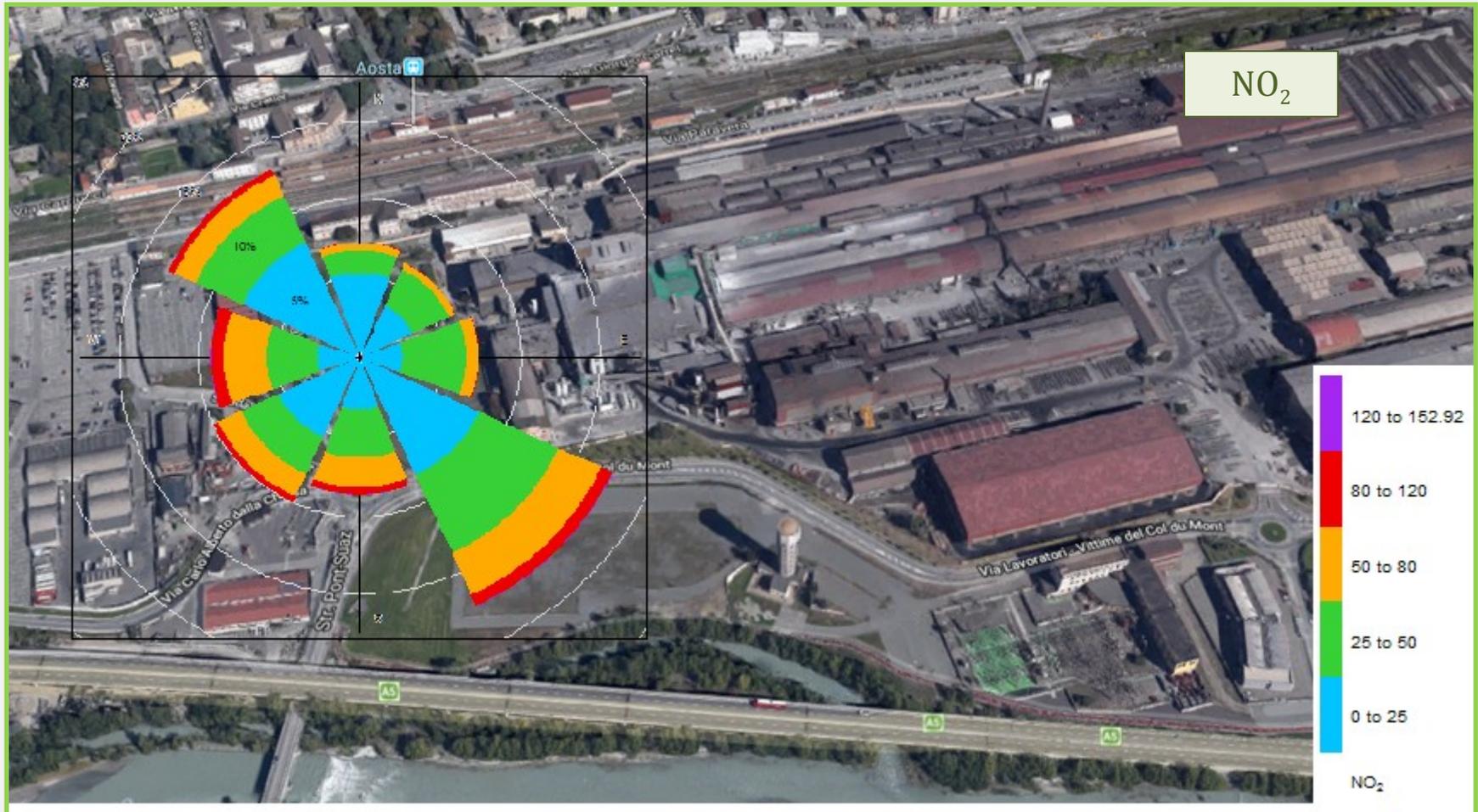
ANALISI DEI DATI ORARI DI CONCENTRAZIONE IN RELAZIONE AL VENTO

Esempio: misure di PM10 e di NO2 nella stazione industriale di Via I Maggio (2009-2011)



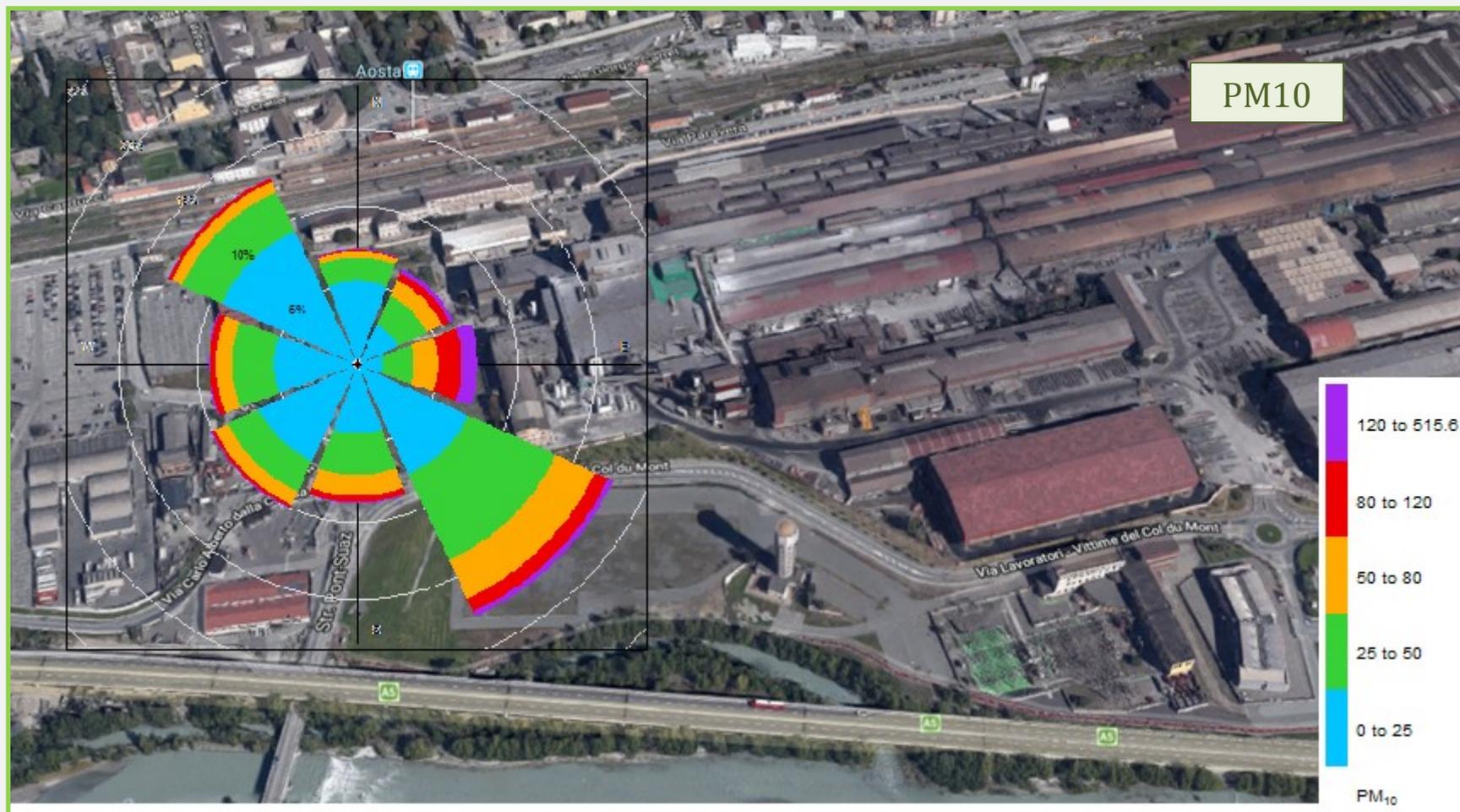
ANALISI DEI DATI ORARI DI CONCENTRAZIONE IN RELAZIONE AL VENTO

Esempio: misure di PM10 e di NO2 nella stazione industriale di Via I Maggio (2009-2011)



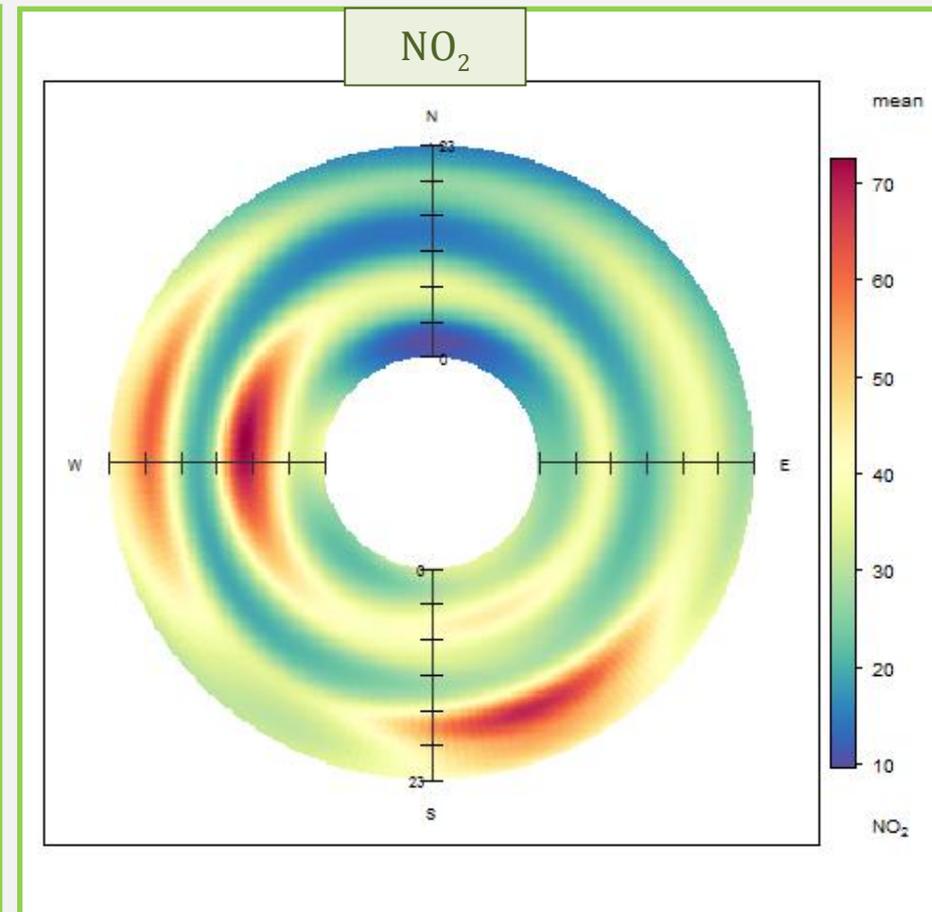
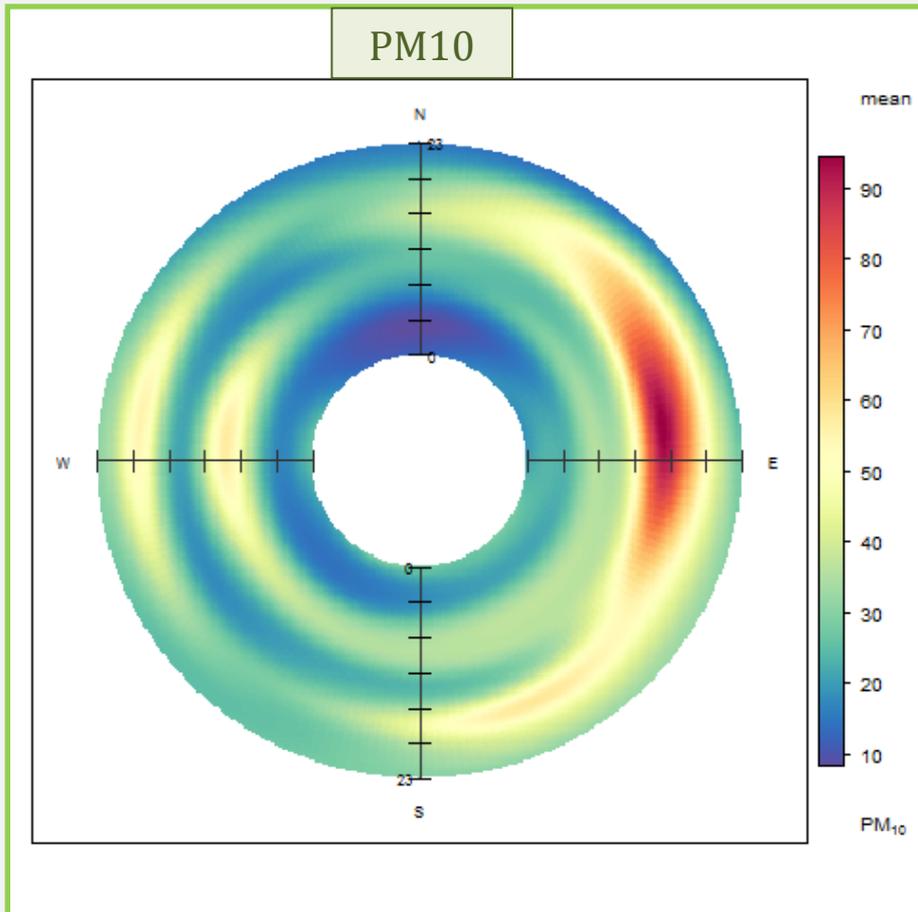
ANALISI DEI DATI ORARI DI CONCENTRAZIONE IN RELAZIONE AL VENTO

Esempio: misure di PM10 e di NO2 nella stazione industriale di Via I Maggio (2009-2011)



ANALISI DEI DATI ORARI DI CONCENTRAZIONE IN RELAZIONE AL VENTO

Esempio: misure di PM10 e di NO2 nella stazione industriale di Via I Maggio (2009-2011)



TIPI DI TEMPO

L'orografia di una regione condiziona sia la circolazione meteorologica che le caratteristiche dispersive dell'atmosfera.

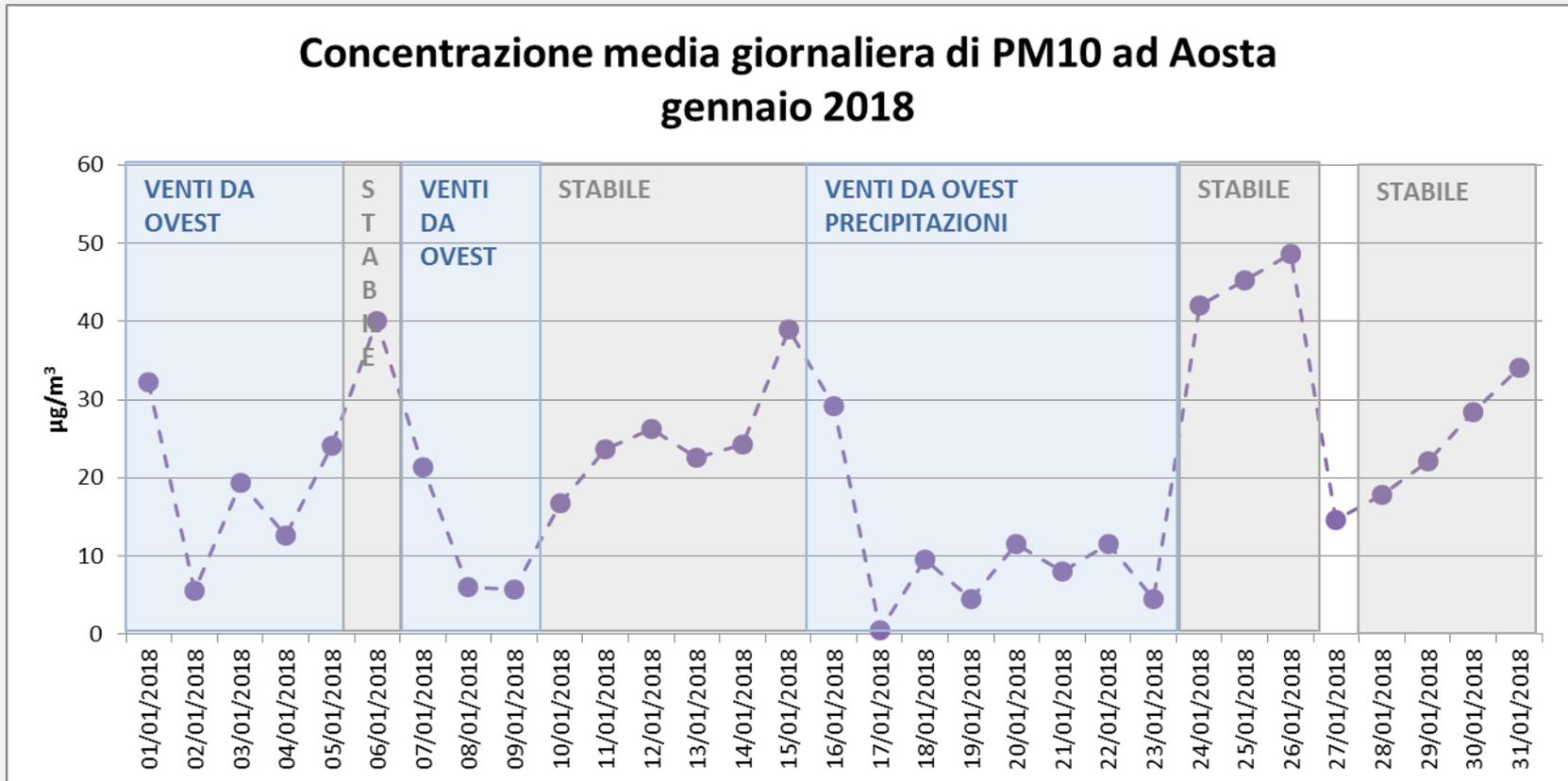
Considerando sia le condizioni sinottiche sia le condizioni locali (a partire dai dati misurati dalle stazioni) sono stati identificati per la Valle d'Aosta alcuni tipi di tempo caratteristici:

- Situazioni di calma di vento (spesso caratterizzate da inversione termica)
 - Circolazione di brezza monte/valle
 - Venti incanalati da valle
 - Foehn
 - Venti incanalati da monte
 - Tempo perturbato
- } venti da est
- } venti da ovest

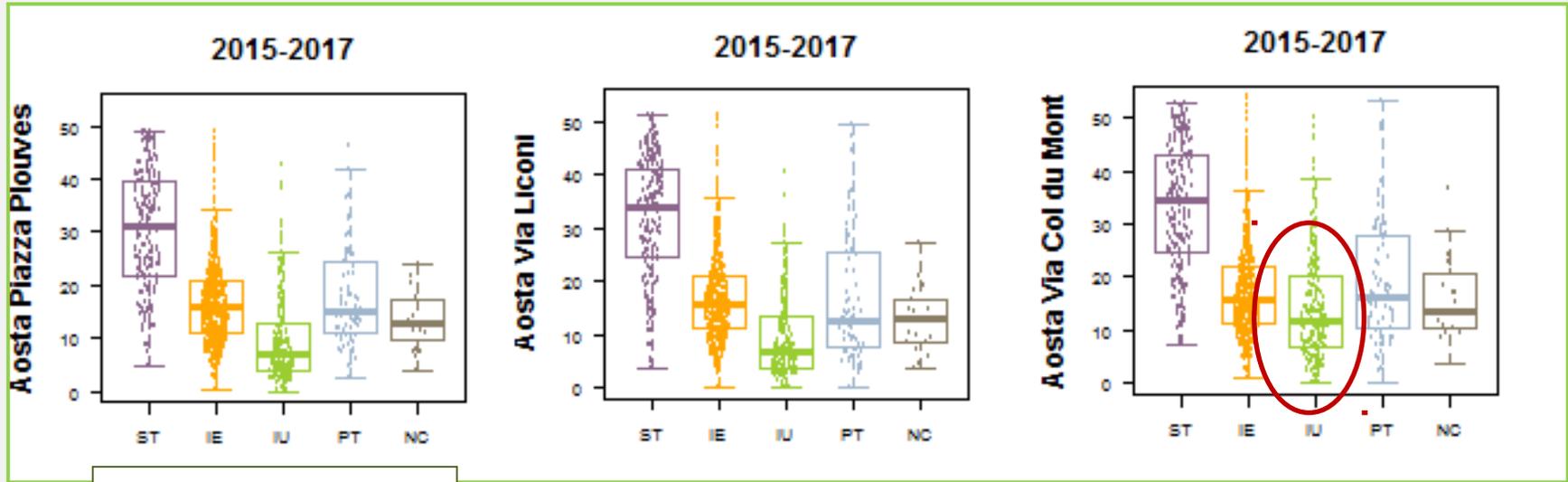
La classificazione viene fatta a livello giornaliero: ad ogni giorno viene assegnato un tipo meteorologico.



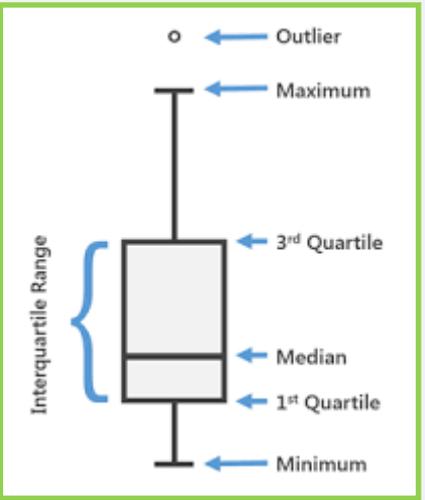
CONCENTRAZIONE DI PM10 E TIPI DI TEMPO



CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA Venti da ovest



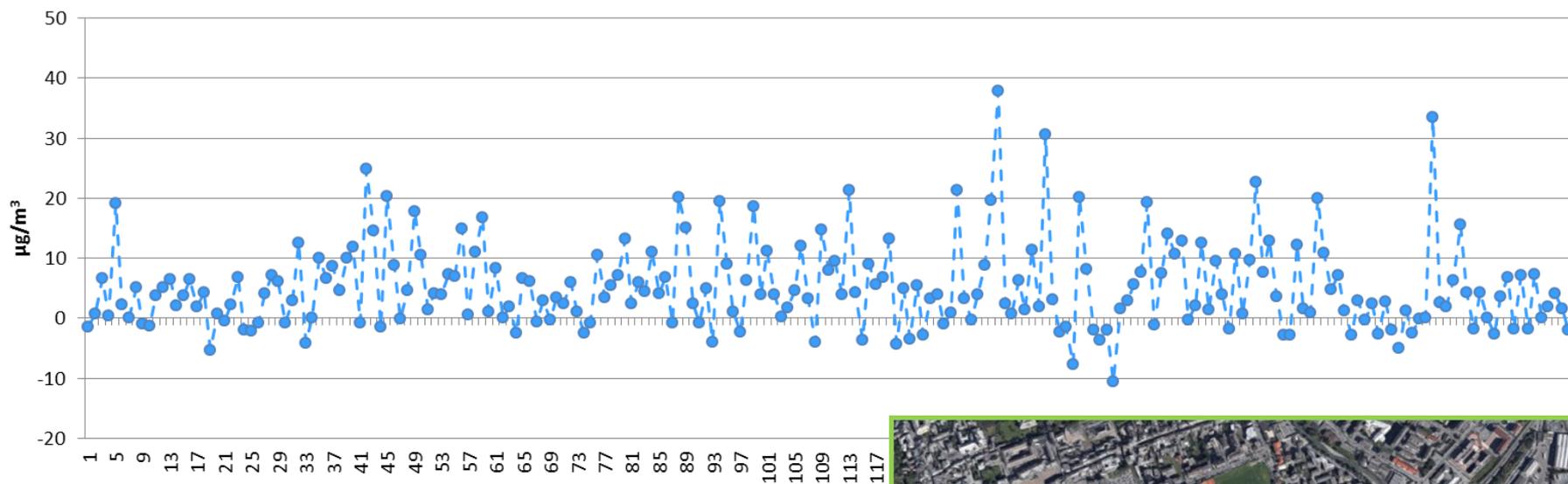
ST: stabilità
 IE: venti da est
 IU: venti da ovest
 PT: perturbato
 NC: non classificato



CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA

Venti da ovest

PM10 ad Aosta nelle giornate di venti da ovest dal 2015 al 2017
Differenza tra i valori a Col du Mont e Plouves



le concentrazioni di PM10 a Col du Mont sono superiori a quelle di Plouves.





CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA

Venti da ovest

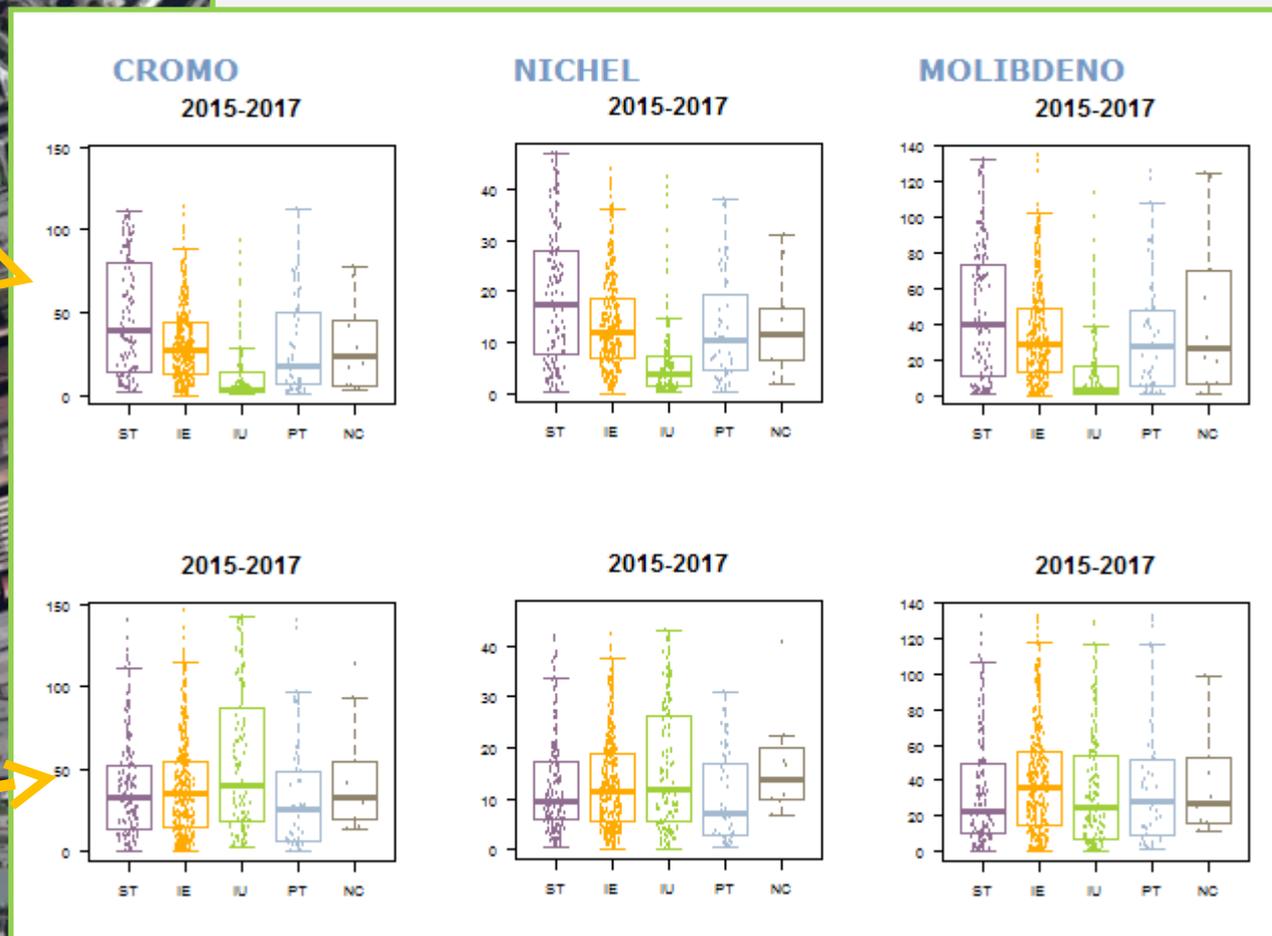
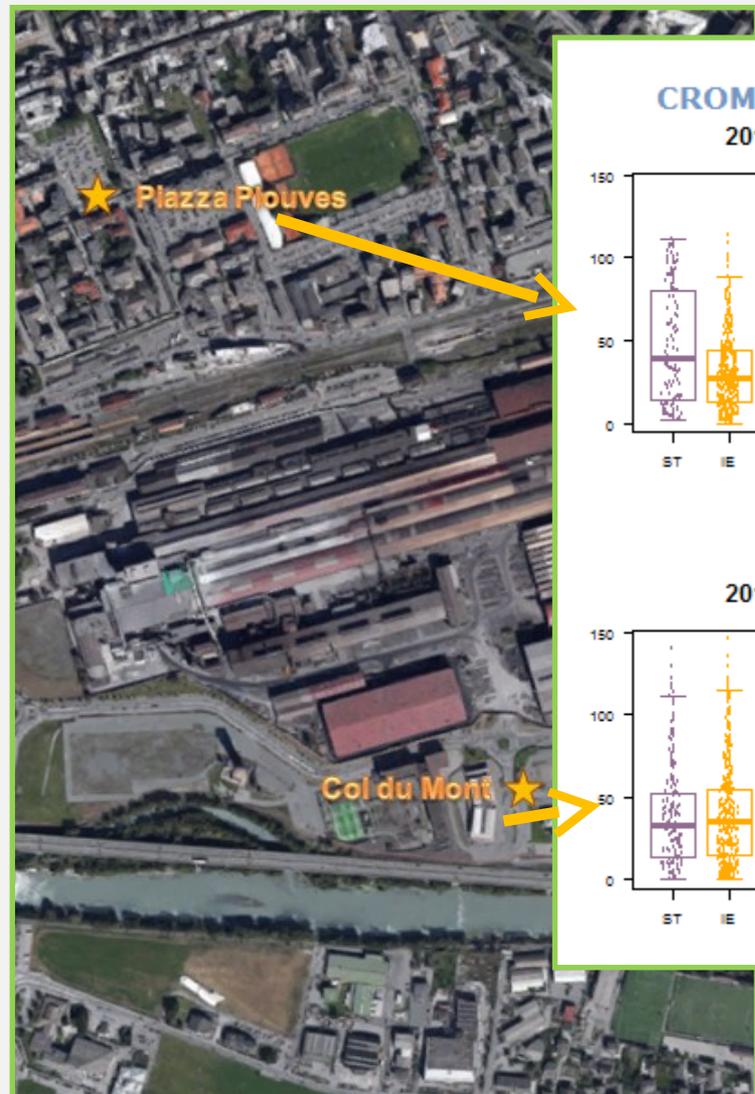
24 febbraio 2017

eventi di emissione diffusa con effetti amplificati dal vento

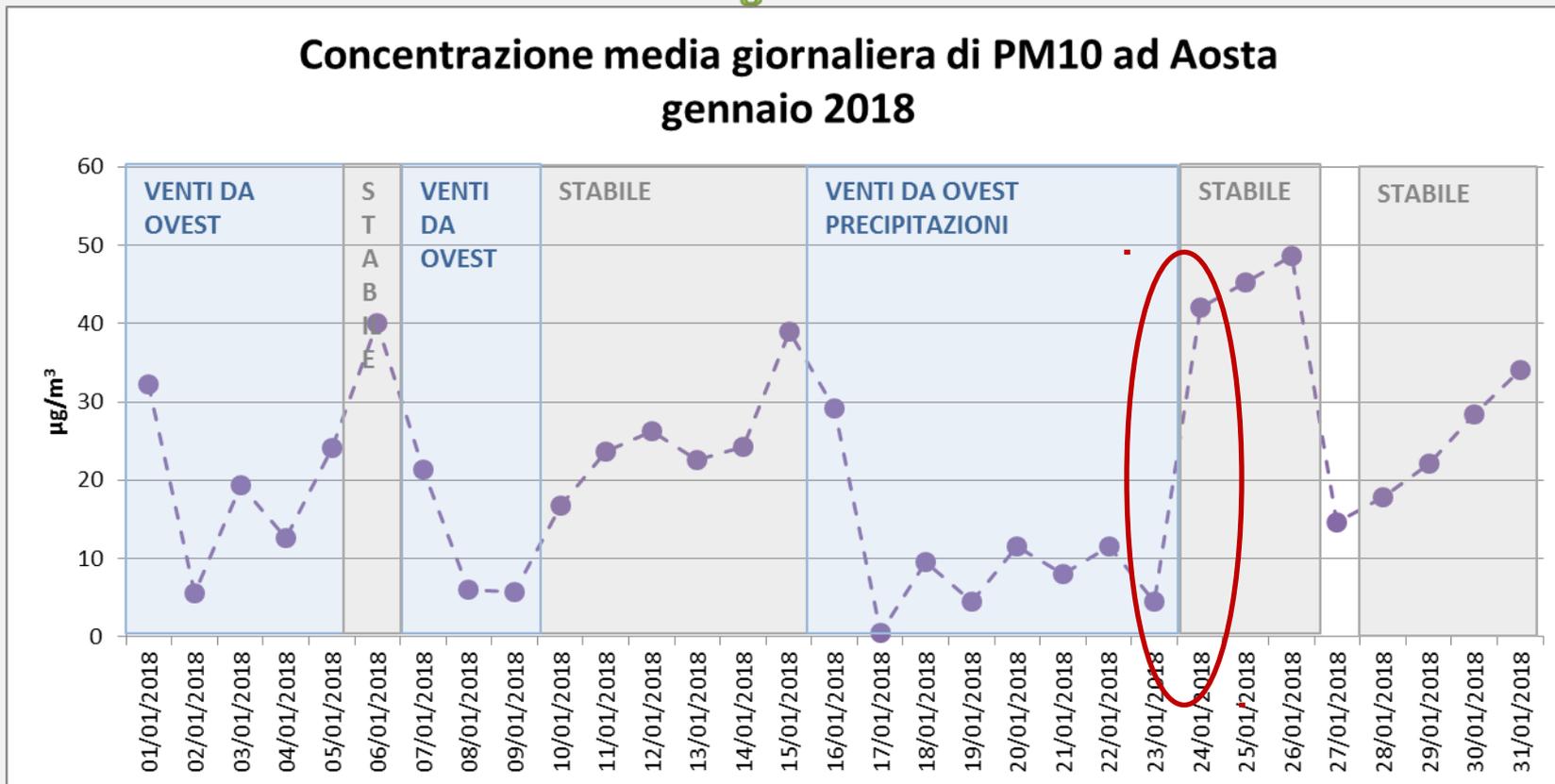
	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Cromo ng/m^3		Nichel ng/m^3		Molibdeno ng/m^3	
	Plouves	Col du Mont	Plouves	Col du Mont	Plouves	Col du Mont	Plouves	Col du Mont
23 febbraio	49.5	56.7	81	122	21	31	58	50
24 febbraio	19.6	50.2	34 ↓	270 ↑	9 ↓	63 ↑	12 ↓	143 ↑

Il foehn è iniziato verso le 10 del mattino ed è durato per tutta la giornata, ma l'evento è durato circa 15 minuti

CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA Venti da ovest



CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA 23 - 24 gennaio 2018



5 µg/m³ il 23 gennaio

42 µg/m³ il 24 gennaio

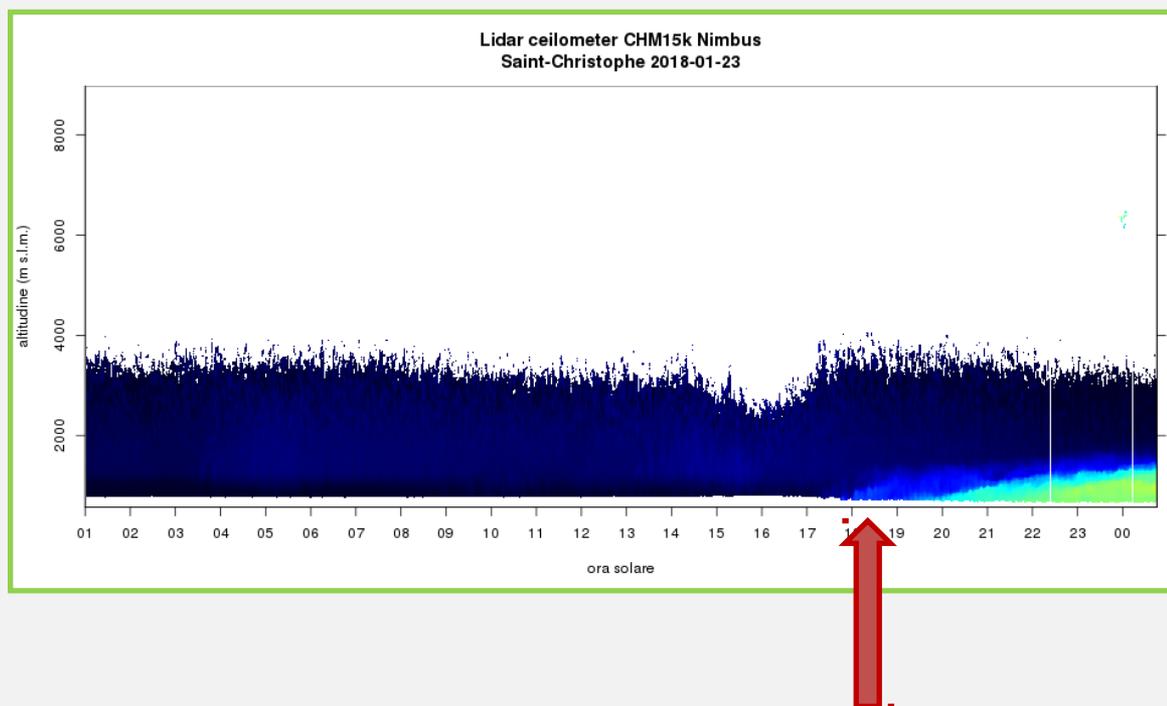
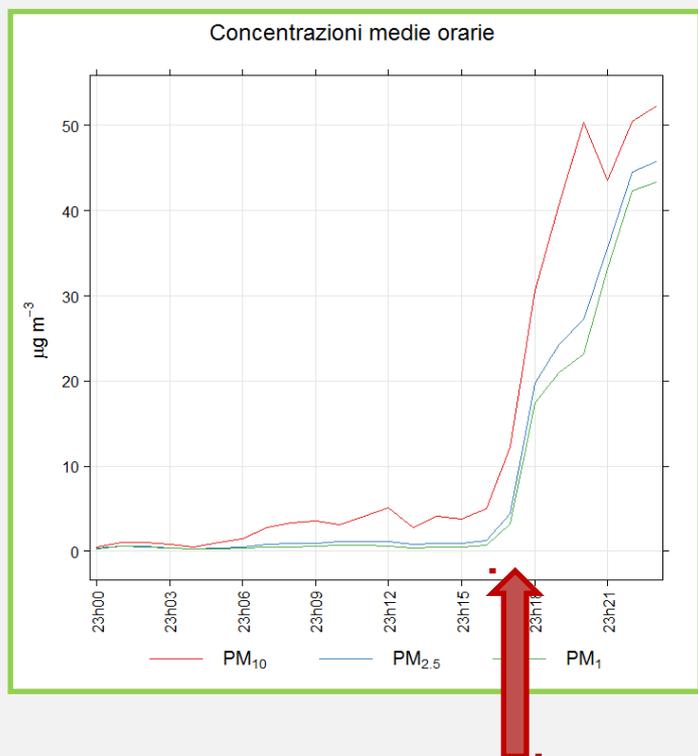
Sono due giorni infrasettimanali, le emissioni
non dovrebbero essere cambiate

??

CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA 23 - 24 gennaio 2018

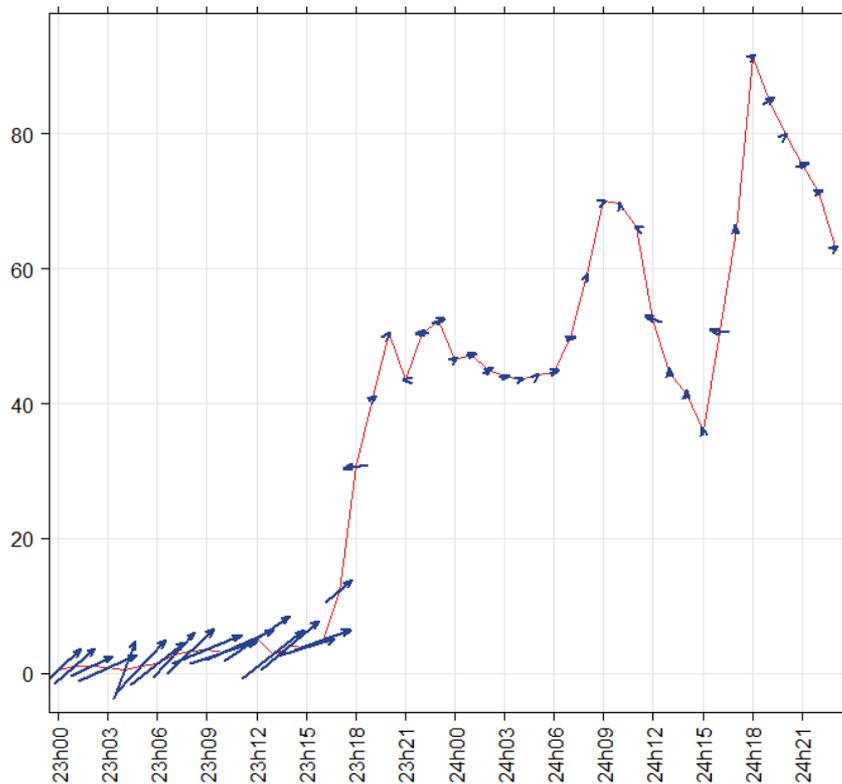
I dati misurati dal OPC indicano un rapido aumento della concentrazione nel pomeriggio e che le particelle piccole sono la maggior parte -> secondario

Il Lidar indica la presenza di uno strato di aerosol dalle 17



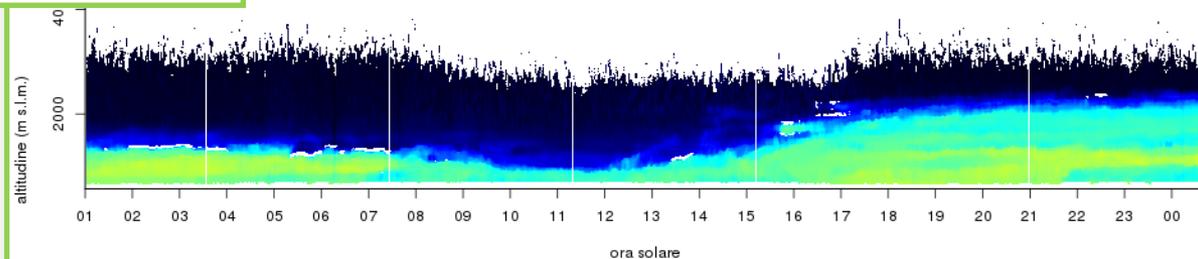
CONCENTRAZIONE DI PM₁₀ E METEOROLOGIA 23 - 24 gennaio 2018

Concentrazioni medie orarie di PM₁₀ e vento



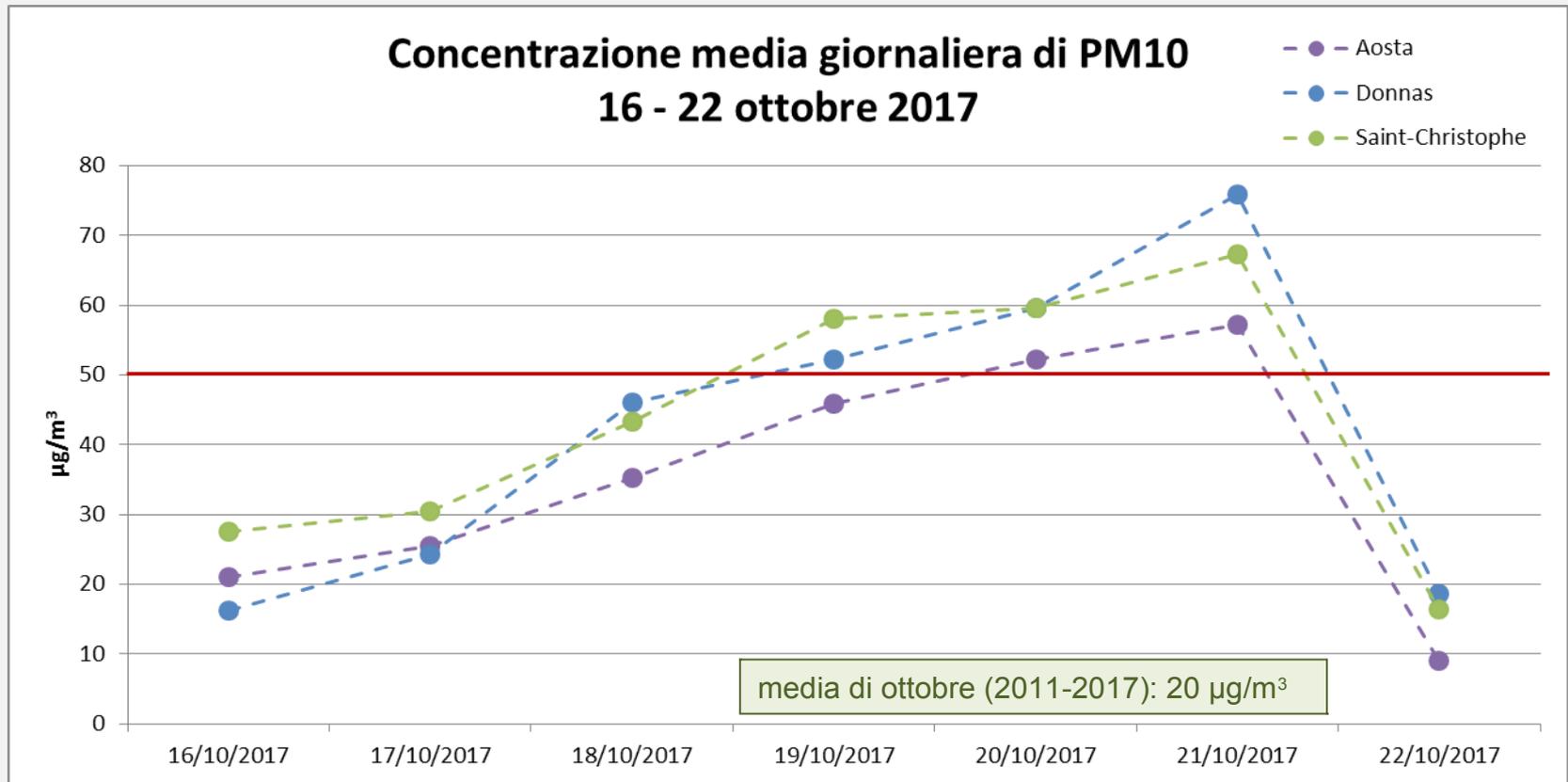
Lo *spegnimento* del foehn provoca un rapido aumento delle concentrazioni
Il vento assente o debole nel giorno successivo favorisce l'accumulo

Lidar ceilometer CHM15k Nimbus
Saint-Christophe 2018-01-24



CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA FENOMENI DI TRASPORTO DI POLVERI DALLA PIANURA PADANA

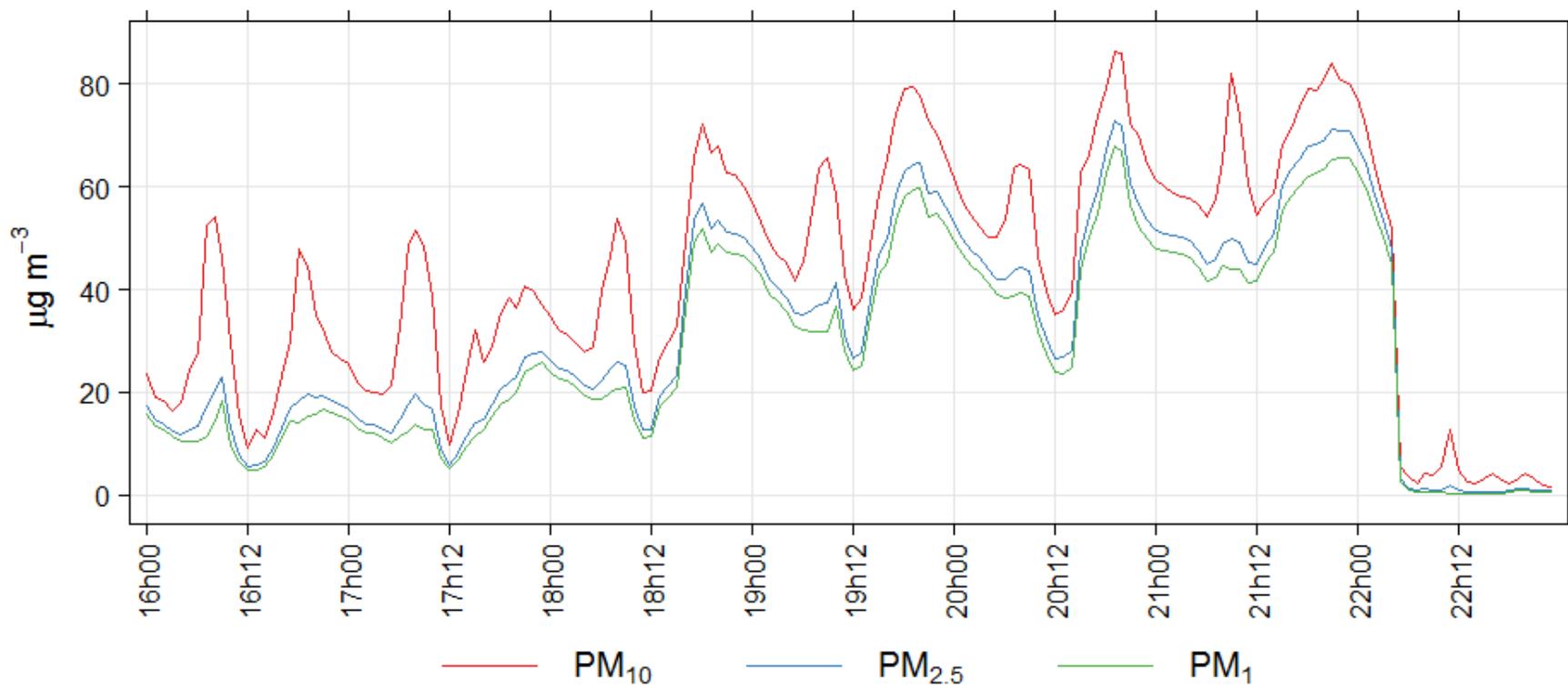
16-22 ottobre 2017: valori critici di PM10 in tutte le regioni del Nord Italia
Anche in Valle d'Aosta i valori misurati sono stati decisamente superiori ai valori tipici del periodo



CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA FENOMENI DI TRASPORTO DI POLVERI DALLA PIANURA PADANA

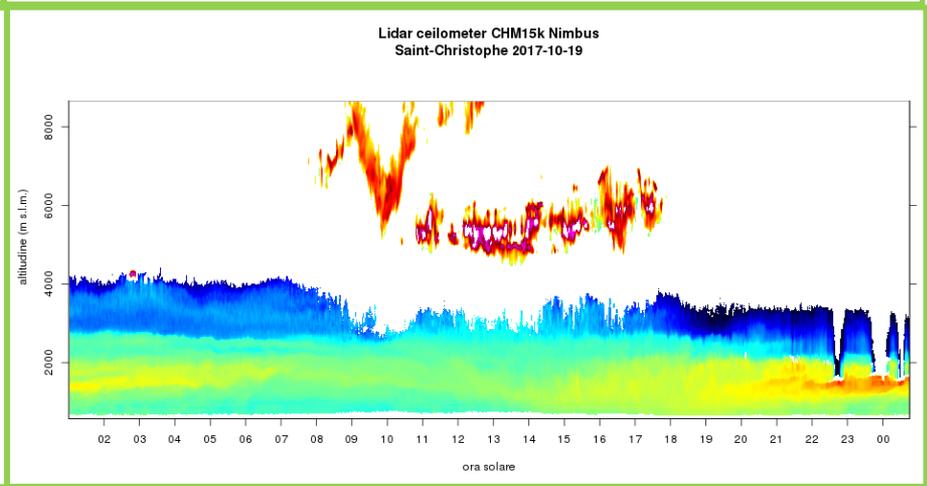
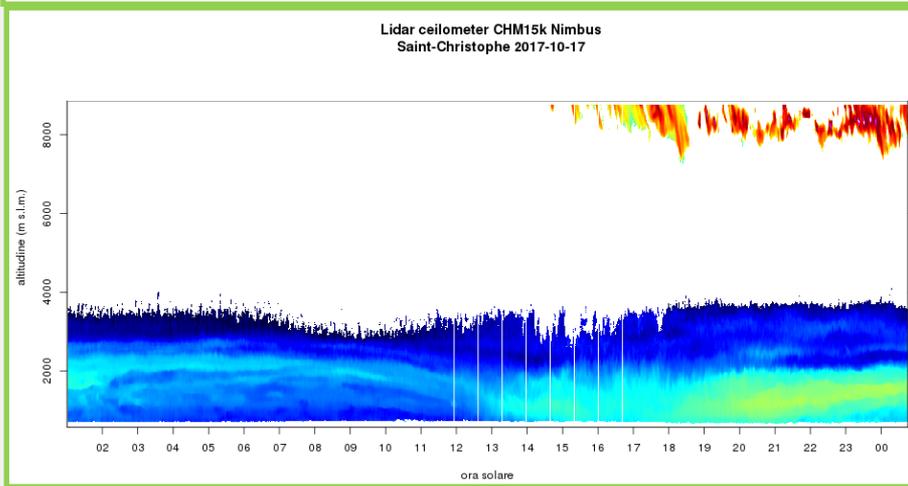
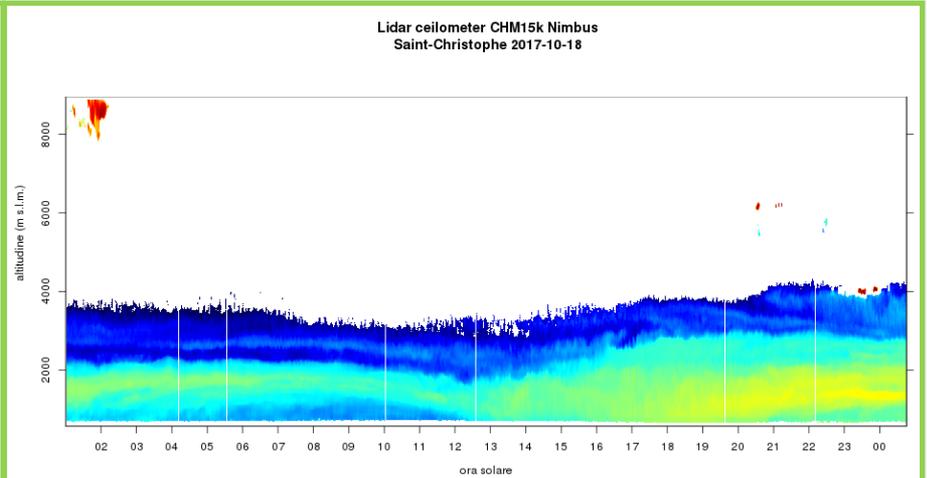
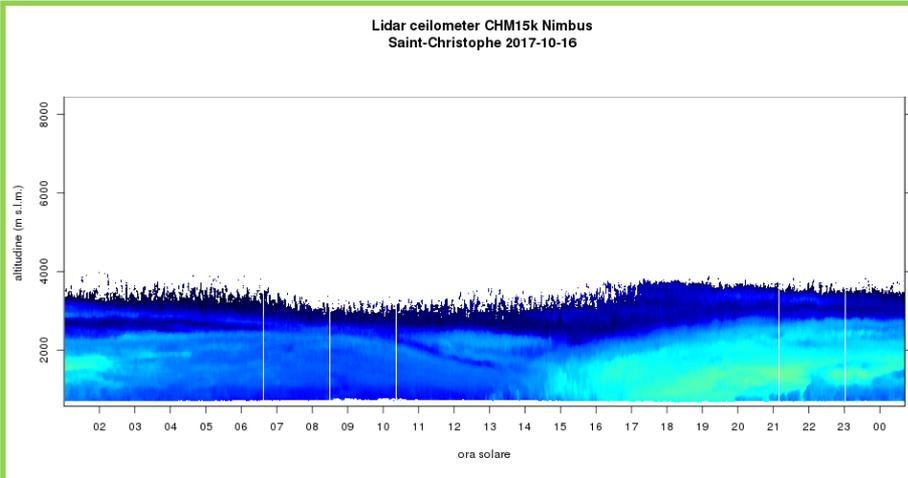
Il particolato è costituito soprattutto da particelle piccole --

Concentrazioni medie orarie



CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA FENOMENI DI TRASPORTO DI POLVERI DALLA PIANURA PADANA

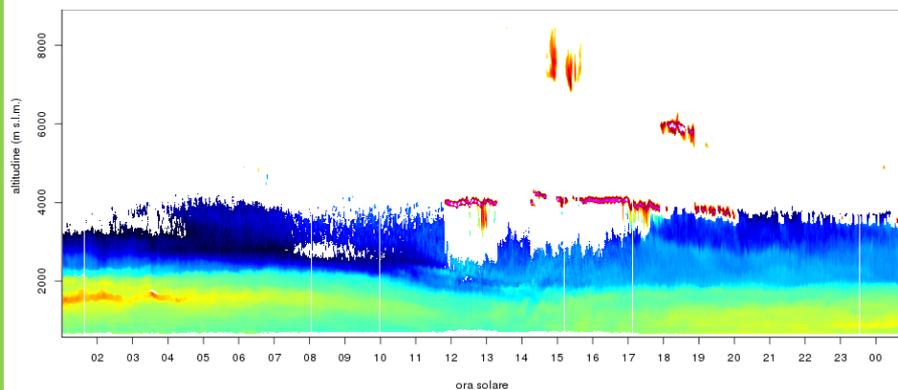
Le immagini del lidar mostrano uno strato di aerosol che «arriva» il 16 e poi aumenta (in altezza e concentrazione) fino al 22 quando arriva il foehn e ripulisce



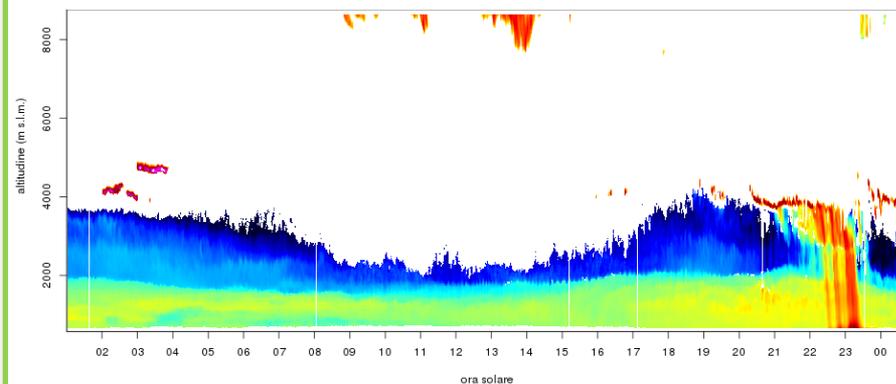
CONCENTRAZIONE DI PM10 E METEOROLOGIA FENOMENI DI TRASPORTO DI POLVERI DALLA PIANURA PADANA

Le immagini del lidar mostrano uno strato di aerosol che «arriva» il 16 e poi aumenta (in altezza e concentrazione) fino al 22 quando arriva il foehn e ripulisce

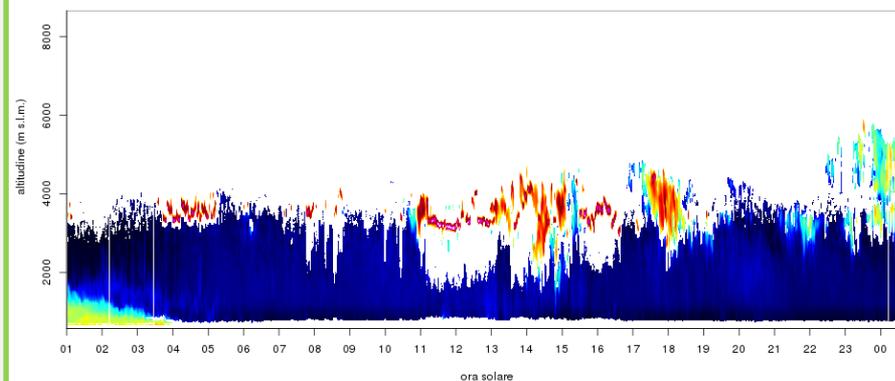
Lidar ceilometer CHM15k Nimbus
Saint-Christophe 2017-10-20



Lidar ceilometer CHM15k Nimbus
Saint-Christophe 2017-10-21

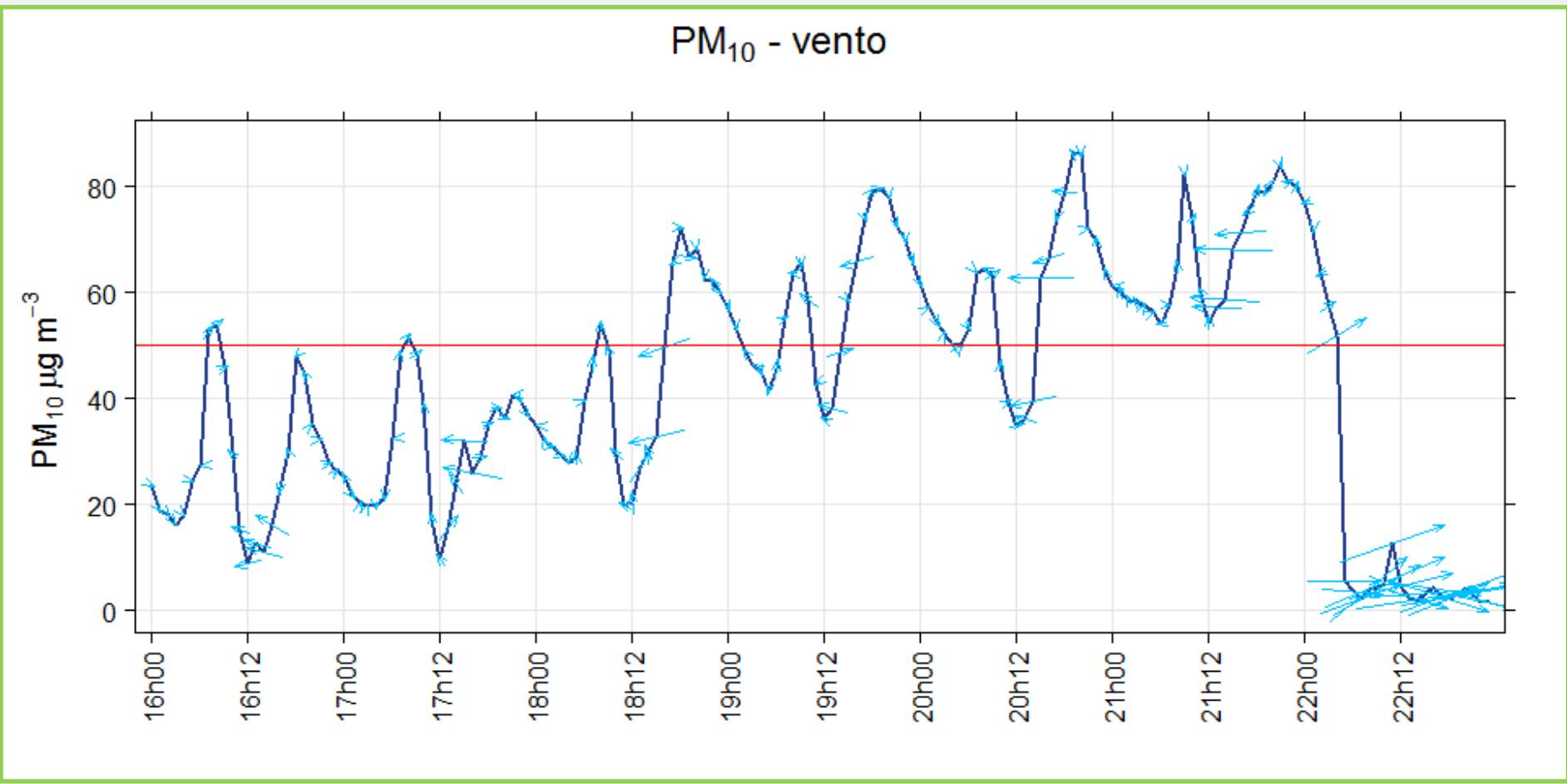


Lidar ceilometer CHM15k Nimbus
Saint-Christophe 2017-10-22

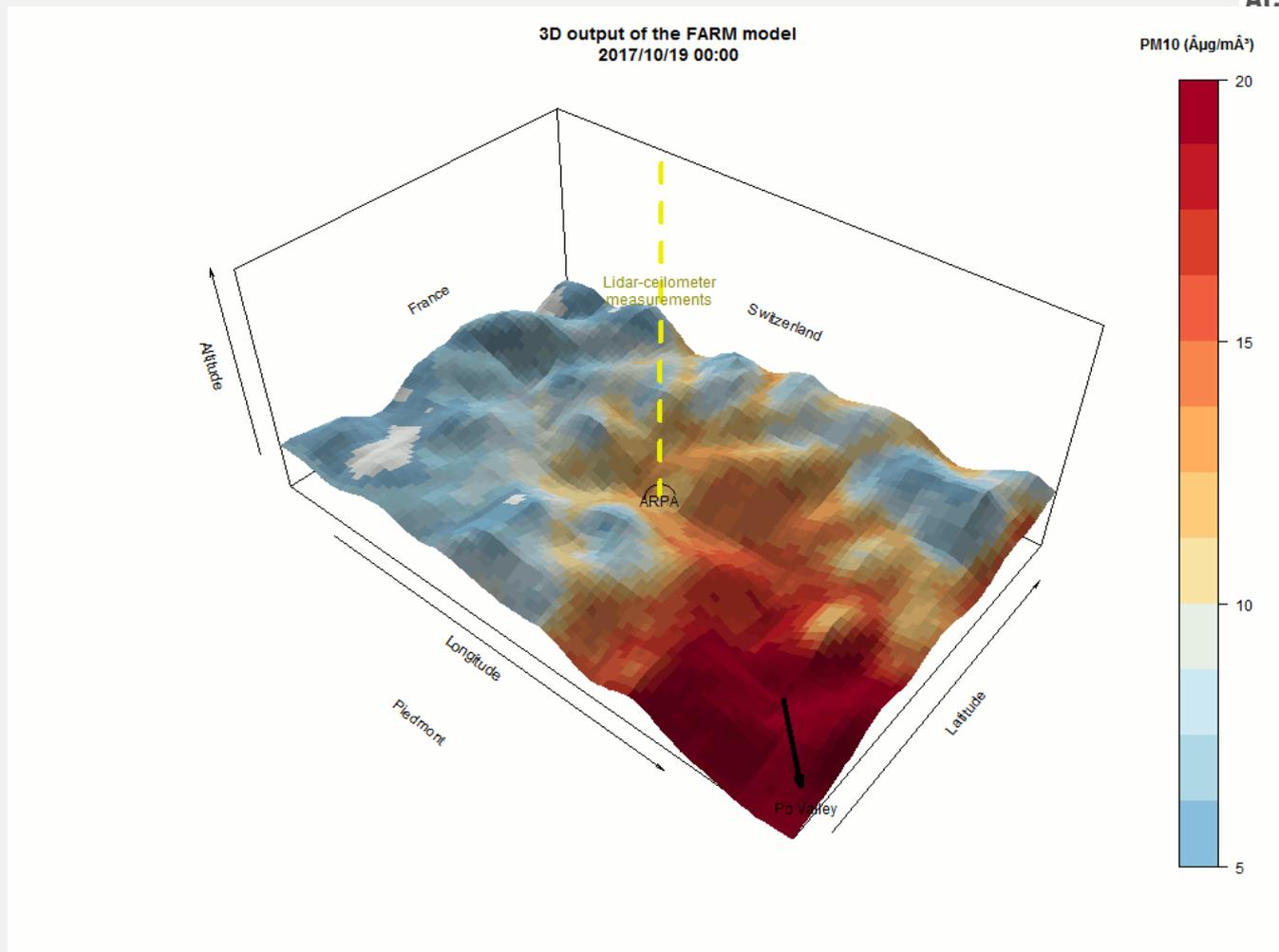


CONCENTRAZIONE DI PM₁₀ E METEOROLOGIA FENOMENI DI TRASPORTO DI POLVERI DALLA PIANURA PADANA

Per capire l'origine dell'aerosol, si può provare a vedere se il vento ci dice qualcosa



Input meteo: COSMOi2
CTM model: FARM



H. Diémoz et al., Transport of Po Valley aerosol pollution to the northwestern Alps. Part 1: phenomentimePlot(obs,pollutant = c("pm10","pm25","pm1"))ology, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 2018