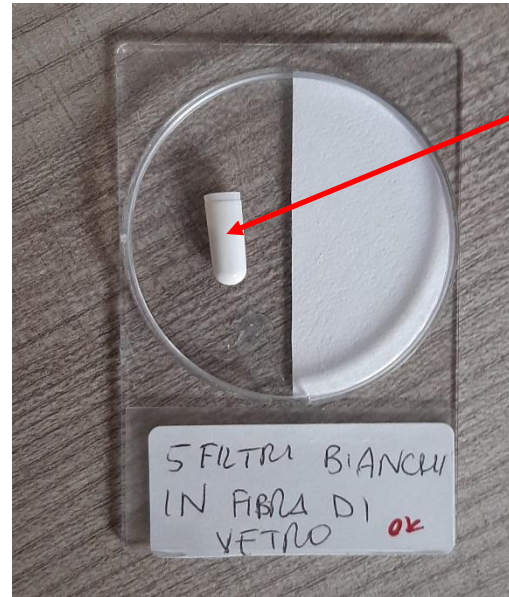


Aldo Winkler, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
aldo.winkler@ingv.it



# Introduzione: magnetismo del particolato atmosferico

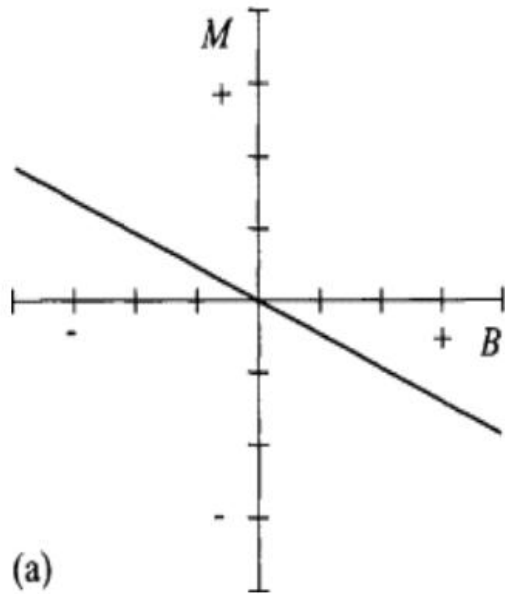


Le particelle magnetiche sono solitamente sferule o granuli irregolari di magnetite associata a metalli in traccia e derivanti:

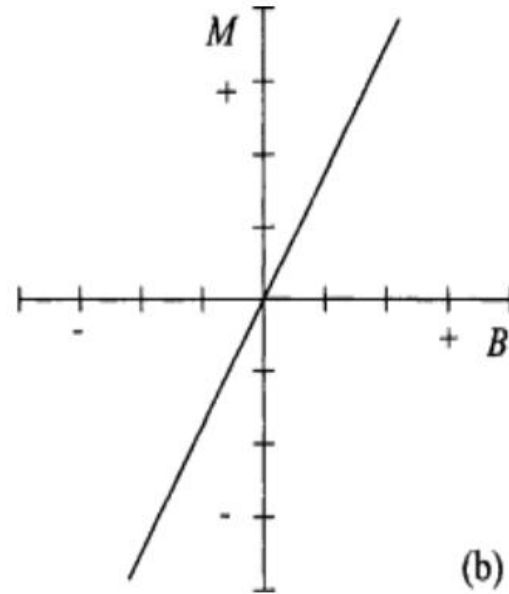
- 1) processi di combustione, come nel caso delle emissioni industriali, domestiche o veicolari (emissioni esauste)
- 2) abrasione, come per i freni veicolari e per le ferrovie (emissioni non esauste).

# Le misurazioni magnetiche:

- **Suscettività magnetica**, l'indicatore più rapido e sensibile della concentrazione di minerali magnetici
- **Cicli d'isteresi**, da cui si derivano i parametri magnetici caratteristici di un corpo ferromagnetico (magnetizzazione rimanente e di saturazione, forza coercitiva)



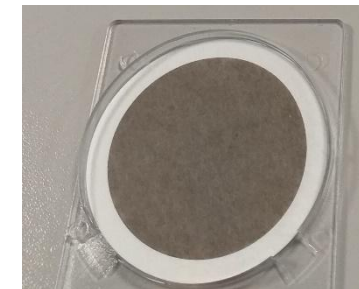
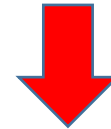
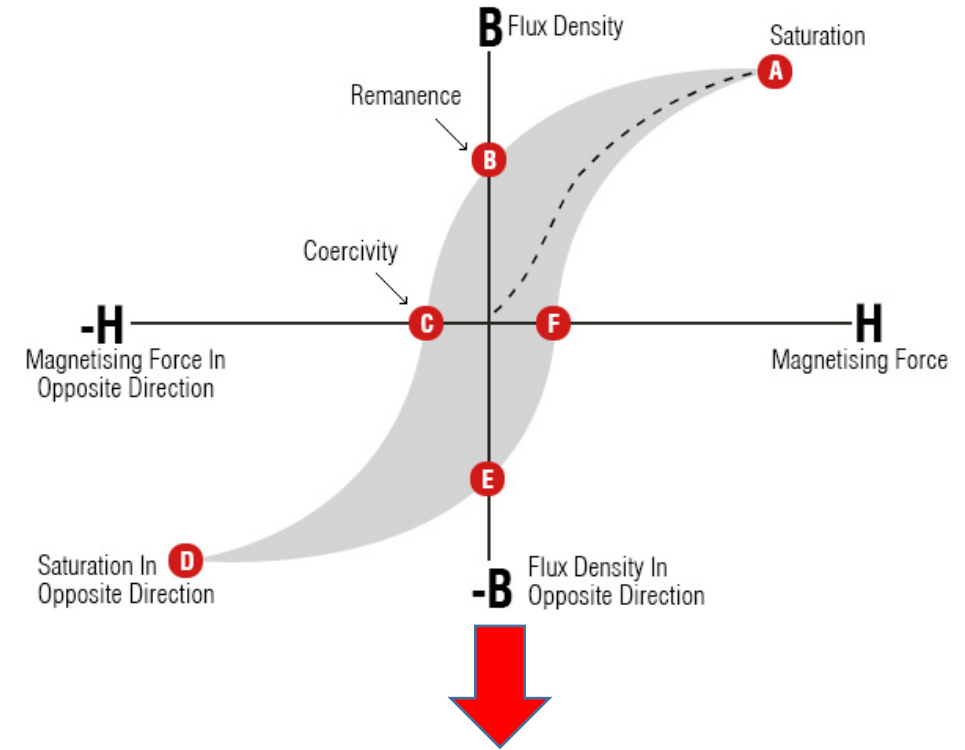
(a)



(b)

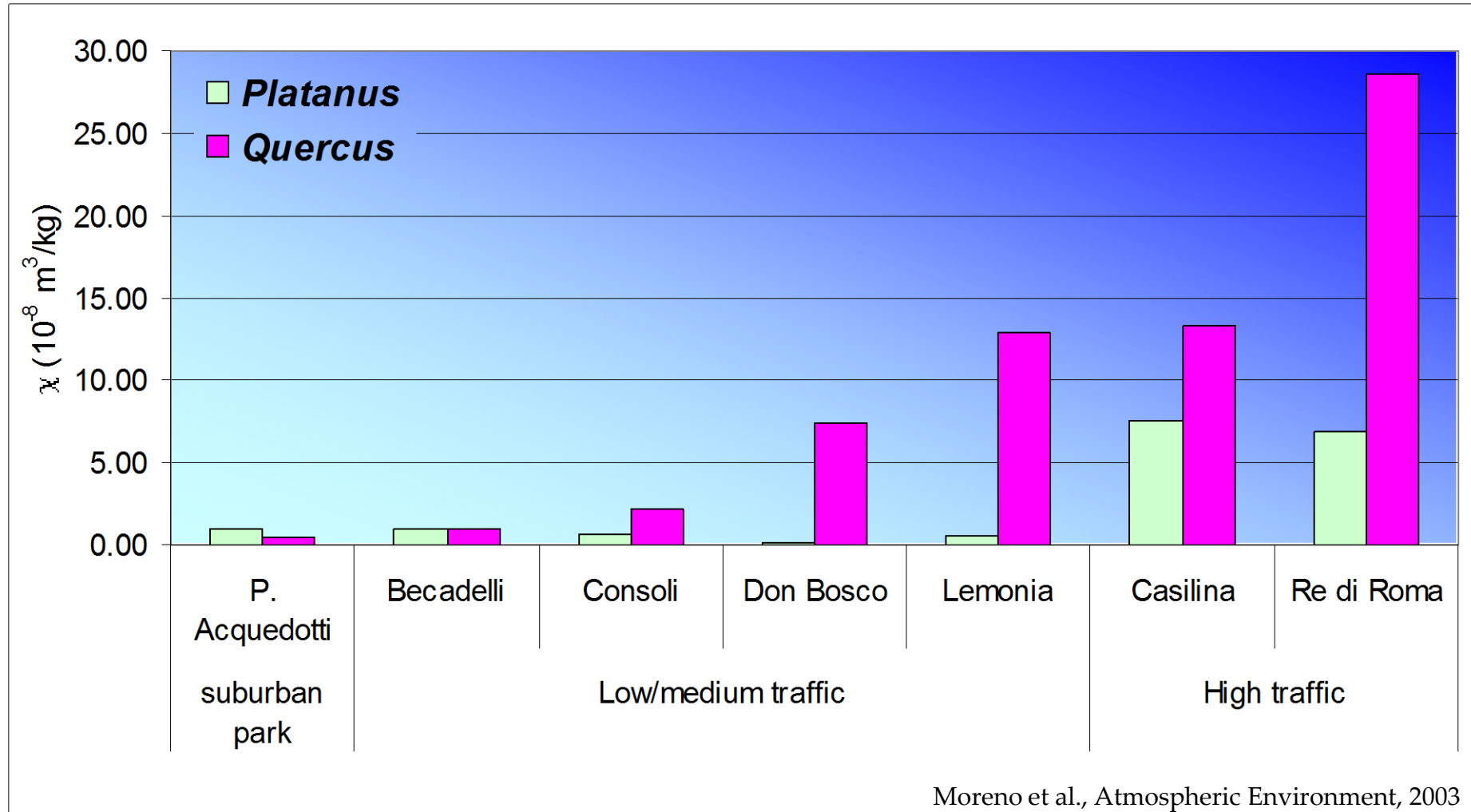


Filtro «pulito», valori di suscettività relativamente modesti, negativi (a) o positivi (b), ciclo d'isteresi lineare



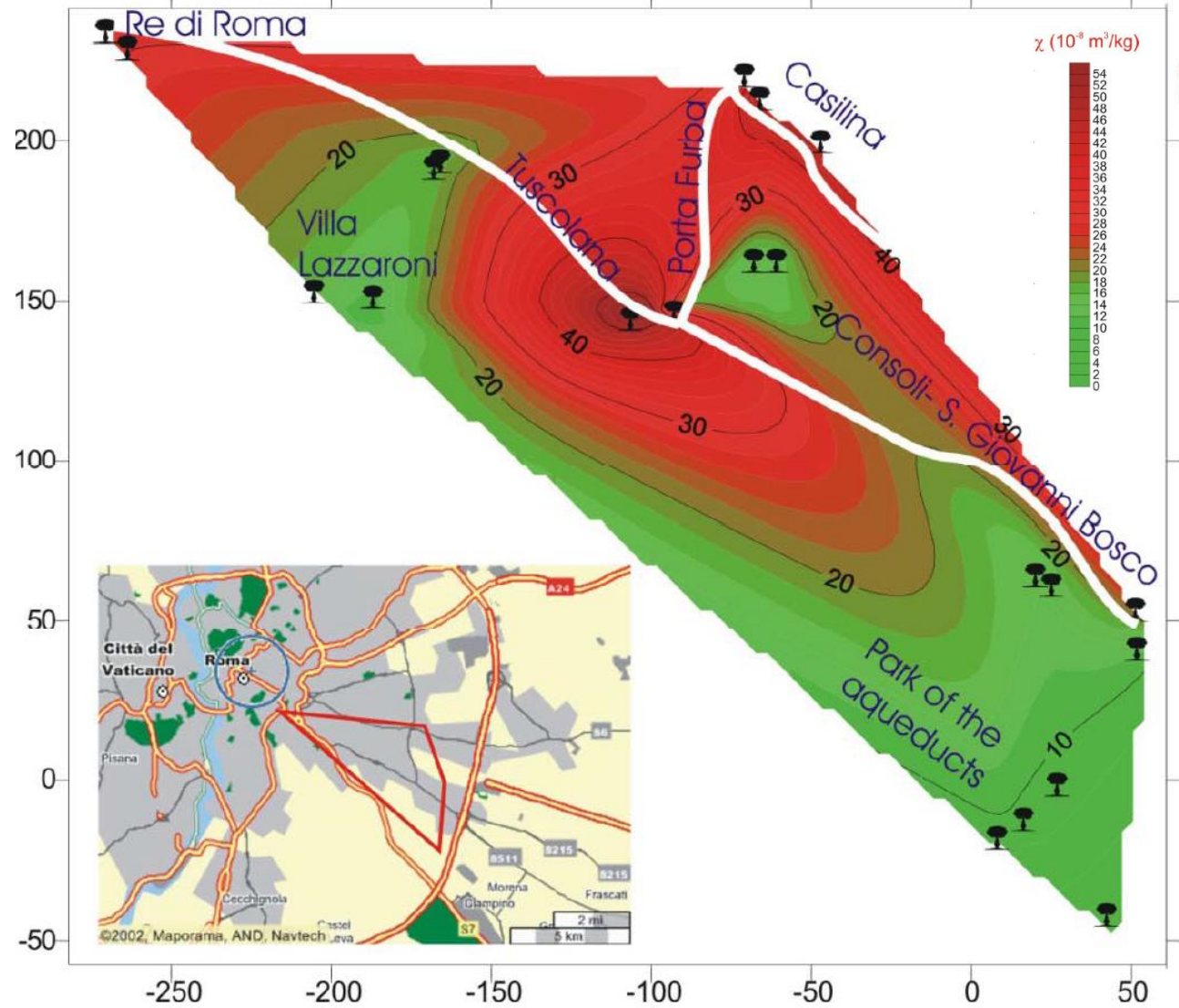
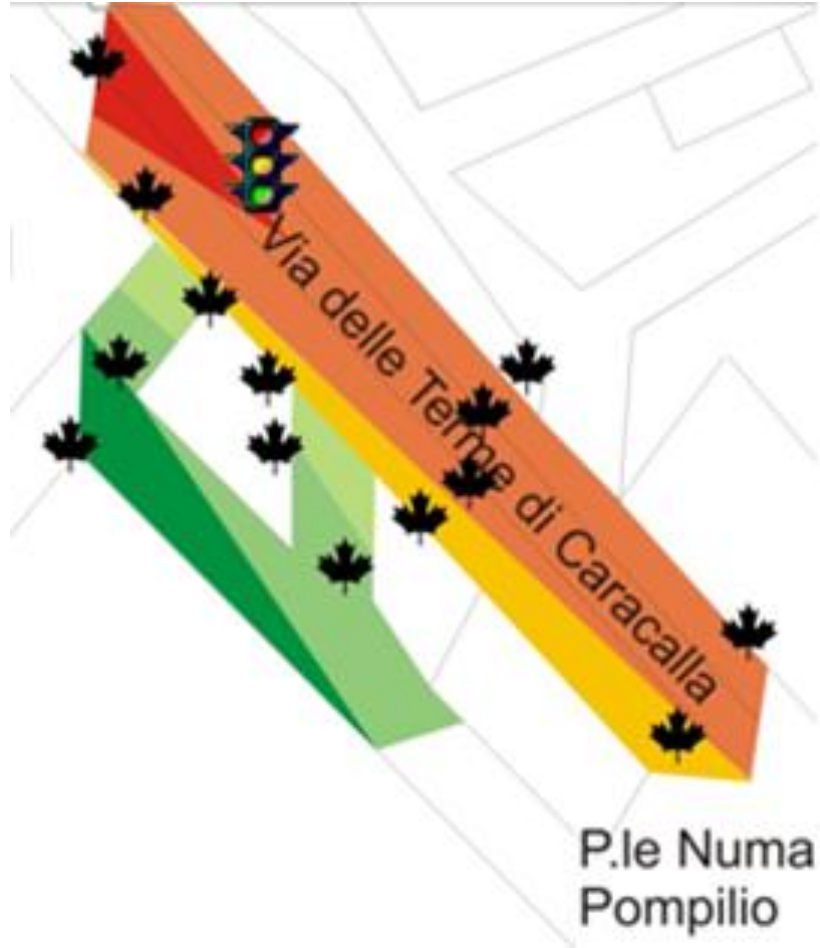
Filtro «sporco», ricco di PM magnetico, valori di suscettività elevati, ciclo d'isteresi di andamento non lineare

# Biomonitoraggio magnetico a Roma

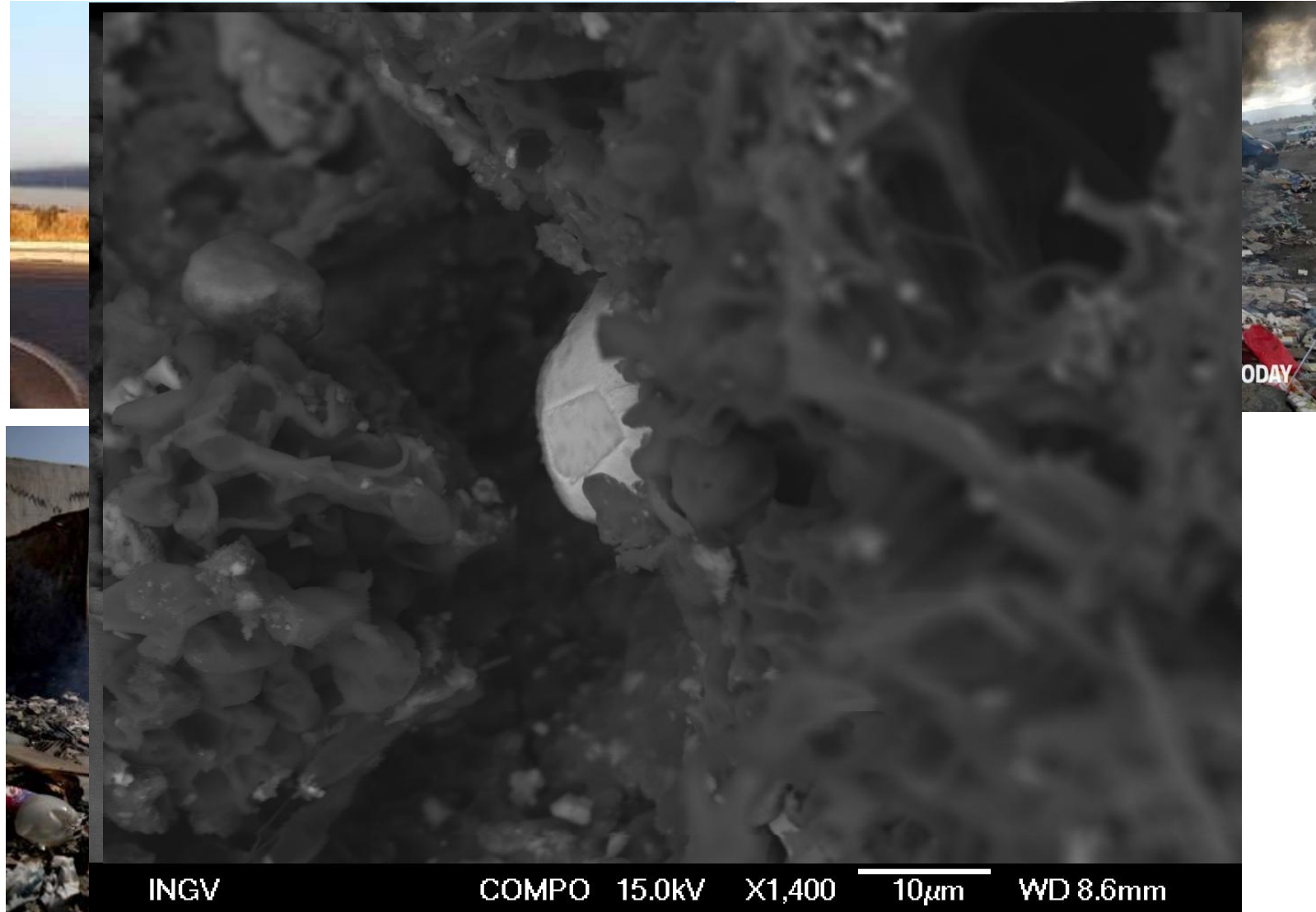


- Le foglie, composte principalmente da acqua e materia organica, dovrebbero essere diamagnetiche
- Le foglie bioaccumulano particolati metallici che conferiscono loro intense proprietà magnetiche
- I valori maggiori di suscettività magnetica sono riscontrati nei luoghi a maggiore traffico veicolare

# Roma, mappe di suscettività magnetica



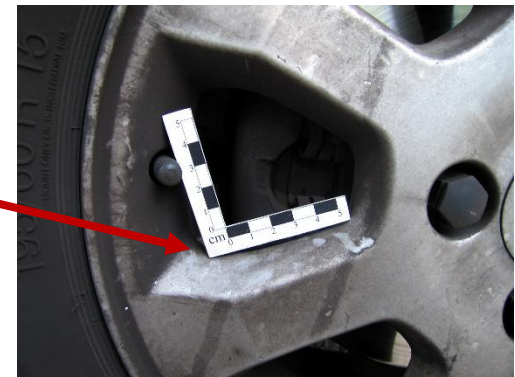
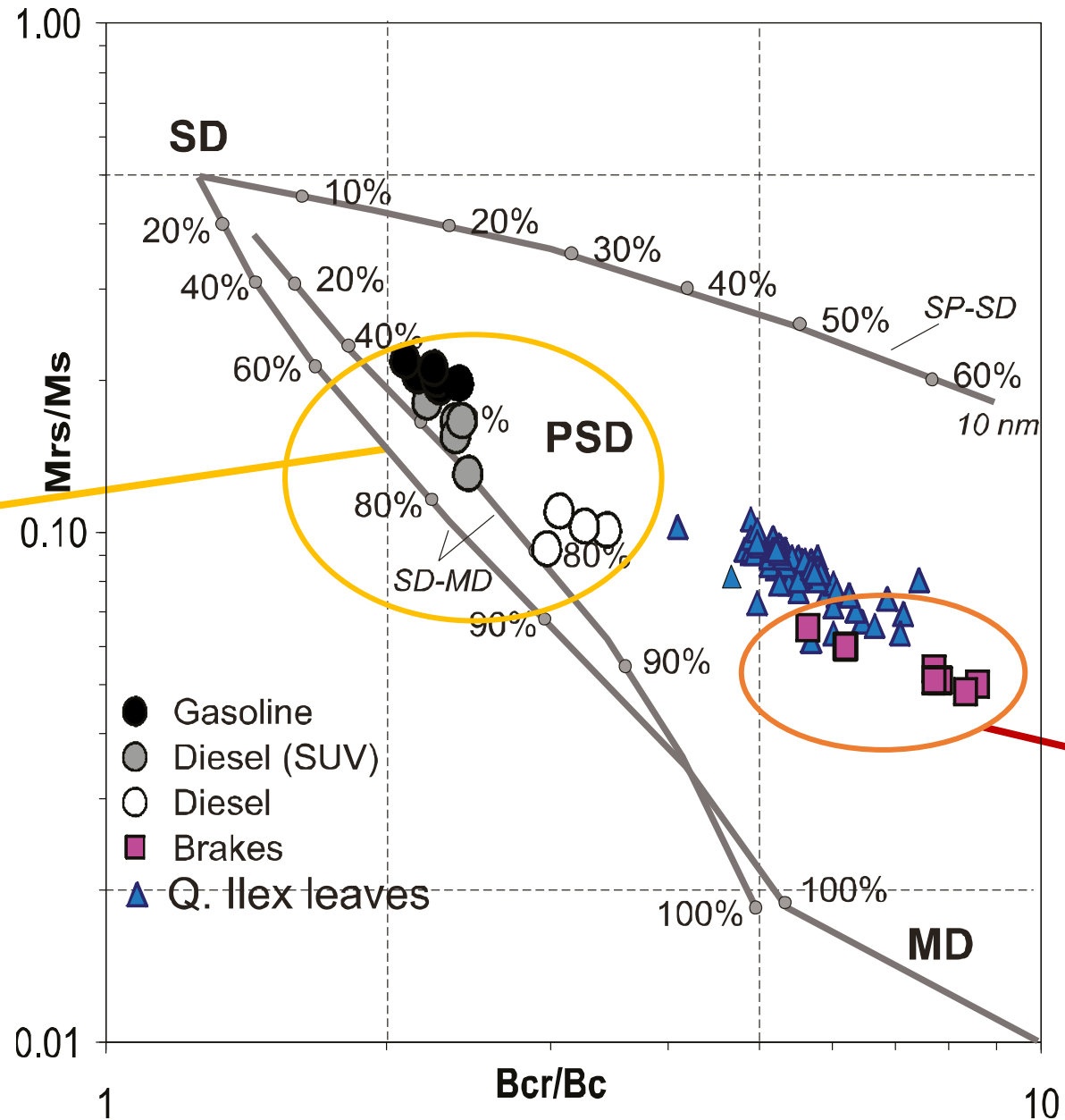
# Biomonitoraggio lichenico di combustioni abusive Roma, Via di Salone (ARPA Lazio - INGV)



# Discriminazione delle emissioni da traffico veicolare

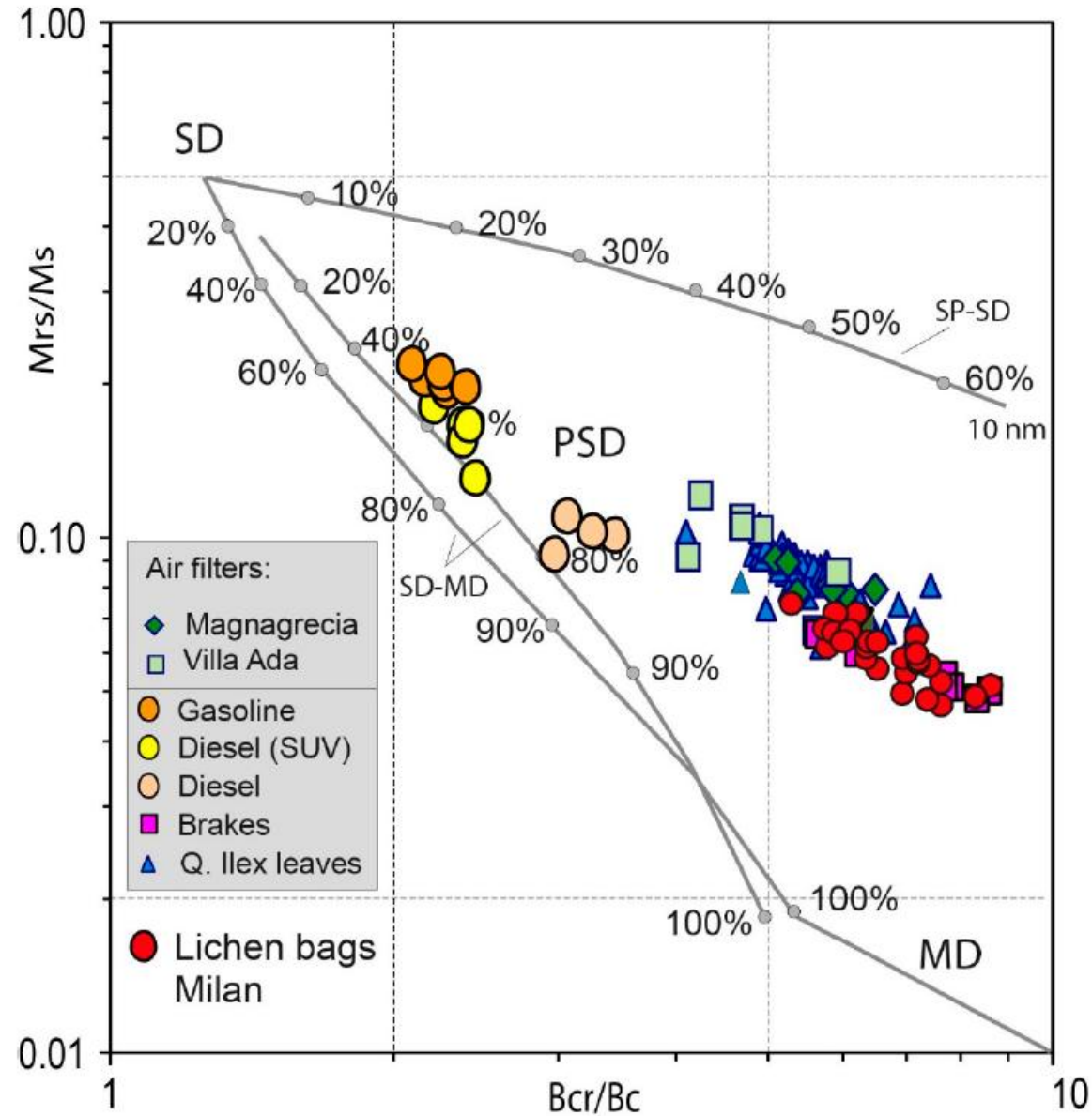


Carburanti



Freni

# Day Plot – trapianti lichenici in area urbana, Milano



Prevalenza di emissioni da freni

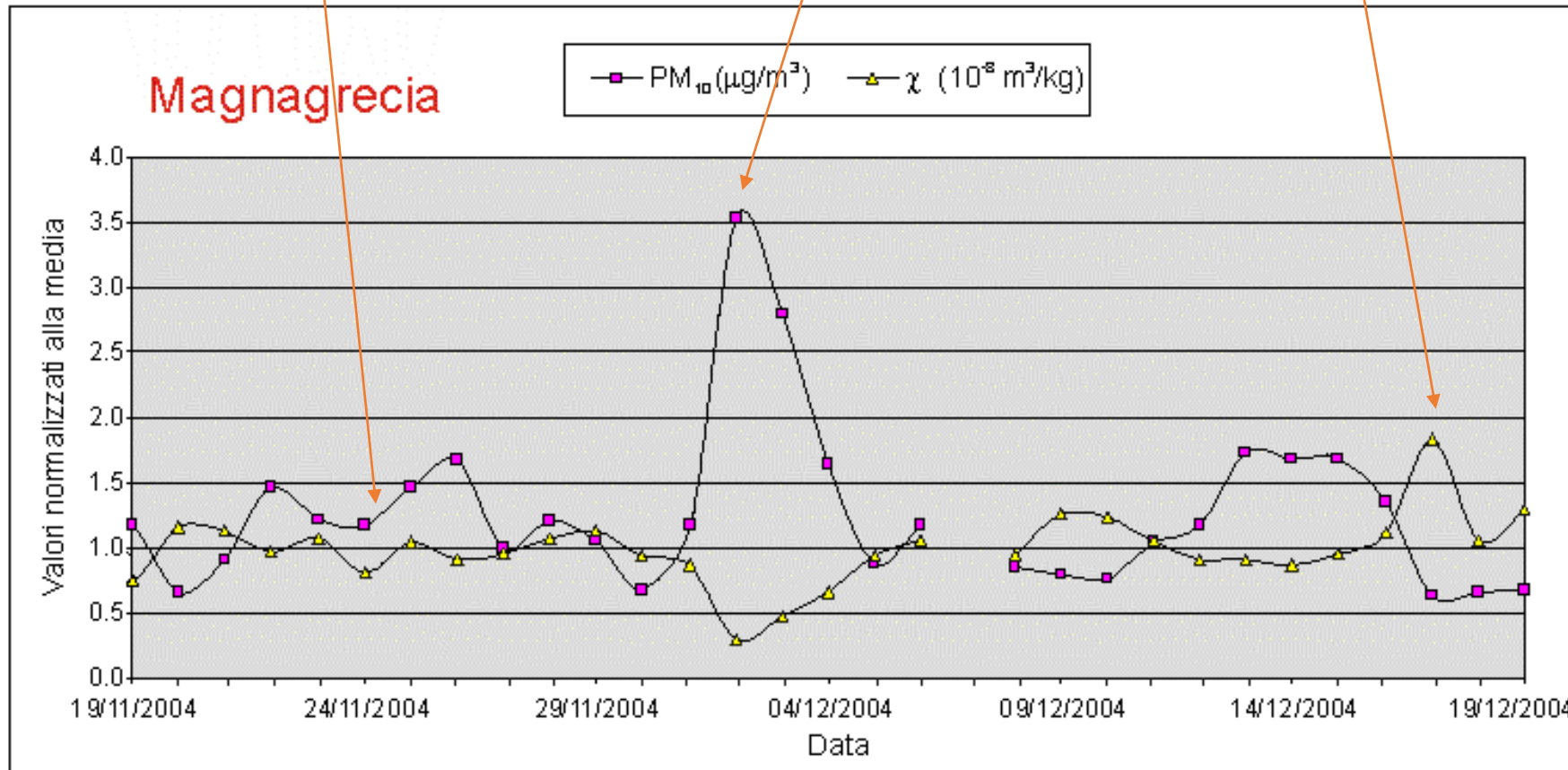


# Misurazioni magnetiche su filtri: sorgenti del

Suscettività e PM con andamento analogo: suscettività di massa costante

Concentrazione di PM<sub>10</sub> con un picco non rilevato con la suscettività; minimo della suscettività di massa

La suscettività ha un picco non evidente da dati di PM<sub>10</sub>



Aumento di apporto di polveri naturali non magnetiche



Aumento relativo della frazione magnetica



## Magnetismo dei filtri PM nel periodo di *lockdown* 2020

Sono stati determinati:

- 1) **suscettività magnetica di volume**, quale indicatore della concentrazione di minerali magnetici nei filtri per unità di volume standard ( $10 \text{ cm}^3$ ).
- 2) **concentrazione e massa giornaliera del PM** – fornito da ARPA Lazio – è stato convertito in massa/die considerando il volume di  $55 \text{ m}^3$  di aria giornaliera filtrata dalle stazioni.
- 3) **suscettività di massa**, quale rapporto tra la suscettività totale e la massa del PM accumulato dai filtri, quale indicatore della concentrazione dei minerali magnetici contenuti nei filtri.
- 4) **proprietà di isteresi**, per ottenere i parametri relativi alla magnetizzazione dei campioni e il «Day Plot», che fornisce indicazioni sulle sorgenti a partite dalla granulometria magnetica delle polveri accumulate nei filtri (campioni selezionati)
- 5) **diagrammi FORC**, per discriminare le frazioni magnetiche in base alla coercitività e alle interazioni magnetiche (campioni selezionati).

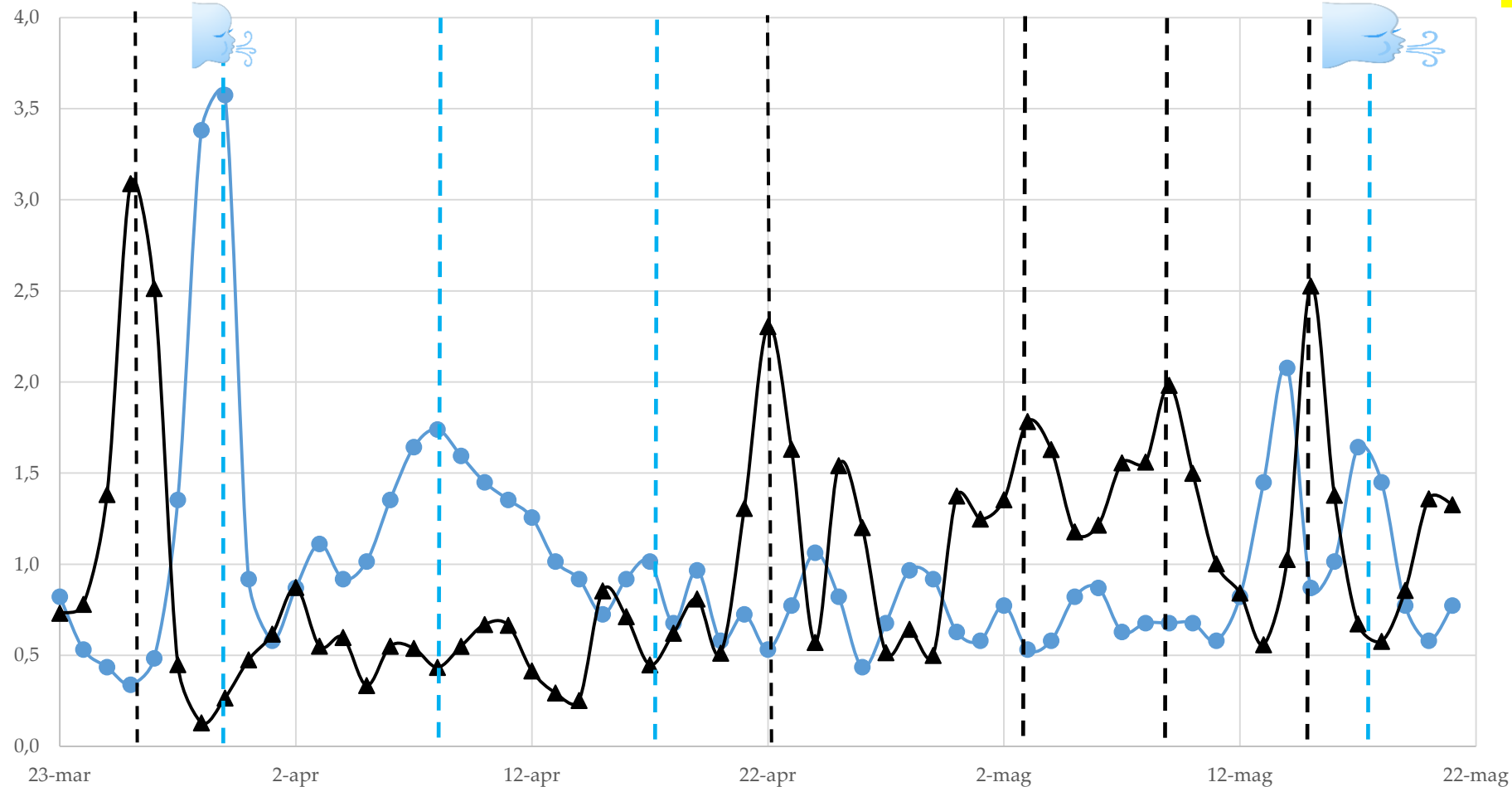
## Roma

- Fermi; 23 marzo - 21 maggio
- Cinecittà; 3 marzo – 2 giugno
- Magnagrecia; 26 marzo - 11 maggio

# Risultati: ROMA FERMI 23 marzo - 21 maggio

Concentrazione media magnetite = 1.19% (15 campioni)

▲ suscettività massa; ● PM – valori normalizzati al valor medio



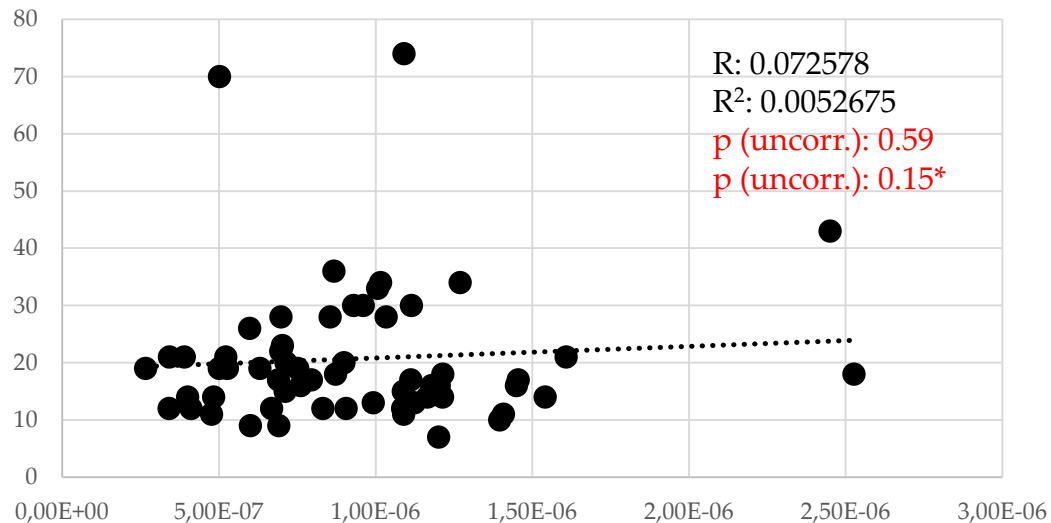
Suscettività di volume  
max 2.53E-06  
min 2.66E-07  
media 9.34E-07

suscettività di massa  
max 3.12E-05 m<sup>3</sup>/kg  
min 1.30E-06 m<sup>3</sup>/kg  
media 1.01E-05 m<sup>3</sup>/kg

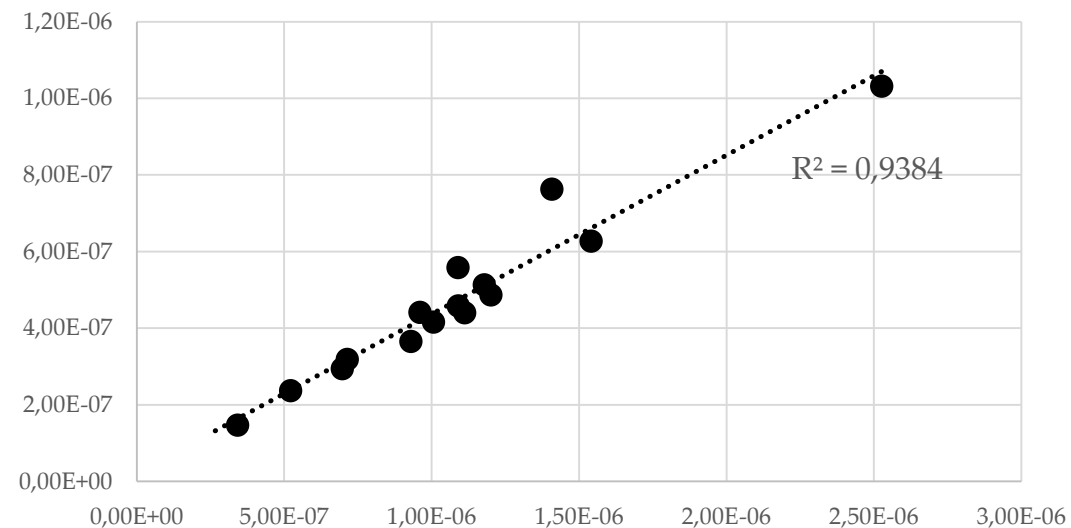
- massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

# Correlazioni: ROMA FERMI

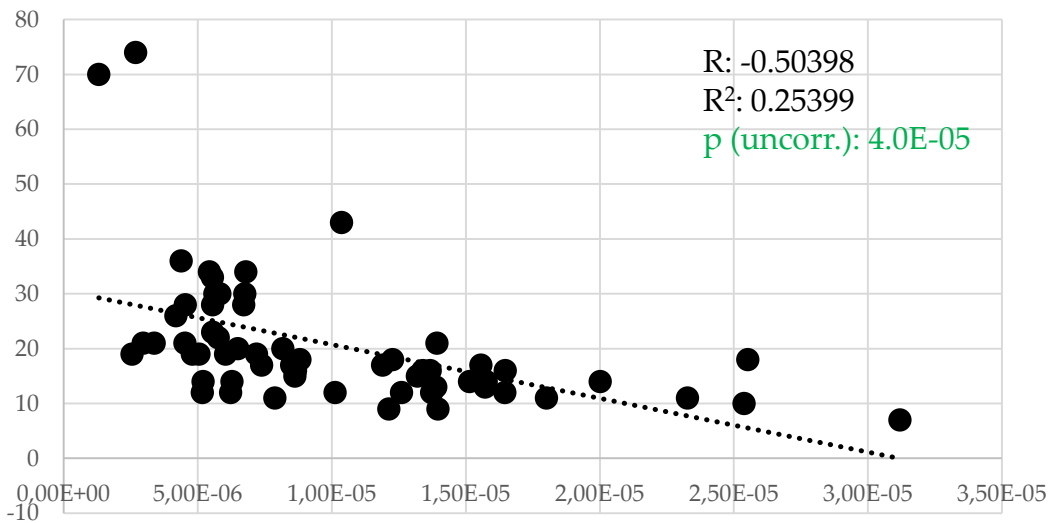
## Fermi PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_vol



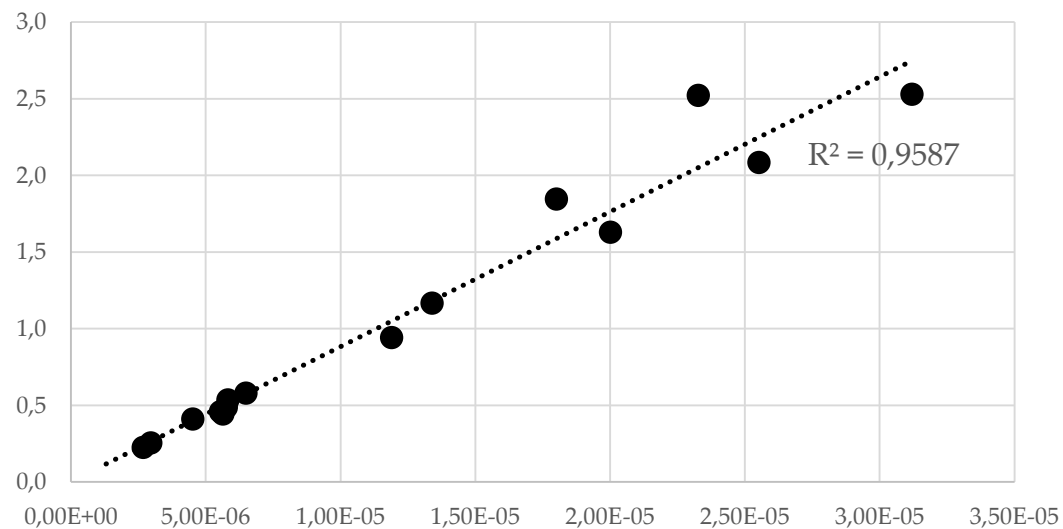
## Fermi Ms ( $\text{Am}^2$ ) vs k\_vol



## Fermi PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )

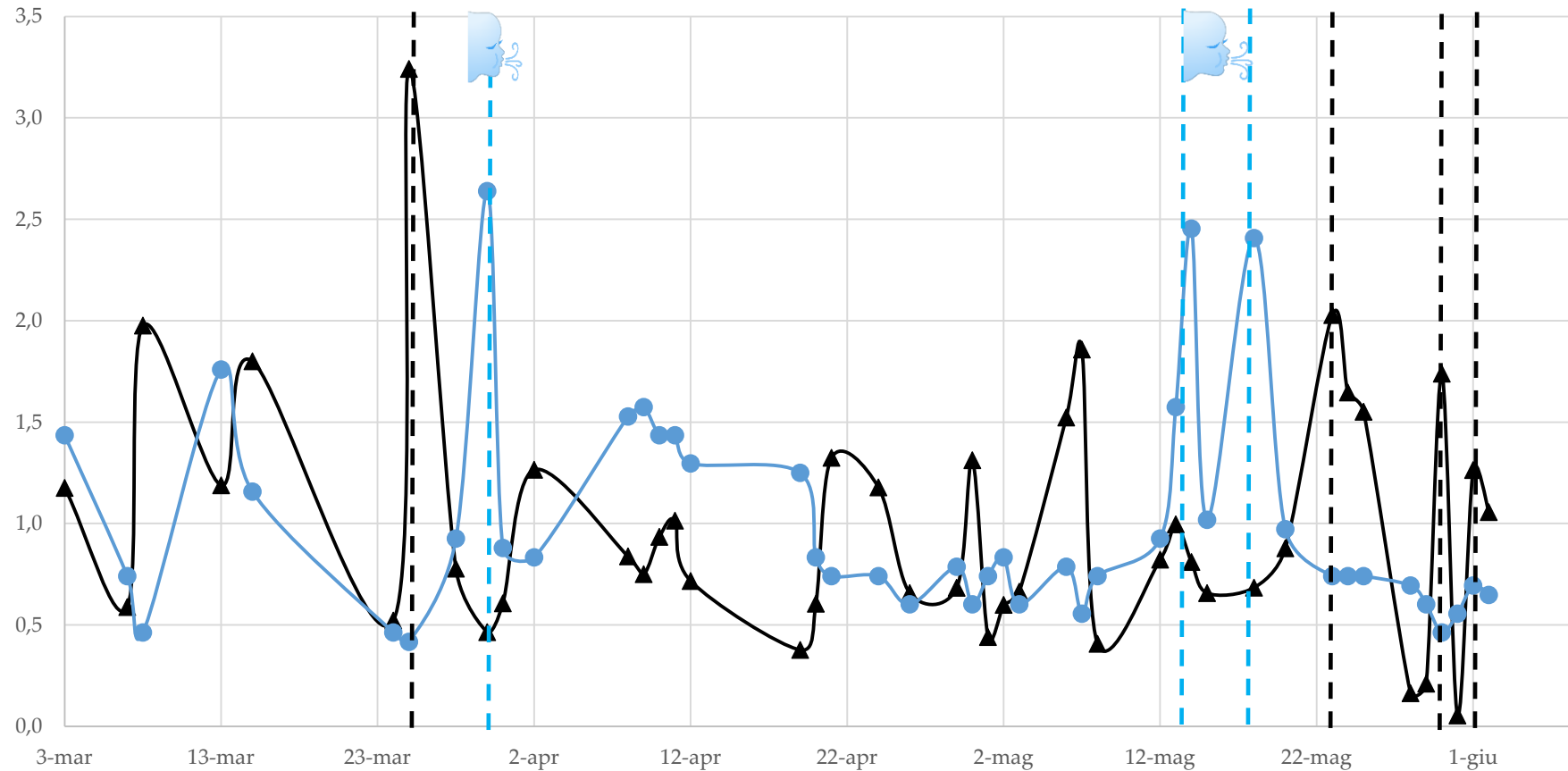


## Fermi Ms\_mass ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ ) vs k\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



# Risultati: ROMA CINECITTÀ 3 marzo – 2 giugno

▲ suscettività massa; ● PM – valori normalizzati al valor medio



Concentrazione media magnetite 0.47% (15 campioni)

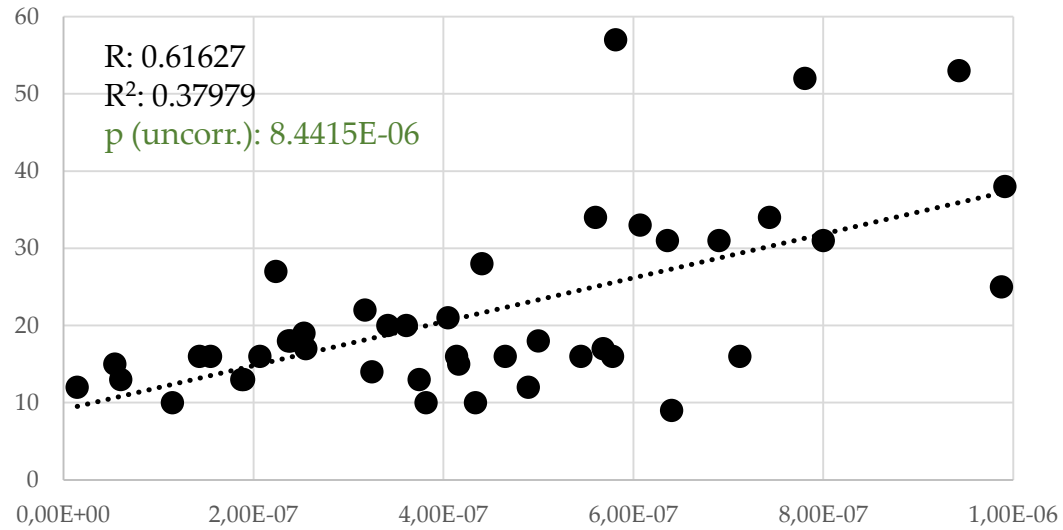
Suscettività di volume  
max  $9.91E-07$   
min  $1.42E-08$   
media  $4.40E-07$   
(47% susc. Fermi)

suscettività di massa  
max  $1.29E-05 \text{ m}^3/\text{kg}$   
min  $2.15E-07 \text{ m}^3/\text{kg}$   
media  $3.99E-06 \text{ m}^3/\text{kg}$

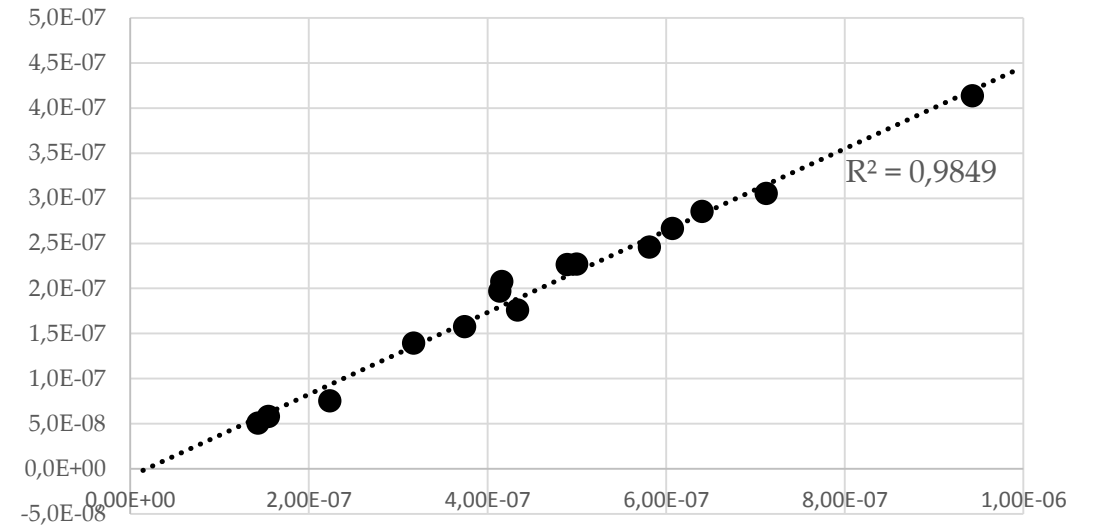
- massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

# Correlazioni: ROMA Cinecittà

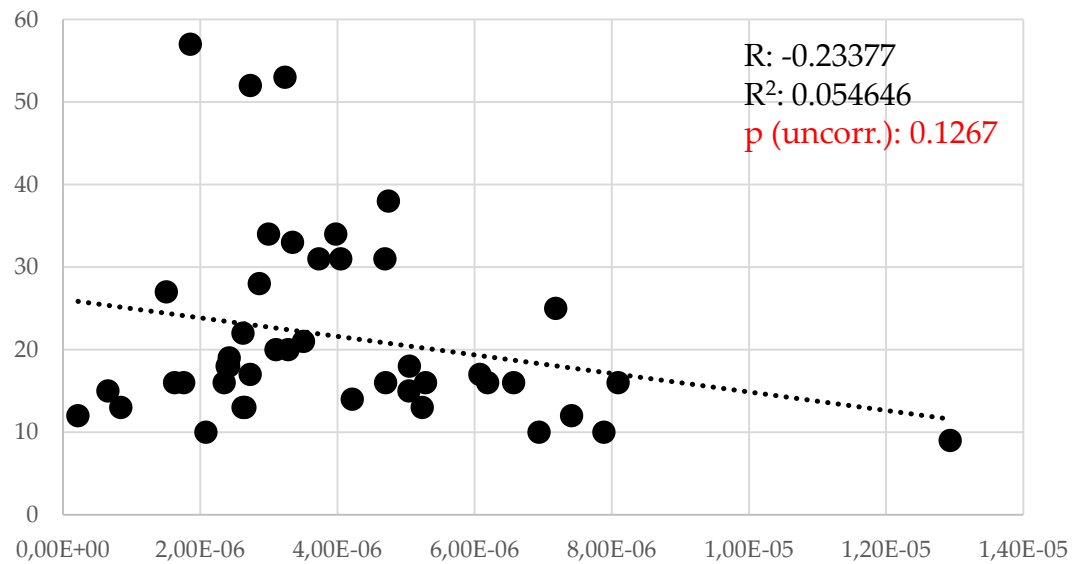
## Cinecittà PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_vol



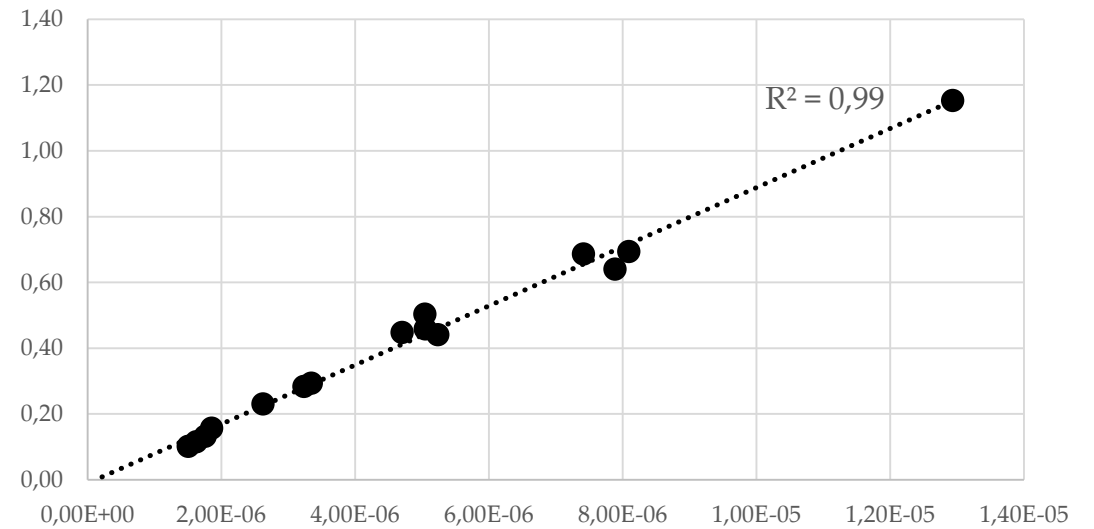
## Cinecittà Ms ( $\text{Am}^2$ ) vs k\_vol



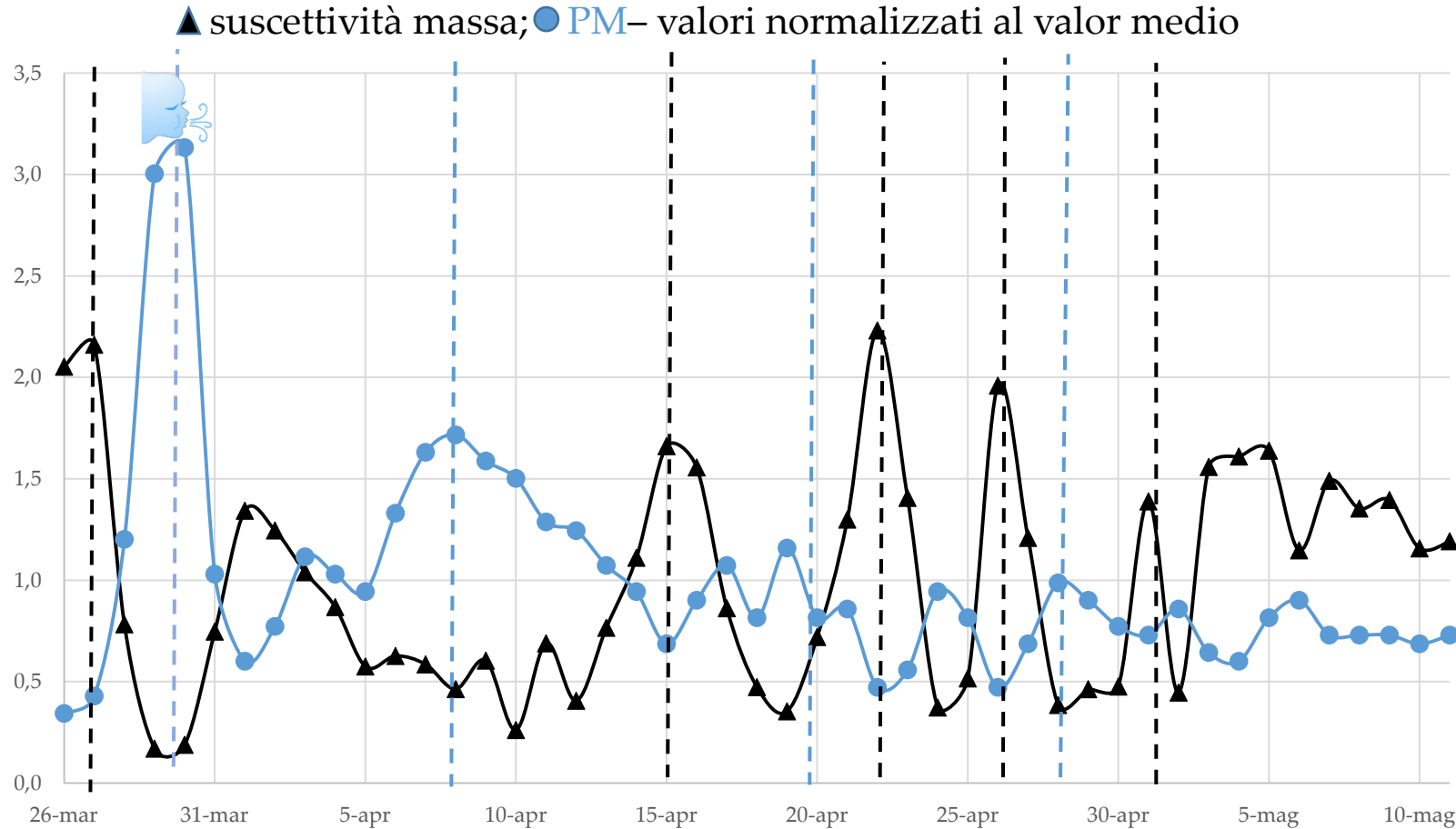
## Cinecittà PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_mass



## Cinecittà Ms\_mass ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ ) vs k\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



Risultati: ROMA MAGNAGRECIA (26 marzo - 11 maggio)



Suscettività di volume  
 max 1.80E-06  
 min 4.50E-07  
 media 1.03E-06  
 (110% susc. Fermi)

Sagnotti et al., 2006  
 max 4.50E-06  
 min 6.60E-07  
 media 2.06E-06

suscettività di massa  
 max 2.23E-05 m<sup>3</sup>/kg  
 min 1.69E-06 m<sup>3</sup>/kg  
 media 9.99E-06 m<sup>3</sup>/kg

Sagnotti et al., 2006  
 max 4.08E-05 m<sup>3</sup>/kg  
 min 6.24E-06 m<sup>3</sup>/kg  
 media 2.12E-05 m<sup>3</sup>/kg

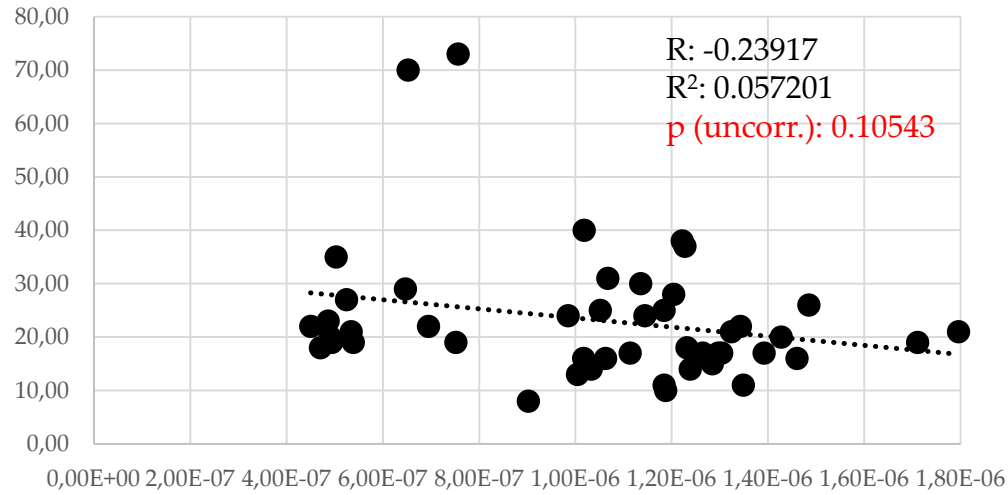
Concentrazione media magnetite  
 1.10% (12 campioni)

- - - - - massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- - - - - massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

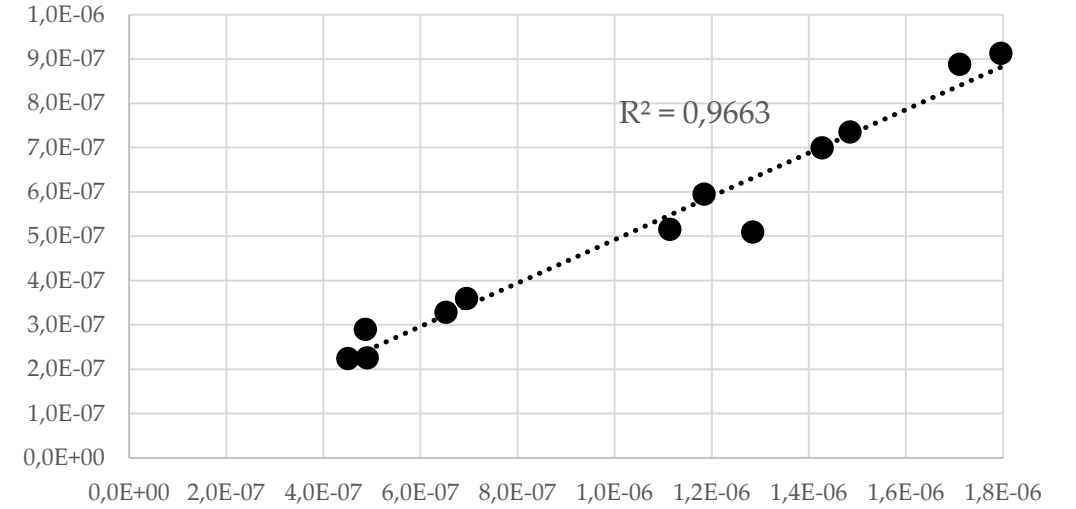


# Correlazioni: ROMA Magnagrecia

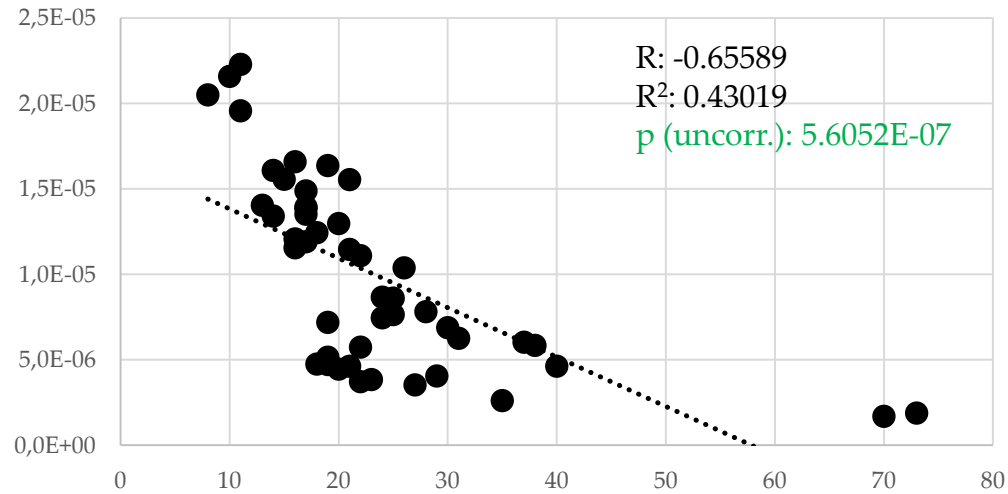
## Magnagrecia PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_vol



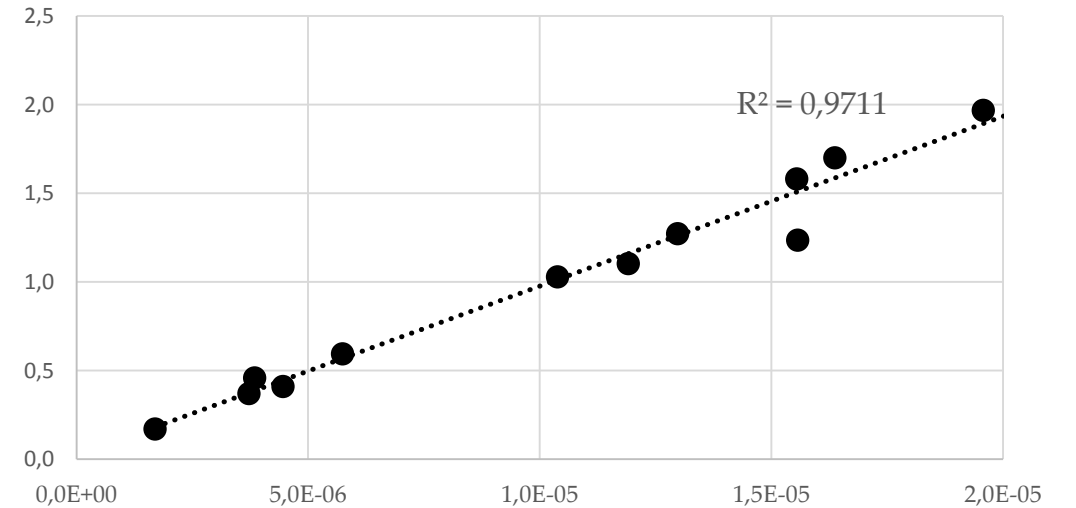
## Magnagrecia Ms ( $\text{Am}^2$ ) vs k\_vol



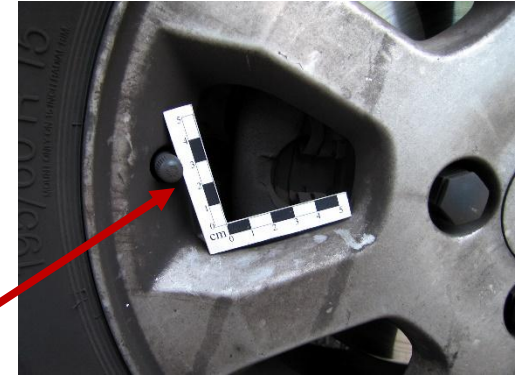
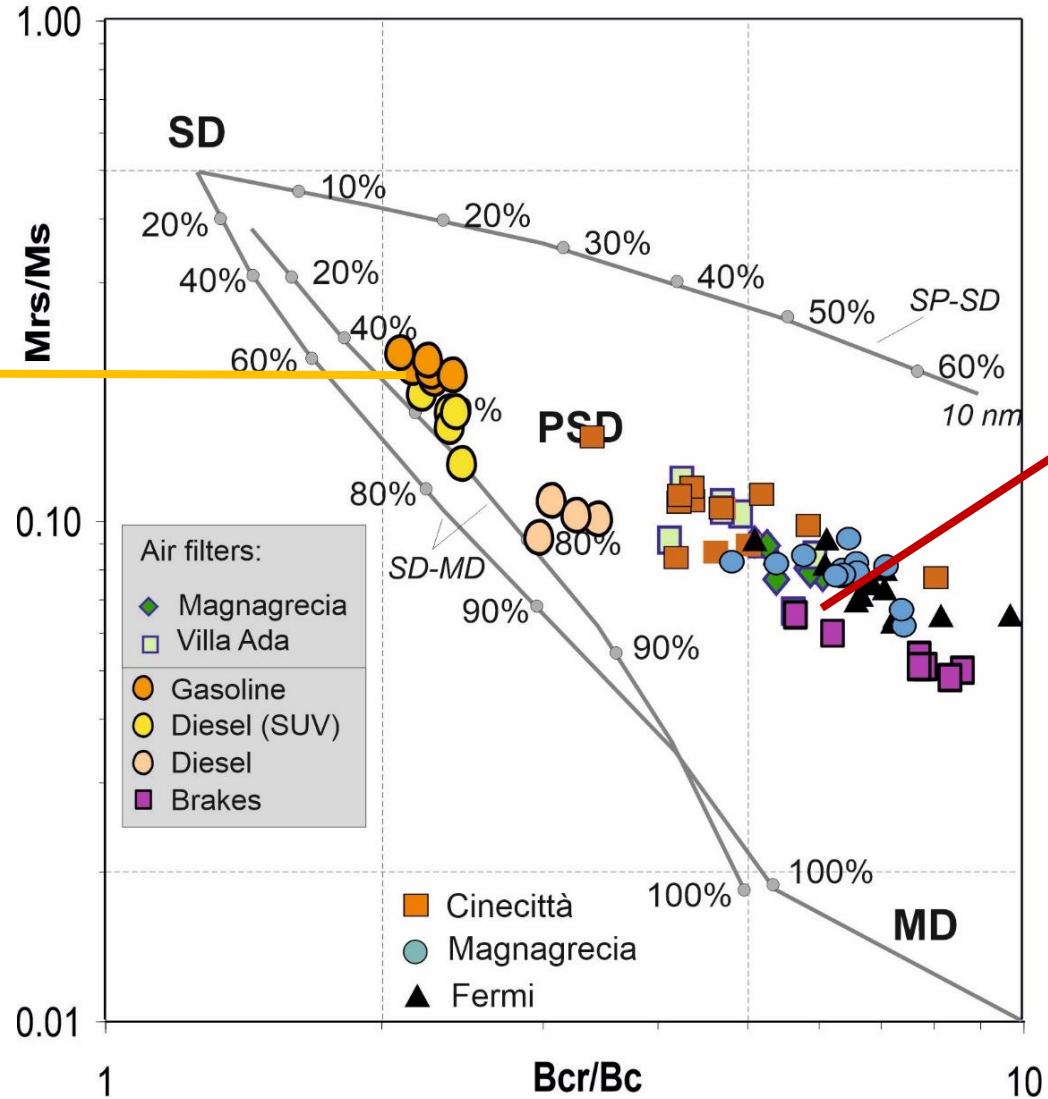
## Magnagrecia PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



## Magnagrecia Ms\_mass ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ ) vs kmass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



# Day Plot - Roma



- Magnagrecia e Fermi: prevalenza di emissioni da freni.
- Cinecittà: punti verso le zone centrali del Day Plot, contributi da carburanti o sorgenti naturali

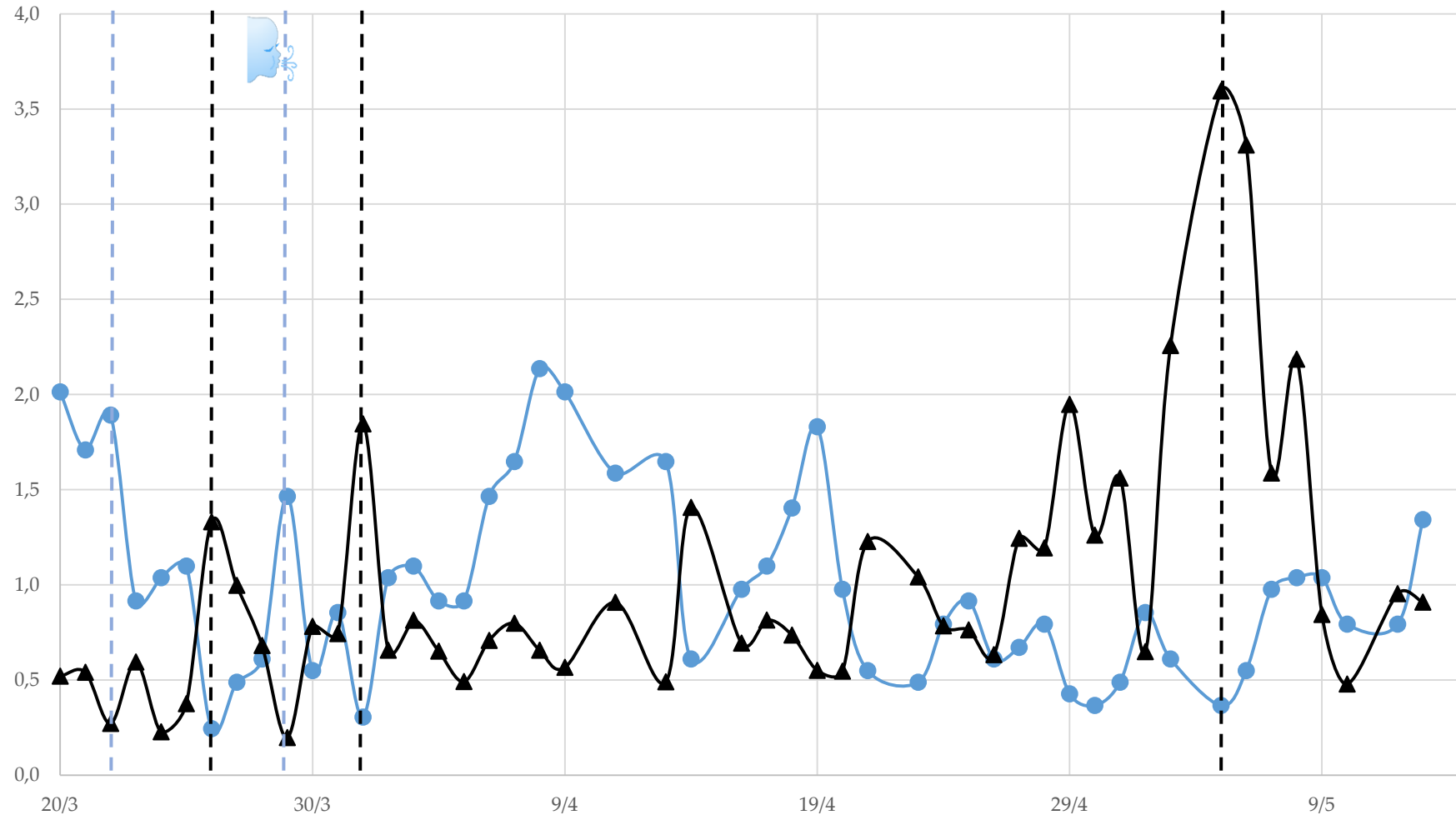
## Valle del Sacco

- Anagni; 20 marzo – 13 maggio
- Cassino; 23 marzo – 11 maggio
- Cassino PM 2.5; 23 marzo – 11 maggio
- Ferentino; 25 marzo – 14 maggio
- Ferentino PM 2.5; 25 marzo – 14 maggio

Concentrazione media magnetite 0.19% (7 campioni)

Risultati: ANAGNI 20 marzo – 13 maggio

▲ suscettività massa; ● PM



Suscettività di volume  
max 5.91E-07  
min 6.15E-08  
media 2.15E-07  
(23% susc. Fermi)

Magnagrecia  
Suscettività di volume  
max 1.80E-06  
min 4.50E-07  
media 1.03E-06

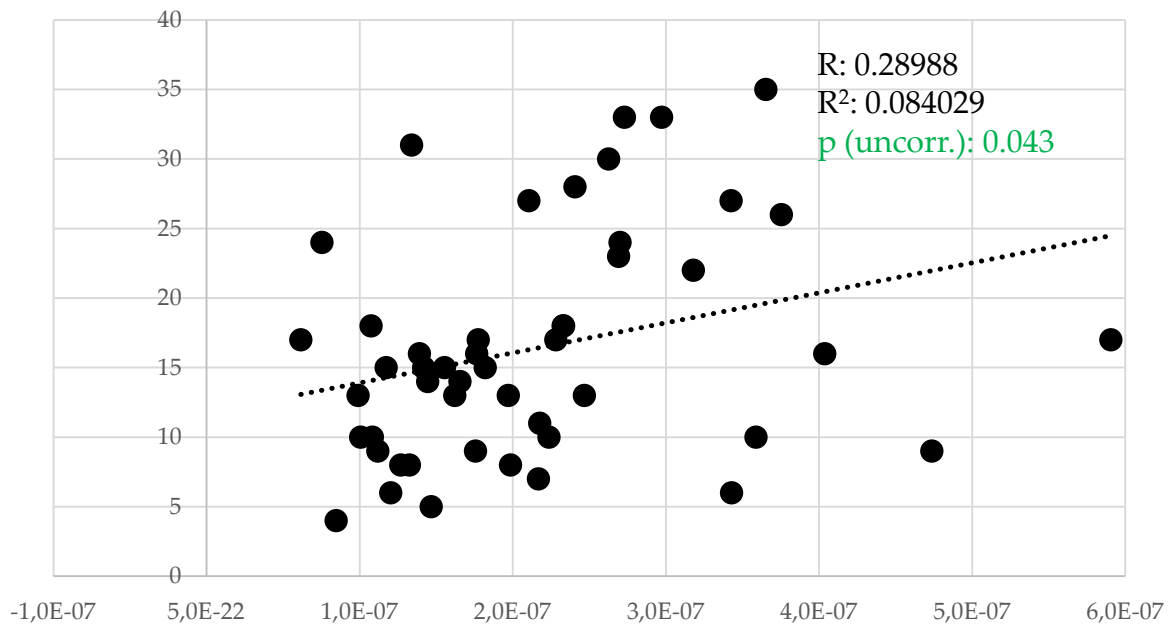
suscettività di massa  
max 1.04E-05 m<sup>3</sup>/kg  
min 5.71E-07 m<sup>3</sup>/kg  
media 2.89E-06 m<sup>3</sup>/kg

Magnagrecia  
suscettività di massa  
max 2.23E-05 m<sup>3</sup>/kg  
min 1.69E-06 m<sup>3</sup>/kg  
media 9.99E-06 m<sup>3</sup>/kg

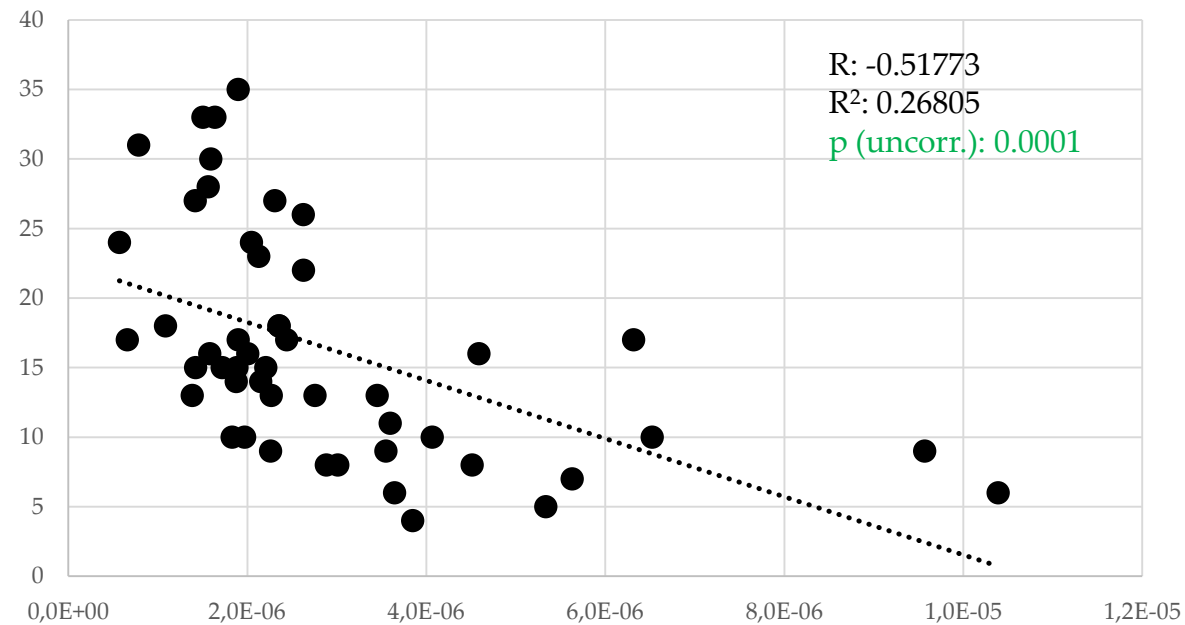
- massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

# Correlazioni: ANAGNI

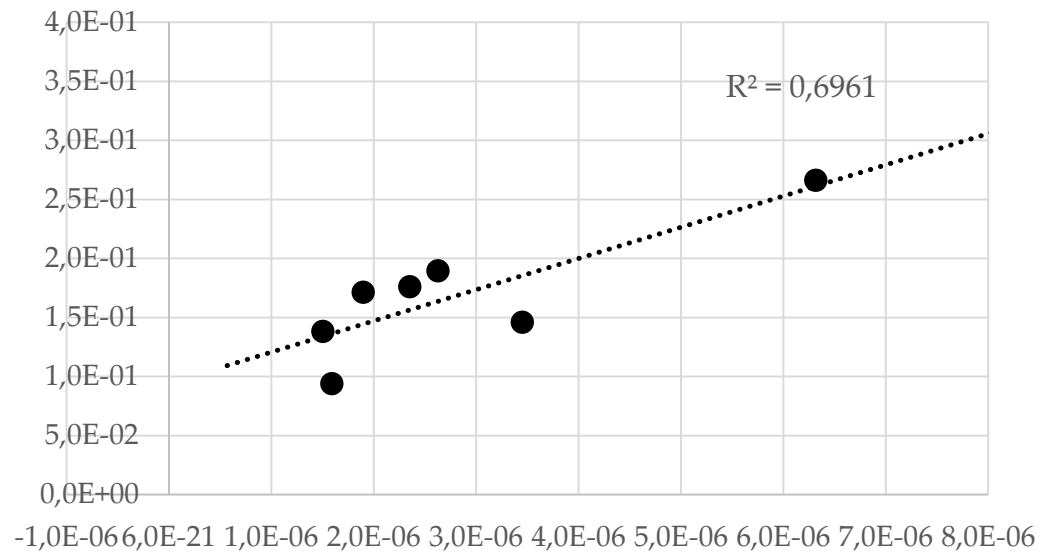
## Anagni PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_vol



## Anagni PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



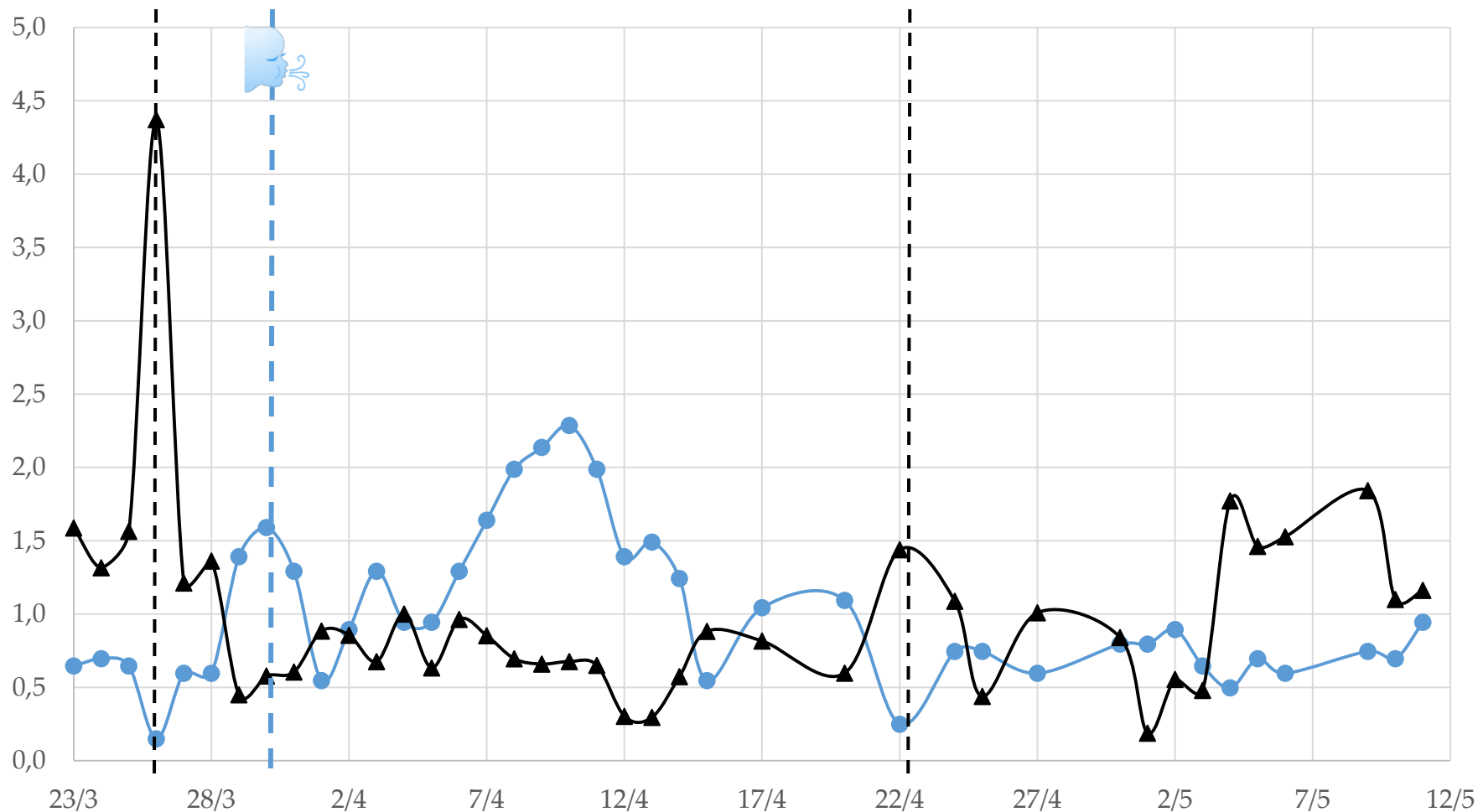
## Ms\_mass ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ ) vs k\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



Concentrazione media magnetite 0.27% (6 campioni)

Risultati: CASSINO (23 marzo – 11 maggio)

▲ suscettività massa; ● PM



Suscettività di volume  
max 4.43E-07  
min 4.29E-08  
media 2.34E-07  
(25% susc. Fermi)

**Magnagrecia**  
Suscettività di volume  
max 1.80E-06  
min 4.50E-07  
media 1.03E-06

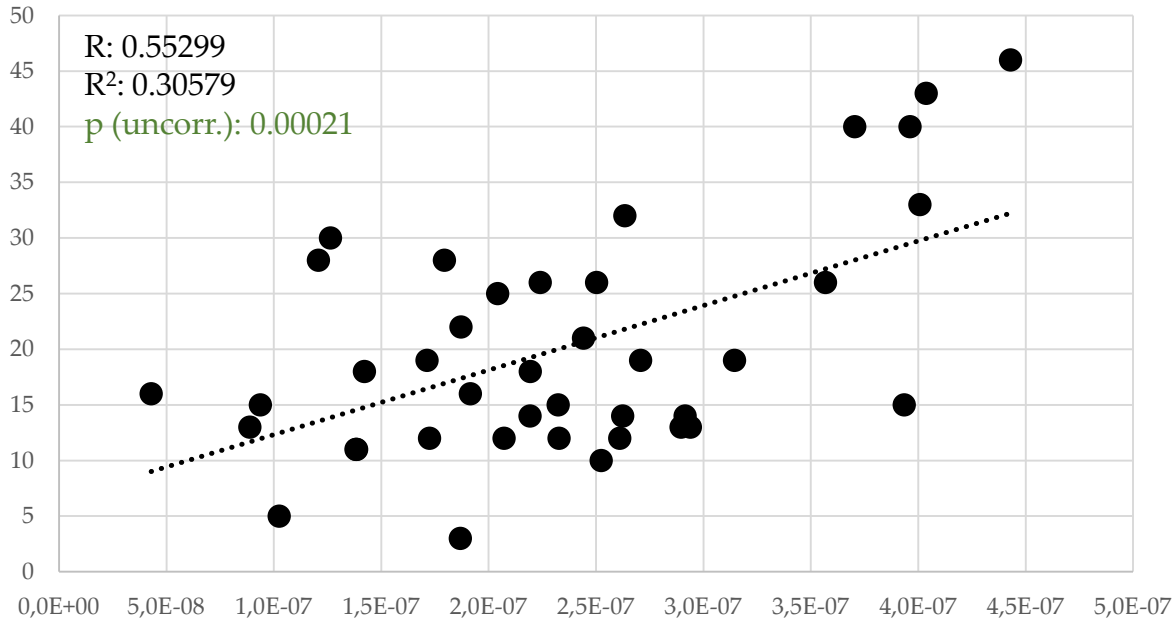
suscettività di massa  
max 1.13E-05 m<sup>3</sup>/kg  
min 4.87E-07 m<sup>3</sup>/kg  
media 2.59E-06 m<sup>3</sup>/kg

**Magnagrecia**  
suscettività di massa  
max 2.23E-05 m<sup>3</sup>/kg  
min 1.69E-06 m<sup>3</sup>/kg  
media 9.99E-06 m<sup>3</sup>/kg

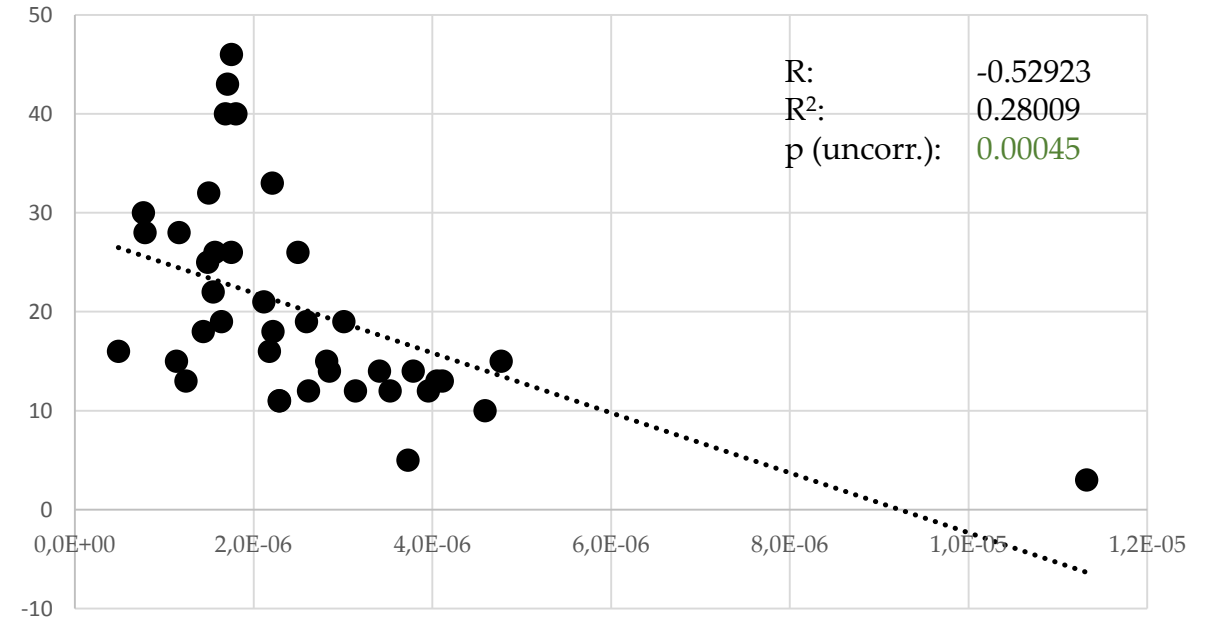
- - - - - massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- - - - - massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

# Correlazioni: CASSINO

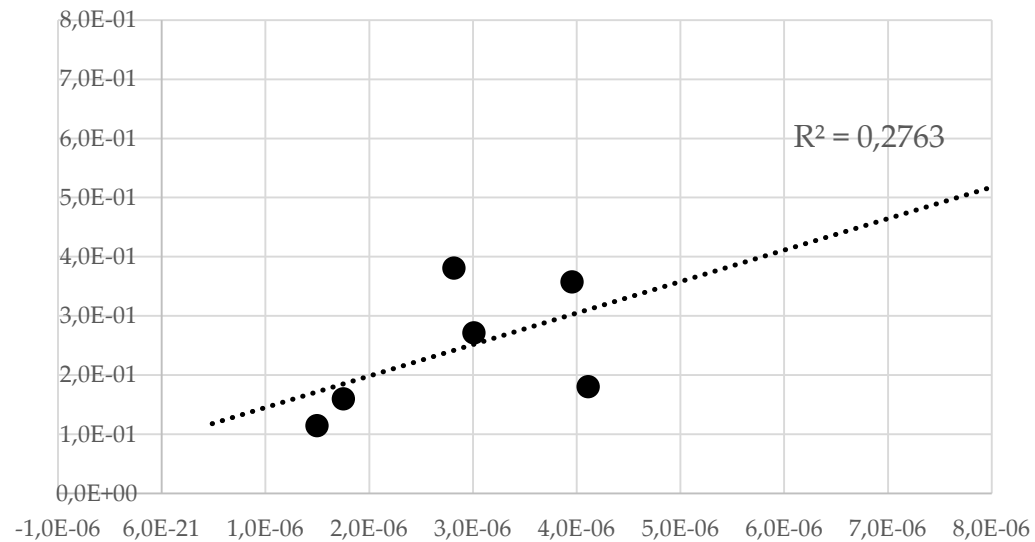
## Cassino PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs $k_{\text{vol}}$



## Cassino PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs $k_{\text{mass}}$ ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



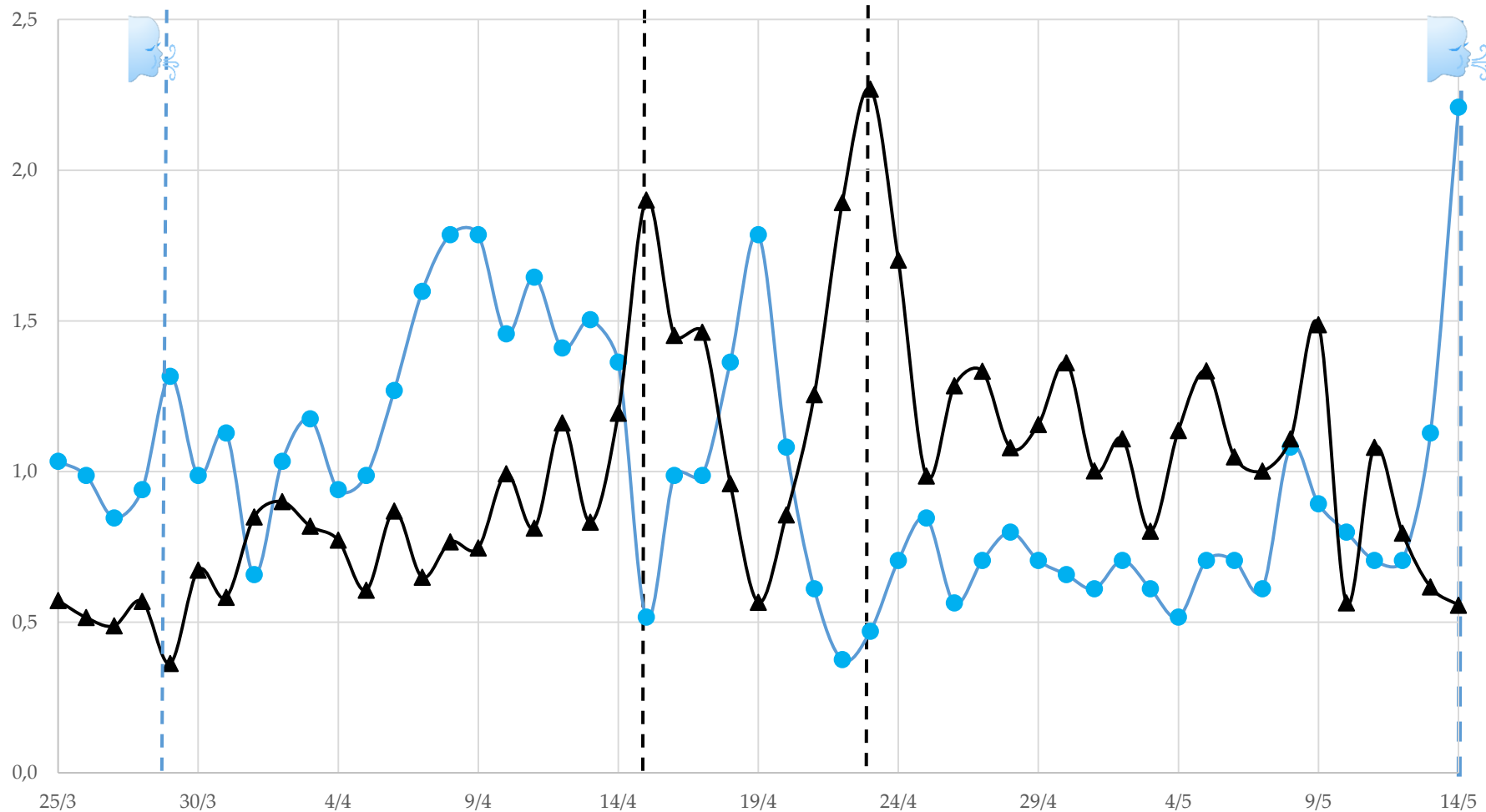
## $M_{\text{s\_mass}}$ ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ ) vs $K_{\text{mass}}$ ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



Concentrazione media magnetite 0.15% (8 campioni)

Risultati: FERENTINO (25 marzo – 14 maggio)

▲ suscettività massa; ● PM



Suscettività di volume  
max 4.18E-07  
min 1.05E-07  
media 2.33E-07  
25% susc. Fermi

Magnagrecia  
Suscettività di volume  
max 1.80E-06  
min 4.50E-07  
media 1.03E-06

suscettività di massa  
max 4.95E-06 m<sup>3</sup>/kg  
min 7.92E-07 m<sup>3</sup>/kg  
media 2.18E-06 m<sup>3</sup>/kg

Magnagrecia  
suscettività di massa  
max 2.23E-05 m<sup>3</sup>/kg  
min 1.69E-06 m<sup>3</sup>/kg  
media 9.99E-06 m<sup>3</sup>/kg

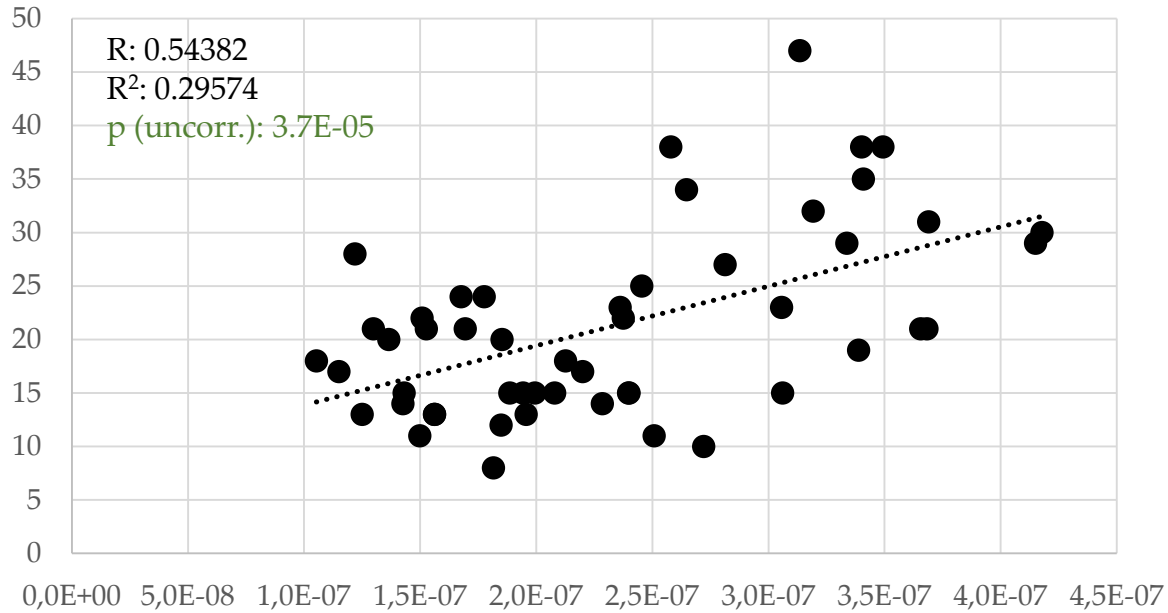
--- massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche

--- massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

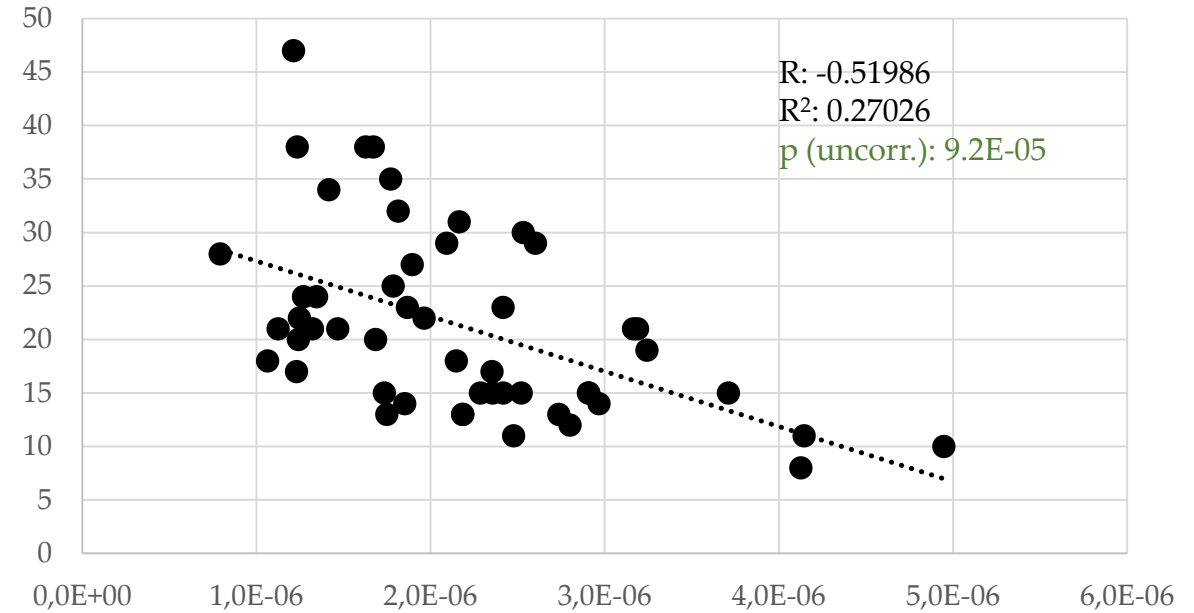


# Correlazioni: FERENTINO

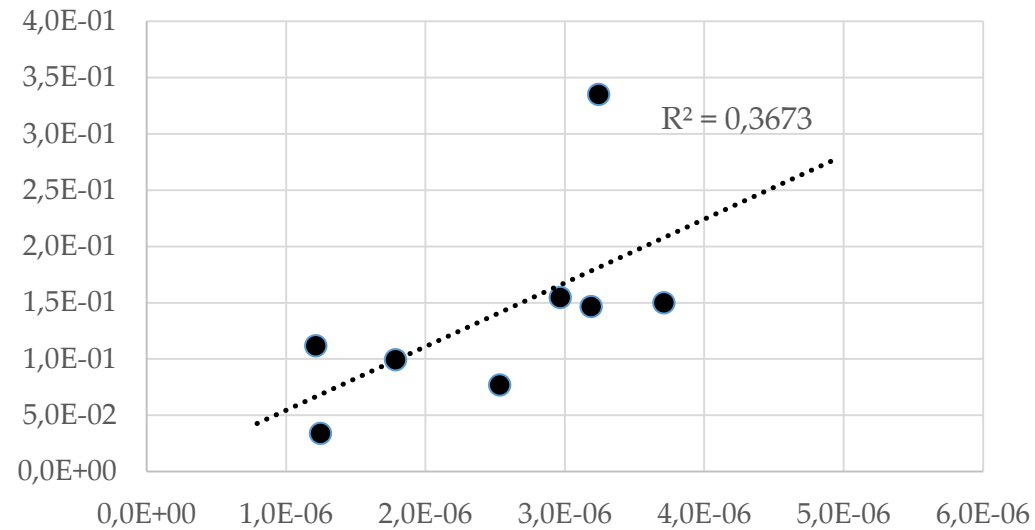
## Ferentino PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs $k_{\text{vol}}$



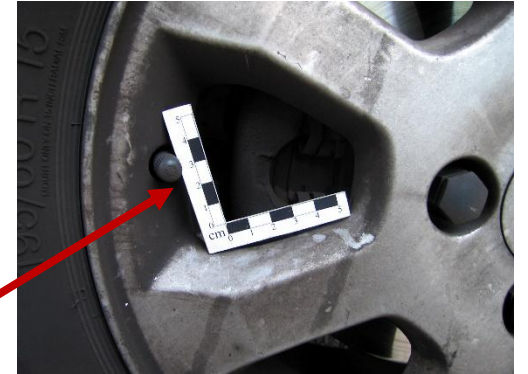
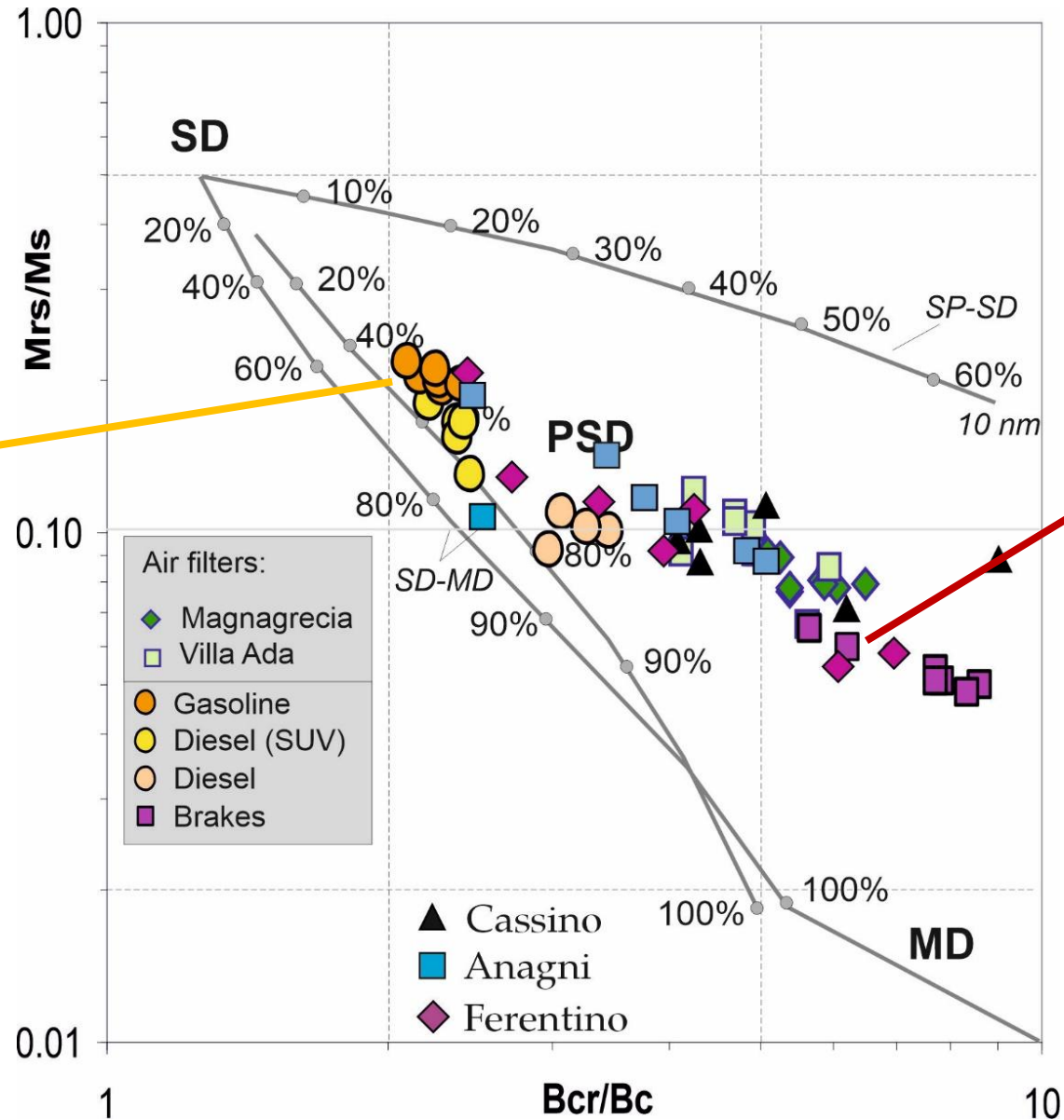
## Ferentino PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs $k_{\text{mass}}$ ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



## Ferentino Ms\_mass ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ ) vs $k_{\text{mass}}$ ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



# Day plot – Valle del Sacco

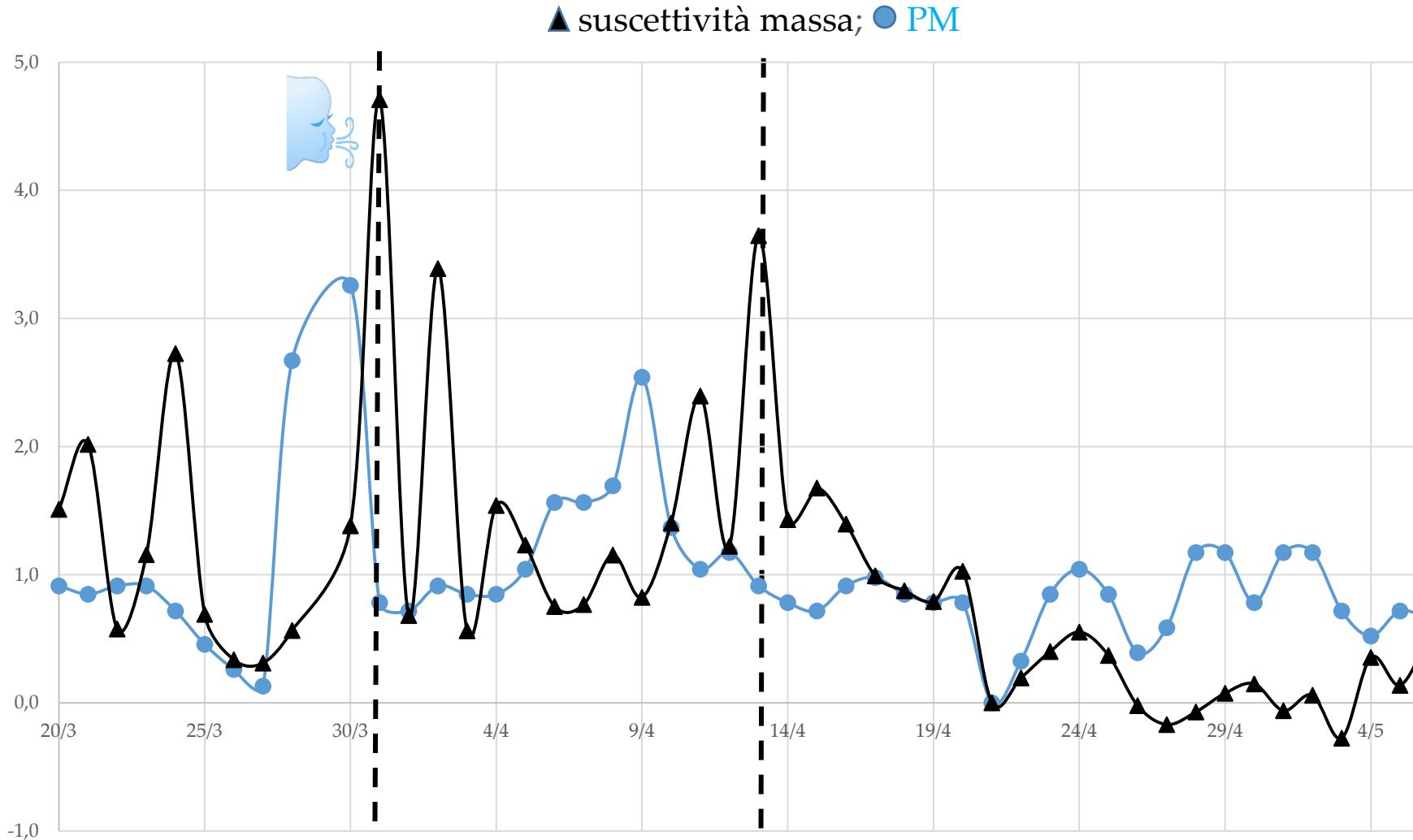


Dati sono maggiormente dispersi rispetto a Roma, : compresenza di varie sorgenti emissive e naturali

## Civitavecchia

- Campo Oro; 18 marzo – 28 marzo
- Faro; 16 marzo – 30 marzo
- San Gordiano; 16 marzo – 30 marzo
- Sant'Agostino; 20 marzo - 7 maggio
- Villa Albani; 16 marzo – 31 maggio

# Risultati: Sant'Agostino (20 marzo - 7 maggio)



Suscettività di volume  
 max  $2.92E-08$   
 min  $-1.70E-08$   
 media  $8.73E-08$   
 (9% susc. Fermi)

**Magnagrecia**  
 Suscettività di volume  
 max  $1.80E-06$   
 min  $4.50E-07$   
 media  $1.03E-06$

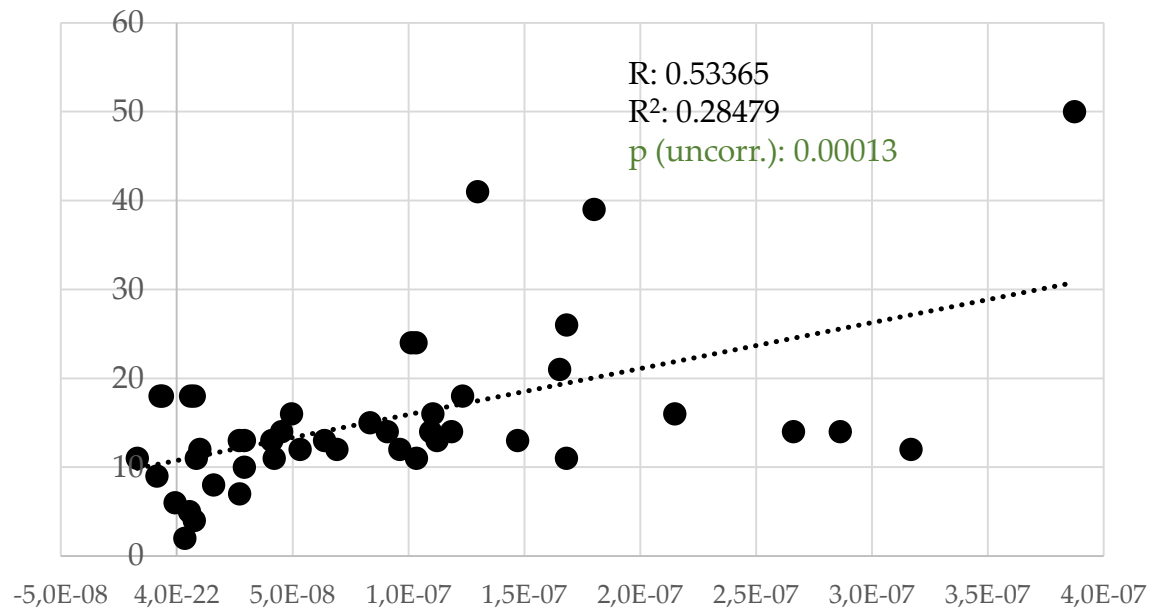
suscettività di massa  
 max  $4.80E-06 \text{ m}^3/\text{kg}$   
 min  $-2.82E-07 \text{ m}^3/\text{kg}$   
 media  $1.02E-06 \text{ m}^3/\text{kg}$

**Magnagrecia**  
 suscettività di massa  
 max  $2.23E-05 \text{ m}^3/\text{kg}$   
 min  $1.69E-06 \text{ m}^3/\text{kg}$   
 media  $9.99E-06 \text{ m}^3/\text{kg}$

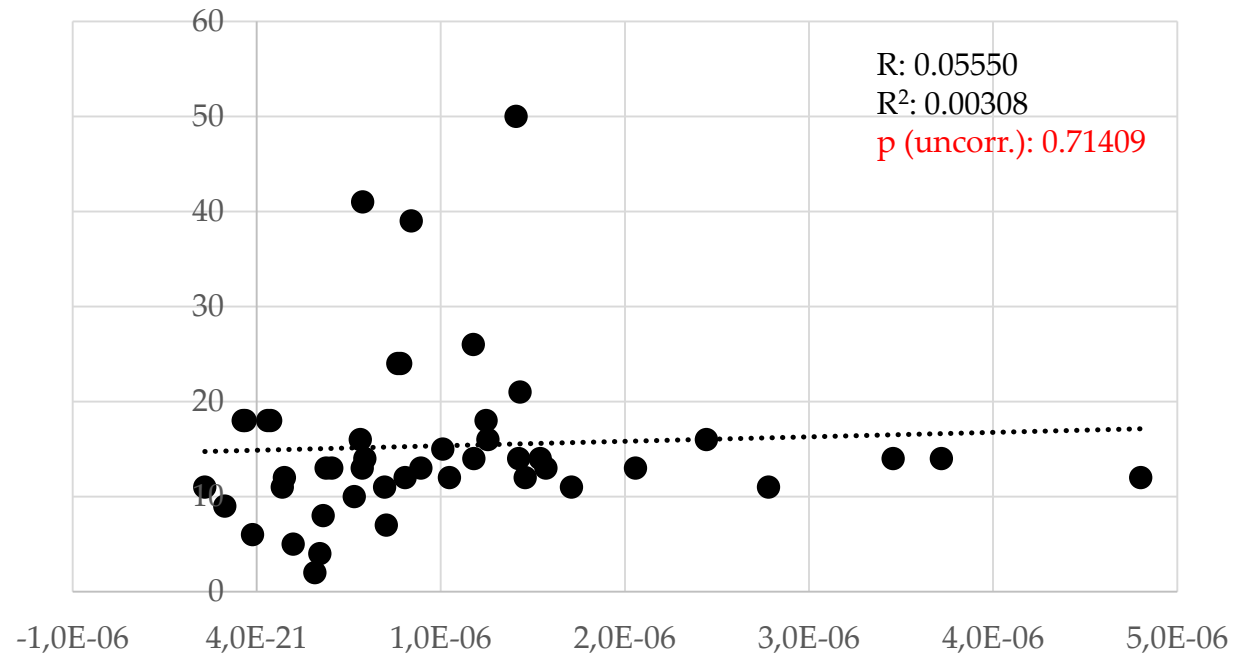
- massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

# Correlazioni: SANT' AGOSTINO

## Sant'Agostino PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_vol



## Sant'Agostino PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )



Risultati: Villa Albani (16 marzo – 31 maggio)

Concentrazione media magnetite = 0.55%

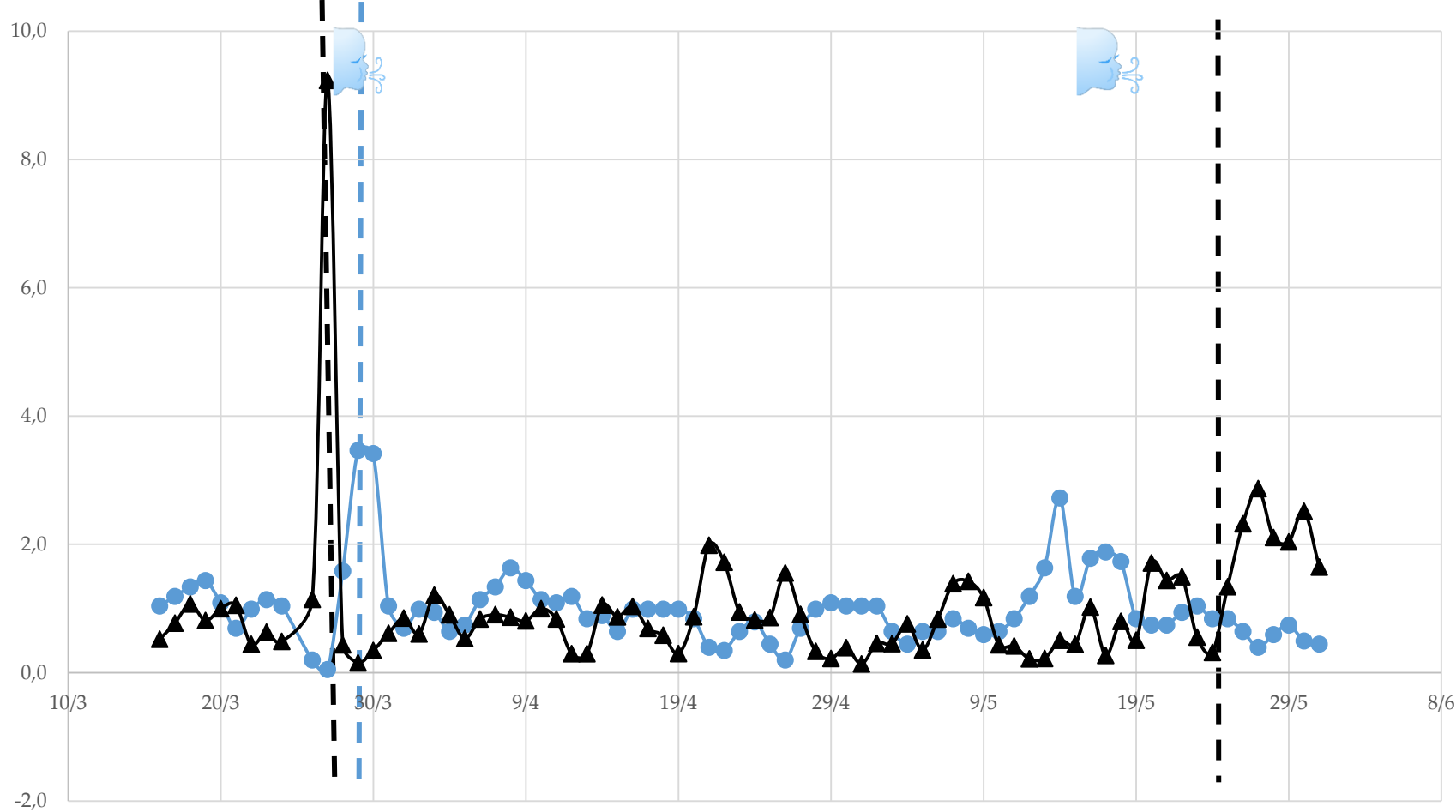
Suscettività di volume  
 max 1.16E-06  
 min 9.11E-08  
 media 4.78E-07

Magnagrecia  
 Suscettività di volume  
 max 1.80E-06  
 min 4.50E-07  
 media 1.03E-06

suscettività di massa  
 max 5.30E-05 m<sup>3</sup>/kg  
 min 7.89E-07 m<sup>3</sup>/kg  
 media 5.74E-06 m<sup>3</sup>/kg

Magnagrecia  
 suscettività di massa  
 max 2.23E-05 m<sup>3</sup>/kg  
 min 1.69E-06 m<sup>3</sup>/kg  
 media 9.99E-06 m<sup>3</sup>/kg

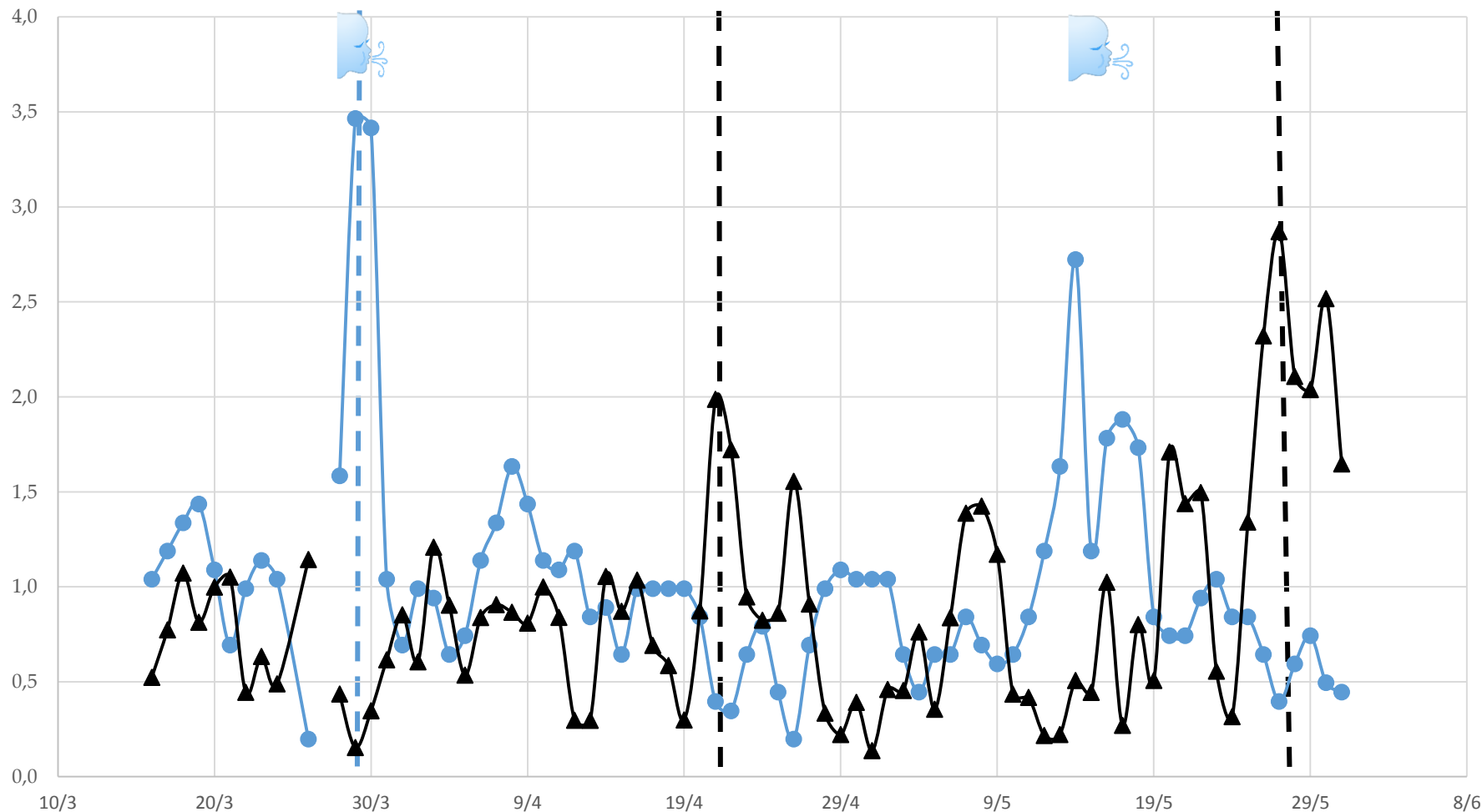
▲ suscettività massa; ● PM



- - - - - massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- - - - - massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

Risultati: Villa Albani (16 marzo – 31 maggio; senza 27 marzo, PM=1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

▲ suscettività massa; ● PM



Suscettività di volume  
 max 1.16E-06  
 min 9.11E-08  
 media 4.81E-07  
 (51% susc. Fermi)

**Magnagrecia**  
 Suscettività di volume  
 max 1.80E-06  
 min 4.50E-07  
 media 1.03E-06

suscettività di massa  
 max 1.65E-05  $\text{m}^3/\text{kg}$   
 min 7.89E-07  $\text{m}^3/\text{kg}$   
 media 5.11E-06  $\text{m}^3/\text{kg}$

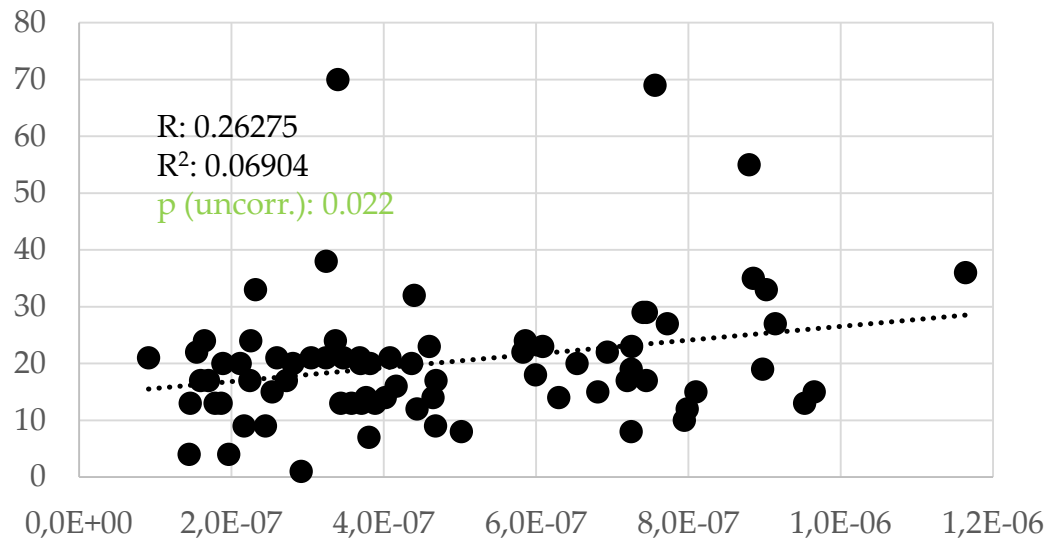
**Magnagrecia**  
 suscettività di massa  
 max 2.23E-05  $\text{m}^3/\text{kg}$   
 min 1.69E-06  $\text{m}^3/\text{kg}$   
 media 9.99E-06  $\text{m}^3/\text{kg}$

--- massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche

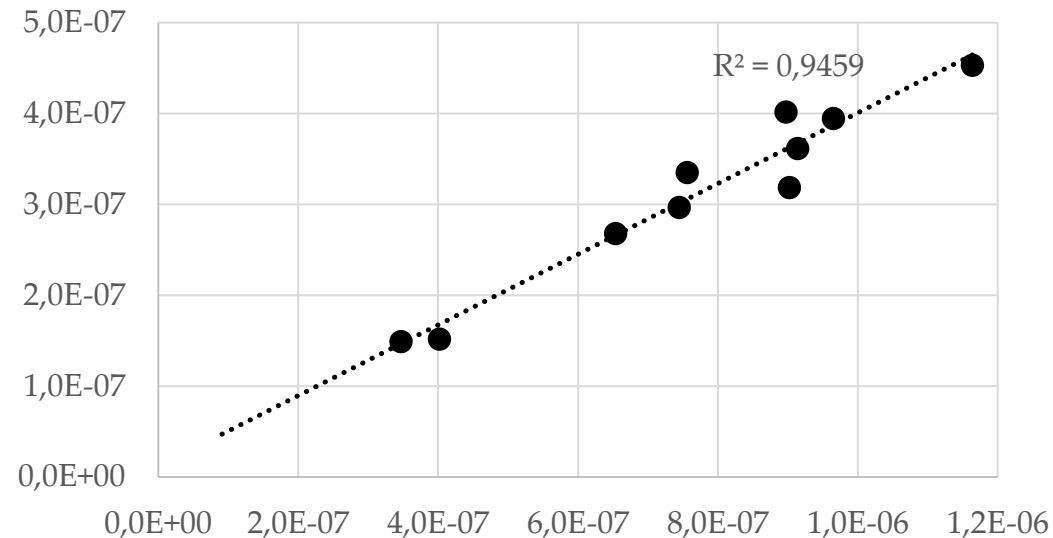
--- massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

# Correlazioni: VILLA ALBANI

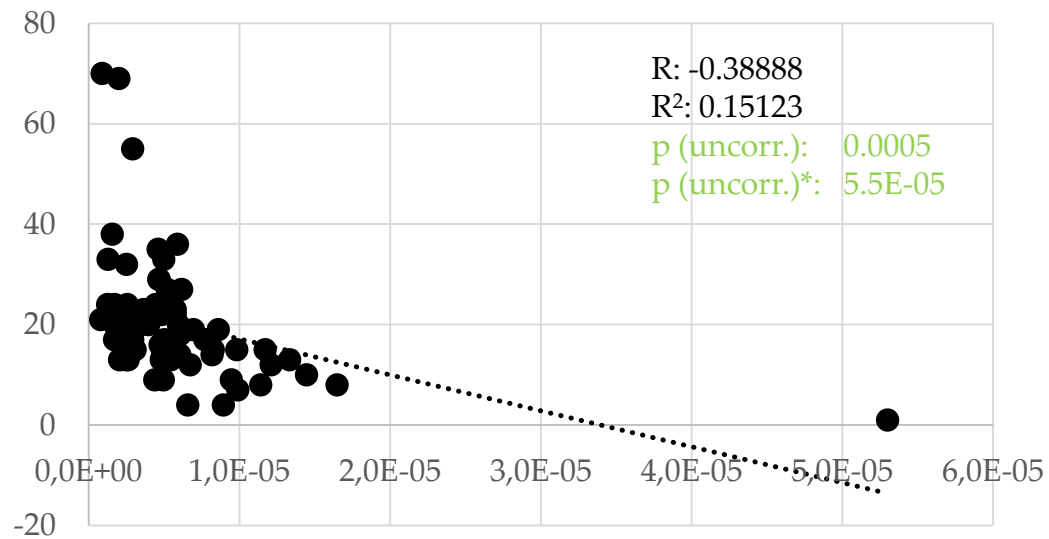
## Villa Albani PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_vol



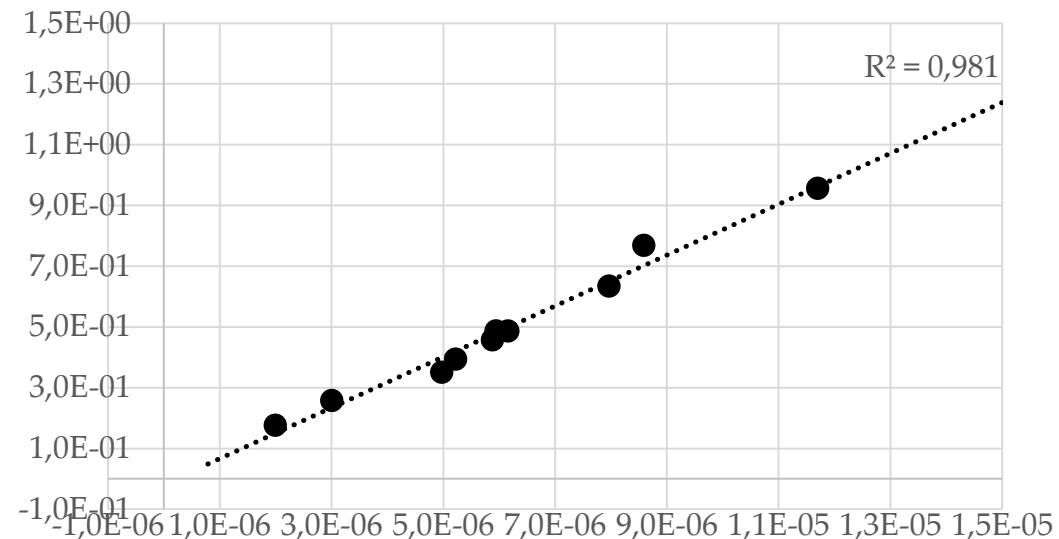
## K\_vol vs Ms ( $\text{Am}^2$ )



## Villa Albani PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs k\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )

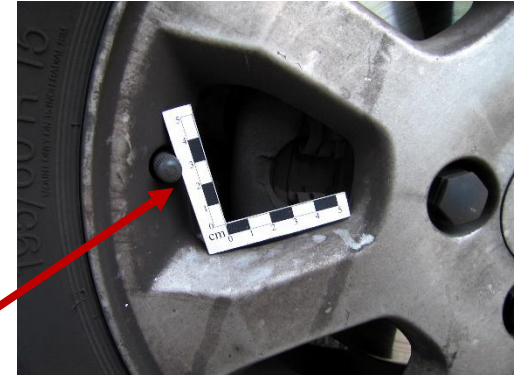
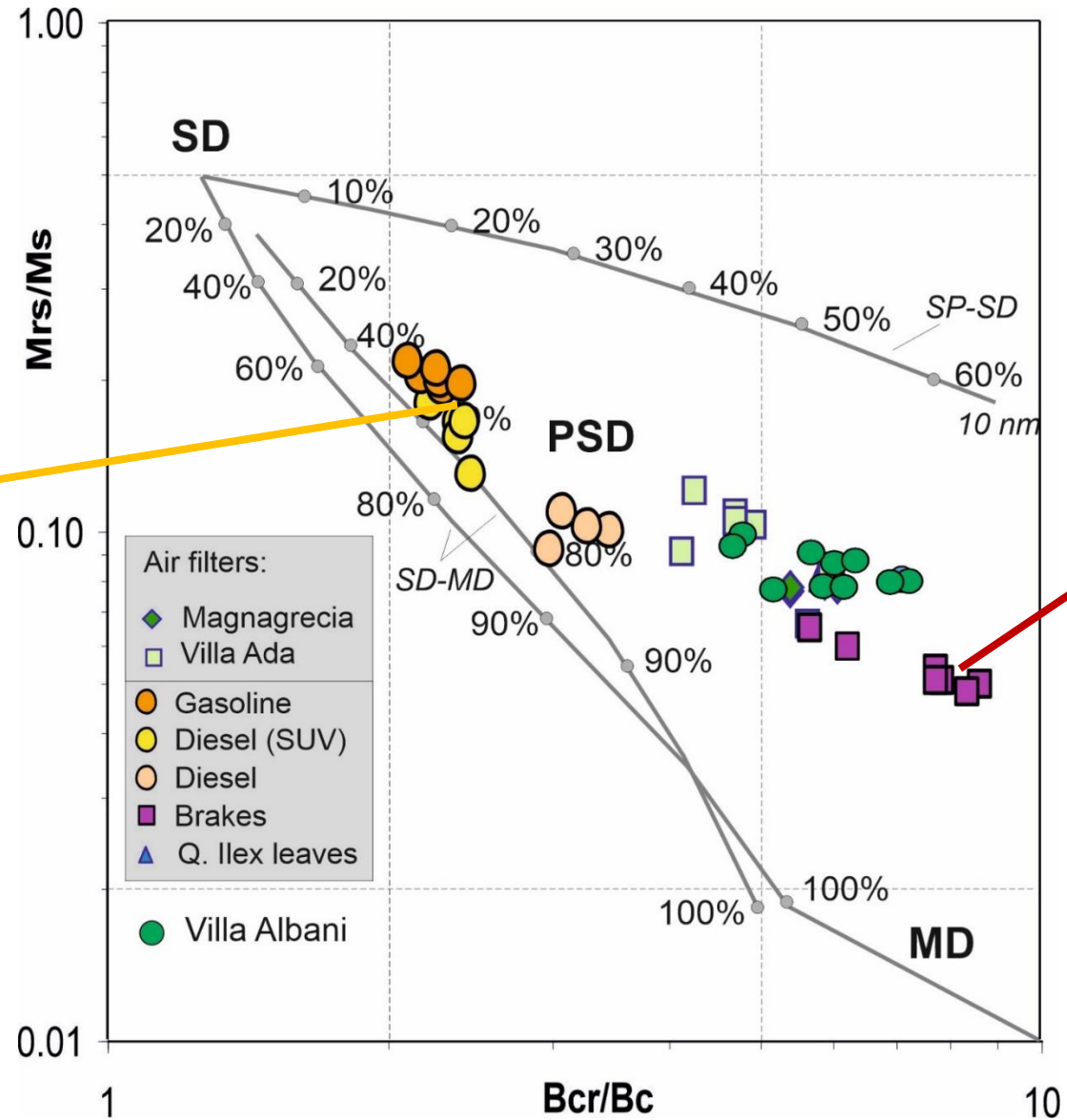


## K\_mass ( $\text{m}^3/\text{kg}$ ) vs Ms\_mass ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ )





# Day plot – Villa Albani



Prevalenza di emissioni da freni

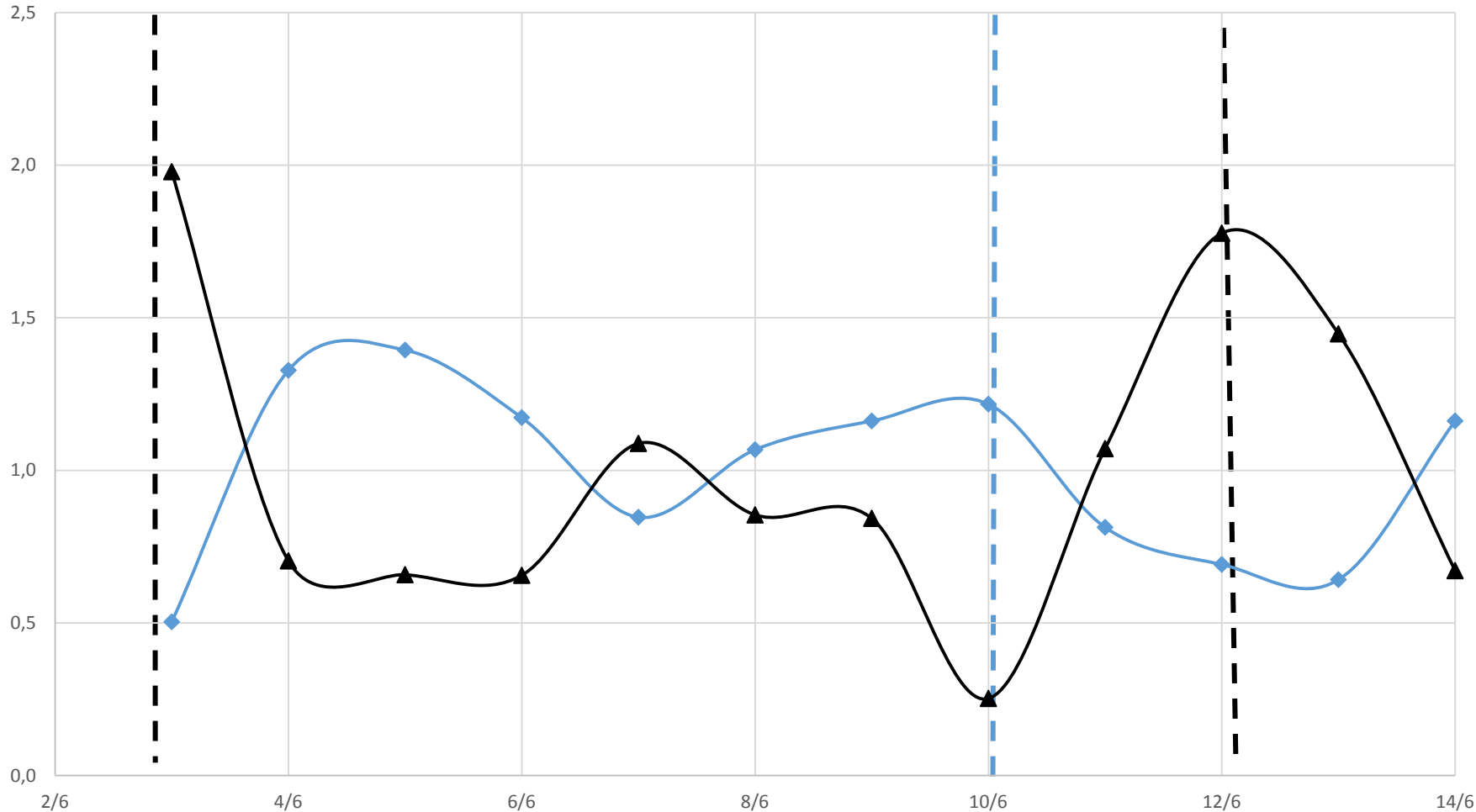
## **Fiumicino**

- Villa Guglielmi; 3 giugno – 14 giugno

Risultati: Villa Guglielmi 3 giugno – 14 giugno

Concentrazione media magnetite = 0.89%

▲ suscettività massa; ● PM



Suscettività di volume  
max 1.03E-06  
min 2.58E-07  
media 7.37E-07  
(78% susc. Fermi)

**Magnagrecia**  
Suscettività di volume  
max 1.80E-06  
min 4.50E-07  
media 1.03E-06

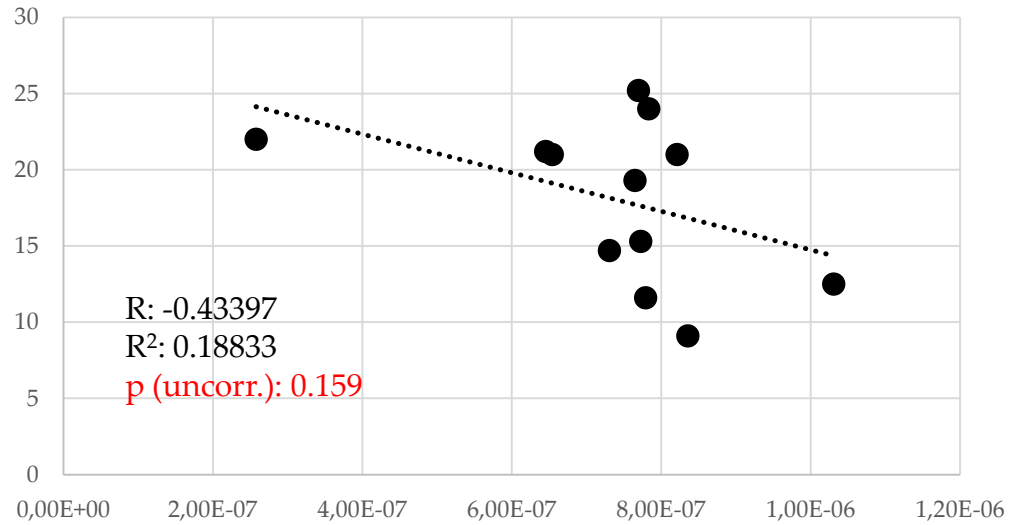
suscettività di massa  
max 1.67E-05 m<sup>3</sup>/kg  
min 2.13E-06 m<sup>3</sup>/kg  
media 8.44 E-06 m<sup>3</sup>/kg

**Magnagrecia**  
suscettività di massa  
max 2.23E-05 m<sup>3</sup>/kg  
min 1.69E-06 m<sup>3</sup>/kg  
media 9.99E-06 m<sup>3</sup>/kg

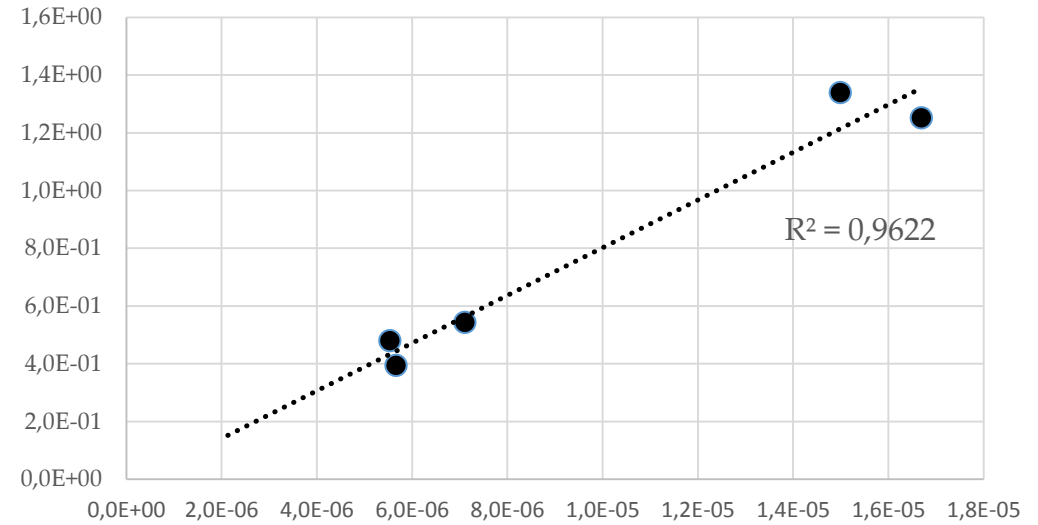
- - - - - massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- - - - - massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

# Correlazioni: VILLA GUGLIELMI

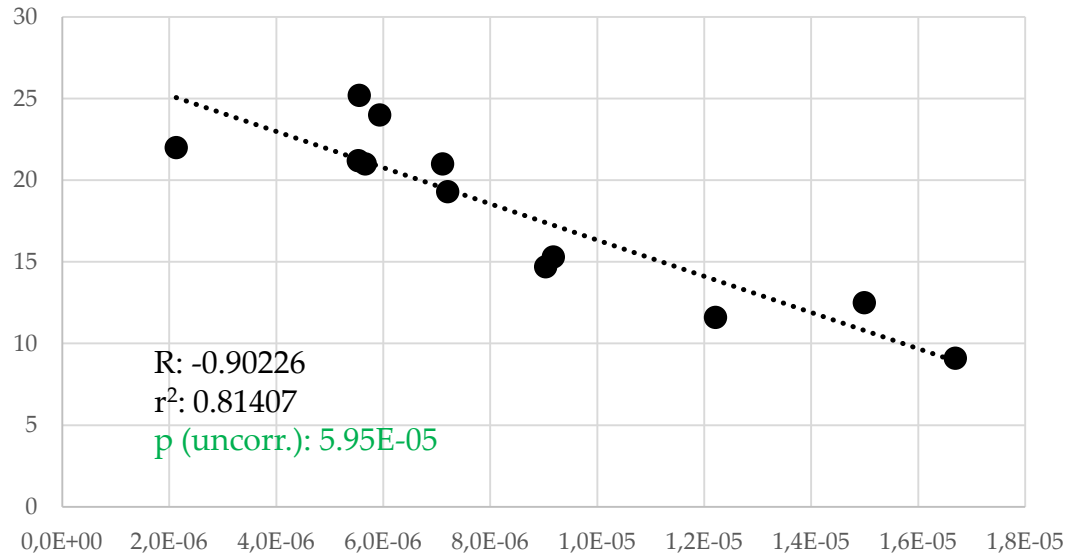
## Villa Guglielmi PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs $k_{\text{vol}}$



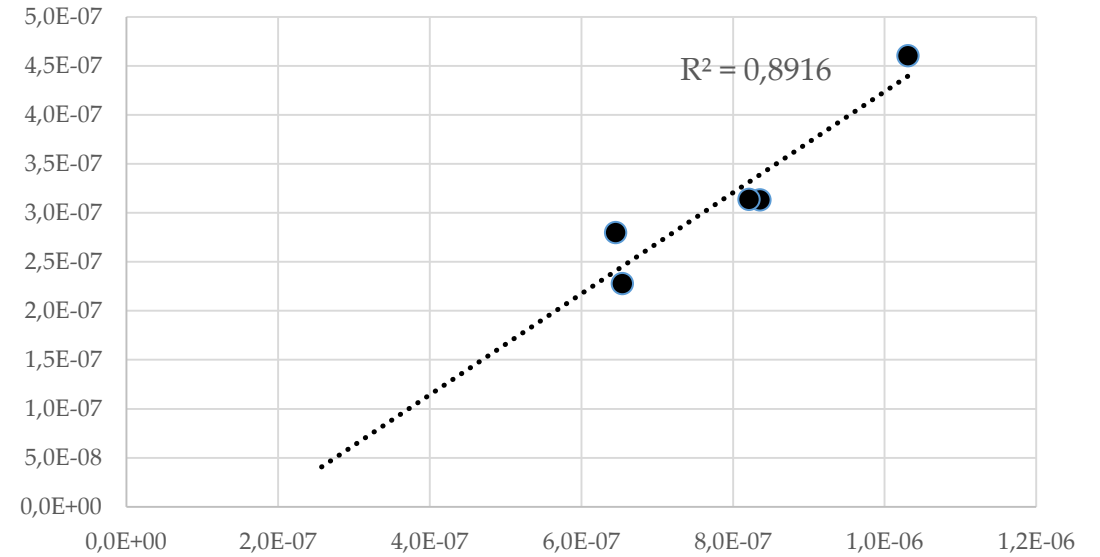
## $K_{\text{mass}}$ ( $\text{m}^3/\text{kg}$ ) vs $M_{\text{s\_mass}}$ ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ )



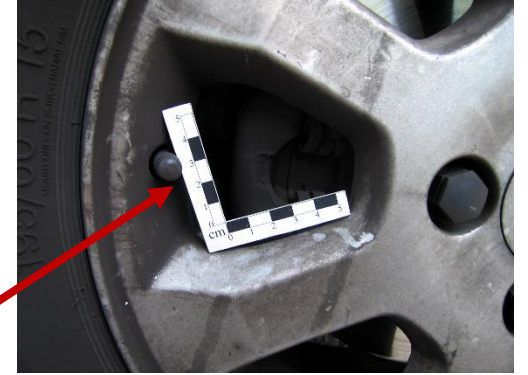
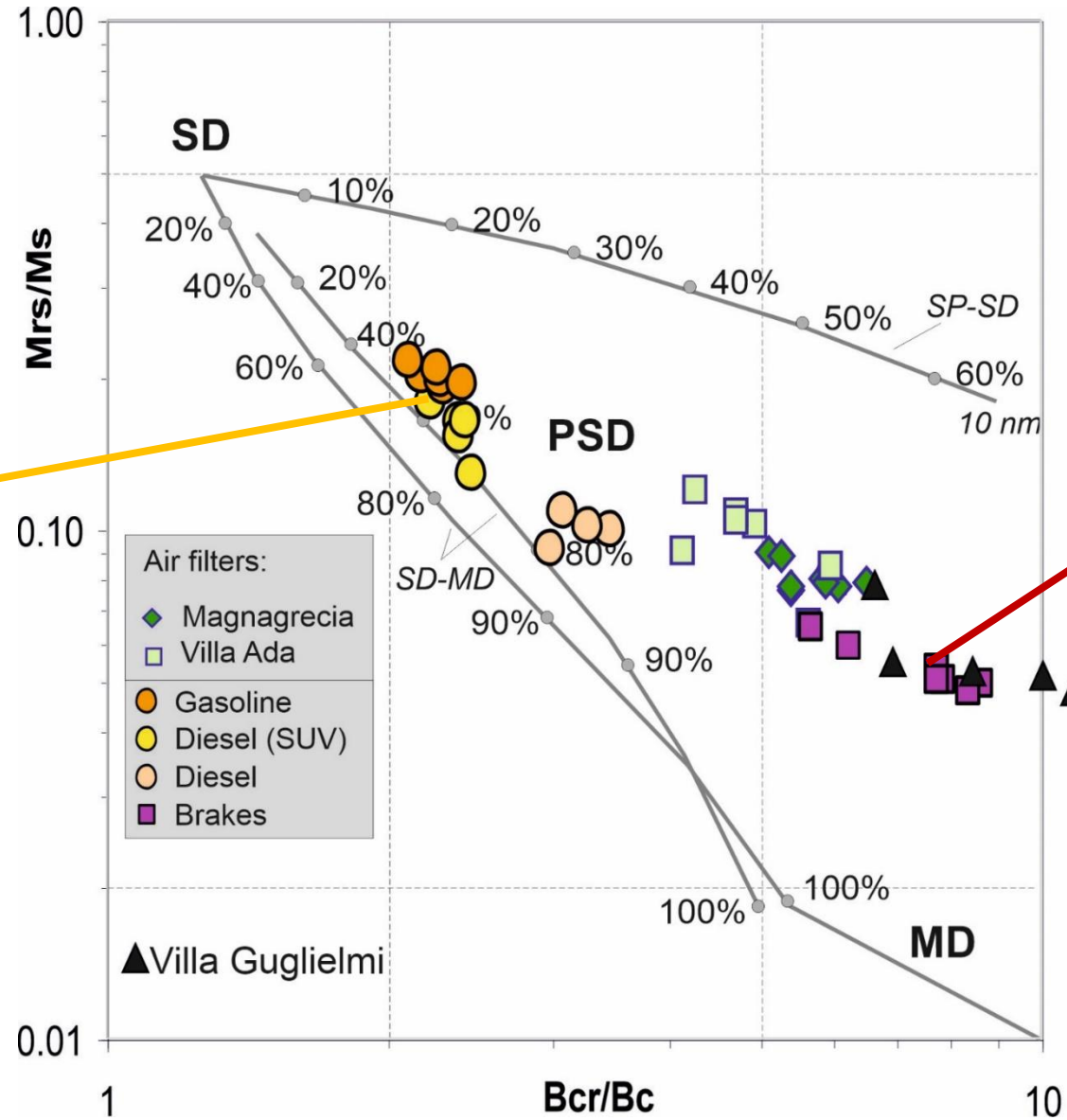
## Villa Guglielmi PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs $k_{\text{mass}}$ ( $\text{Am}^2/\text{kg}$ )



## $k_{\text{tot}}$ vs $M_{\text{s}}$ ( $\text{Am}^2$ )



# Day plot – Villa Guglielmi



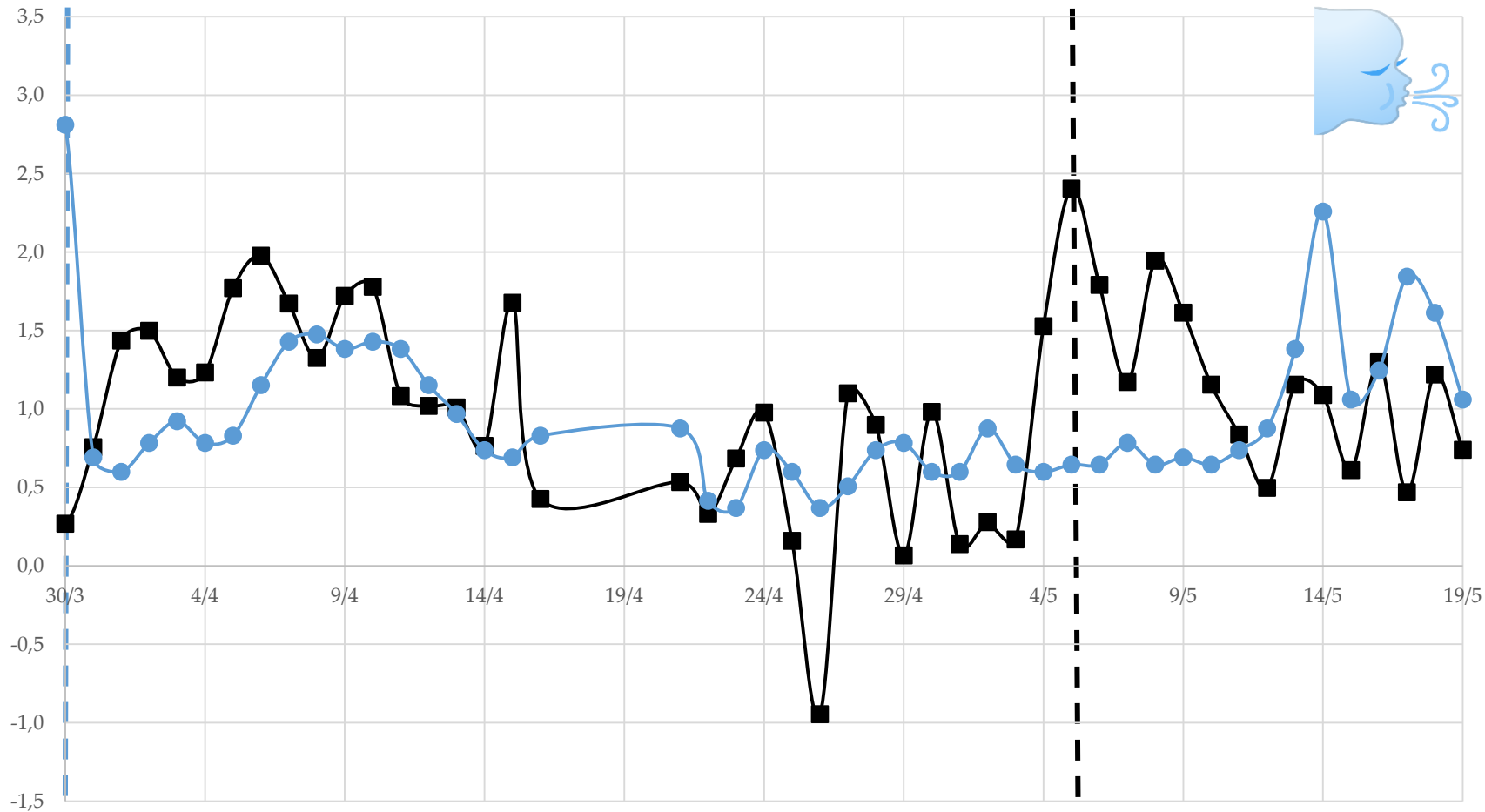
Prevalenza di emissioni da freni

## **Fondo «rurale»**

- Castel di Guido; 29 marzo – 19 maggio

Risultati: Castel di Guido 29 marzo – 19 maggio

▲ suscettività massa; ● PM



Suscettività di volume  
 max 2.81E-07  
 min -3.86E-08  
 media 1.11E-07  
 (11% susc. Fermi)

**Magnagrecia**  
 Suscettività di volume  
 max 1.80E-06  
 min 4.50E-07  
 media 1.03E-06

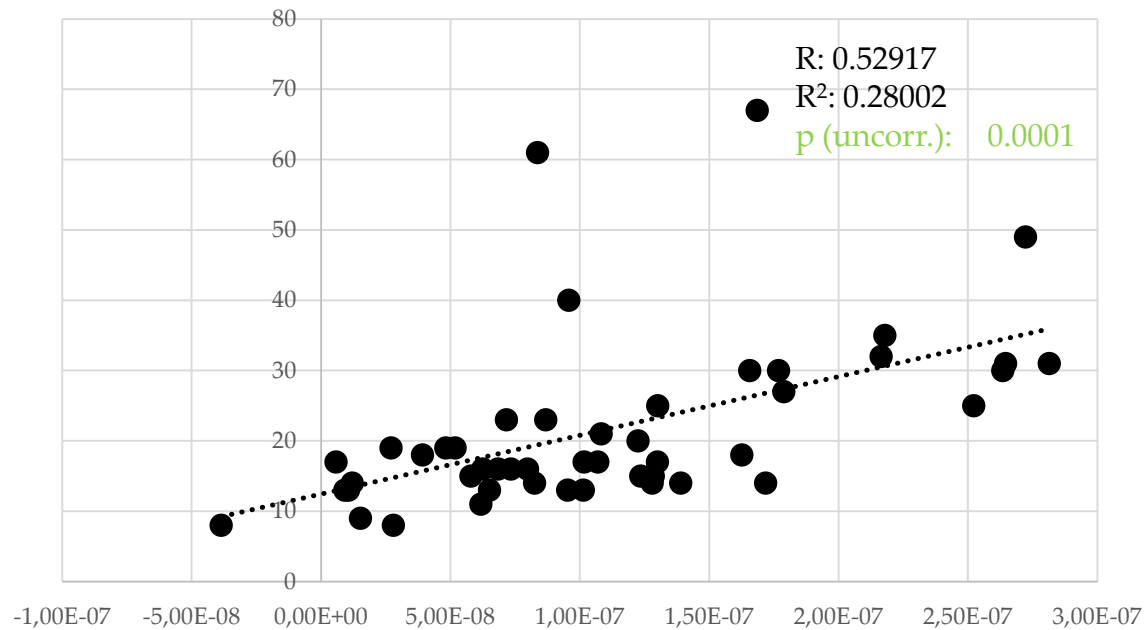
suscettività di massa  
 max 2.23E-06 m<sup>3</sup>/kg  
 min -8.78E-07 m<sup>3</sup>/kg  
 media 9.28E-07 m<sup>3</sup>/kg

**Magnagrecia**  
 suscettività di massa  
 max 2.23E-05 m<sup>3</sup>/kg  
 min 1.69E-06 m<sup>3</sup>/kg  
 media 9.99E-06 m<sup>3</sup>/kg

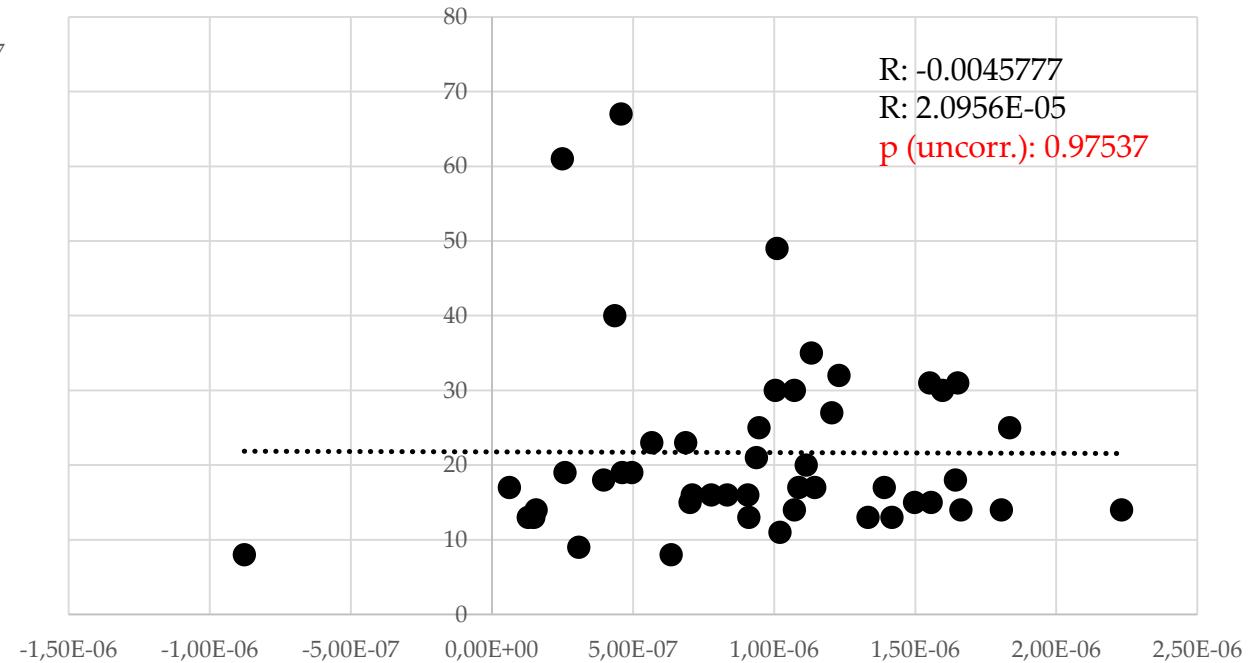
- massimo relativo di PM con minimo relativo di suscettività di massa; input di polveri non magnetiche
- massimo relativo di suscettività di massa con minimo di PM; massima concentrazione di polveri magnetiche nel PM

# Correlazioni: CASTEL DI GUIDO

## Guido PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs $k_{\text{vol}}$

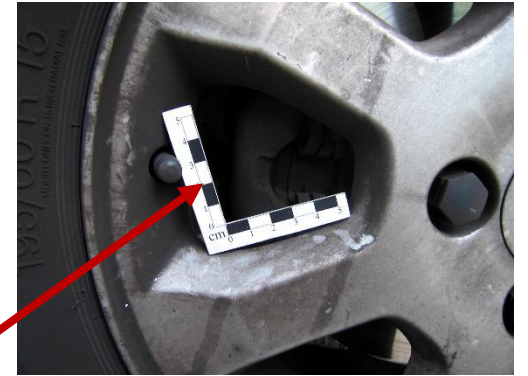
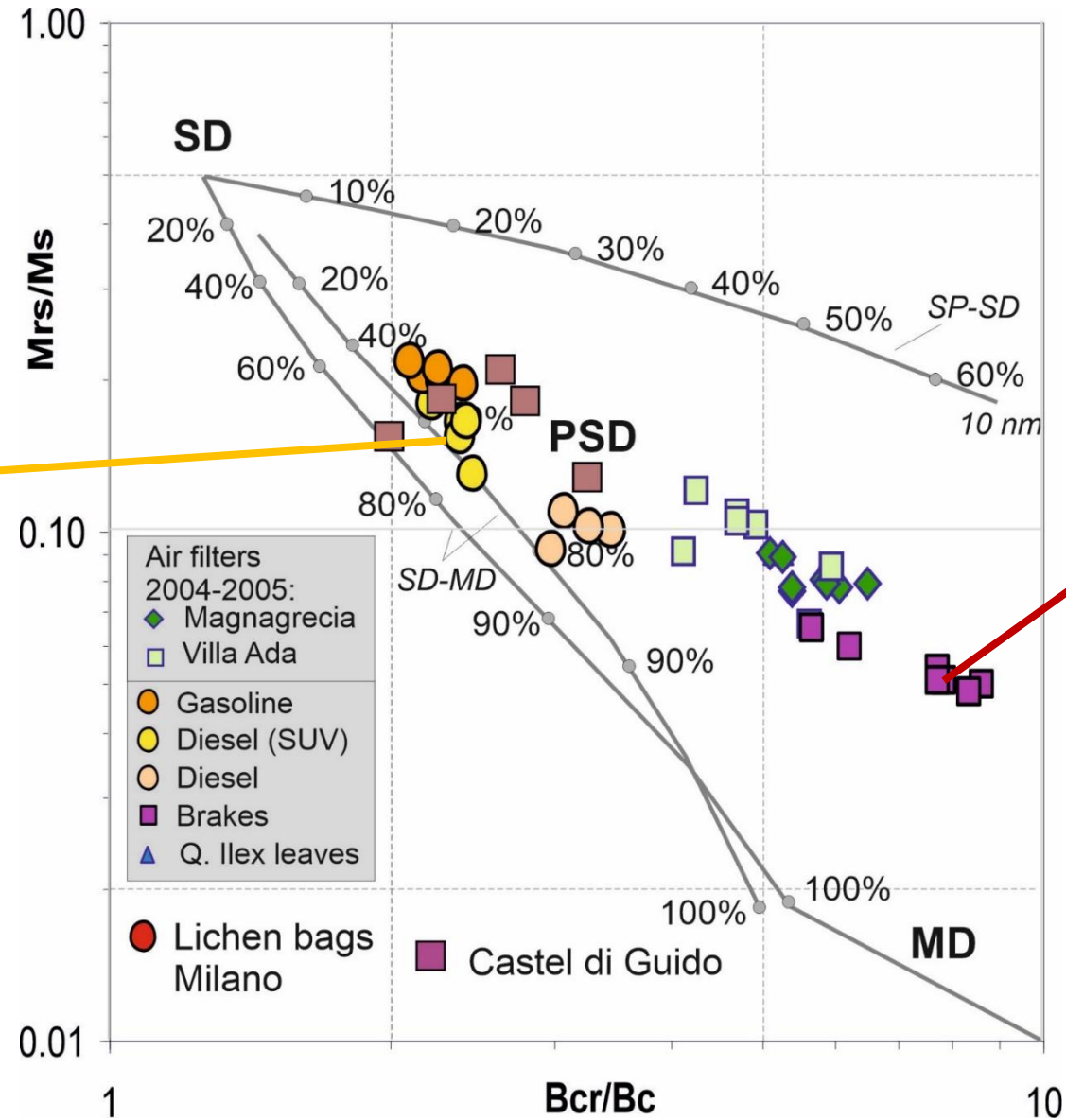


## Guido PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vs $k_{\text{mass}}$ ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )





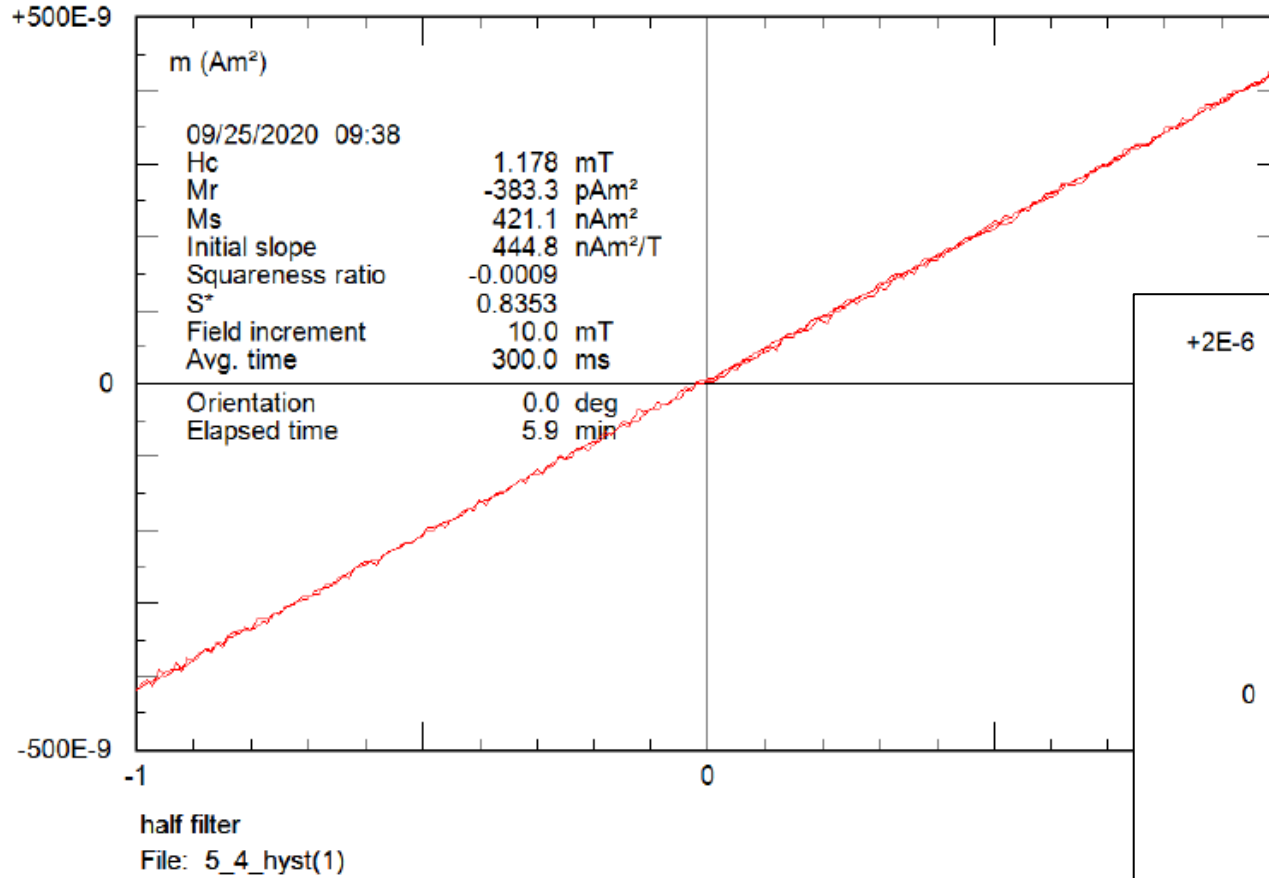
# Day plot – Castel di Guido



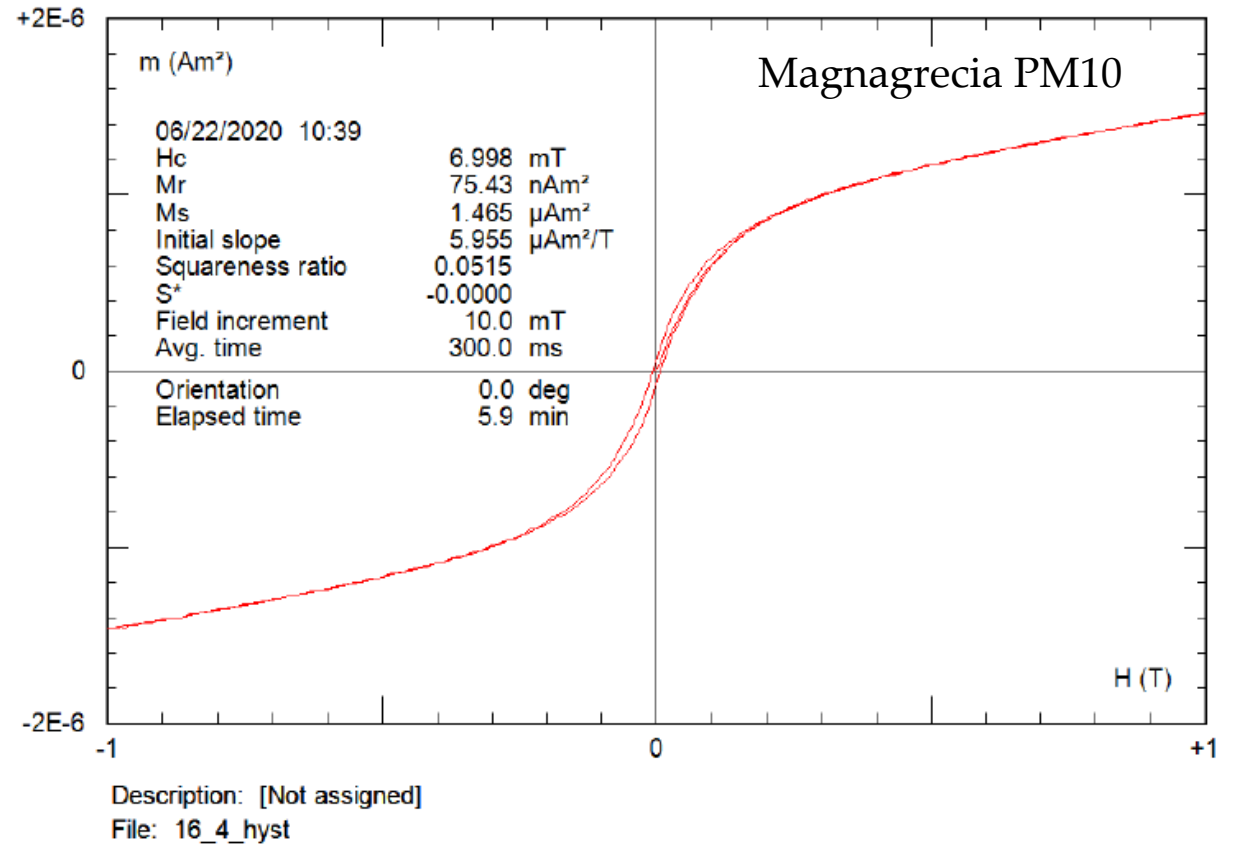
Prevalenza di sorgenti naturali e/o emissioni da carburanti

# Cicli d'isteresi: paramagnetismo vs ferromagnetismo (PM2.5 vs PM10)

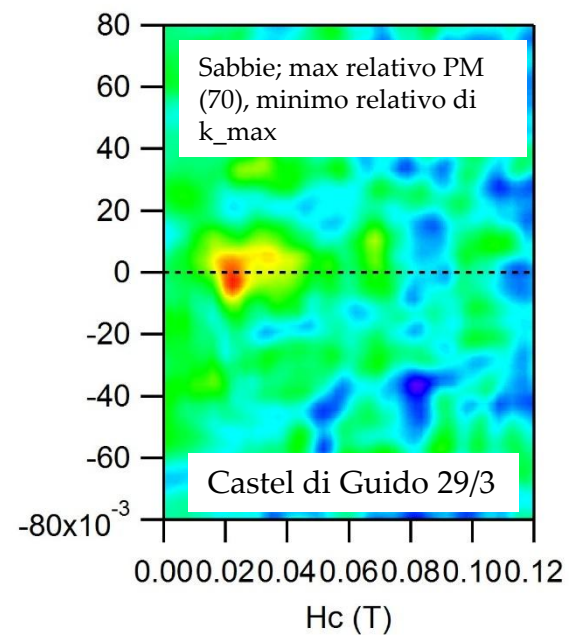
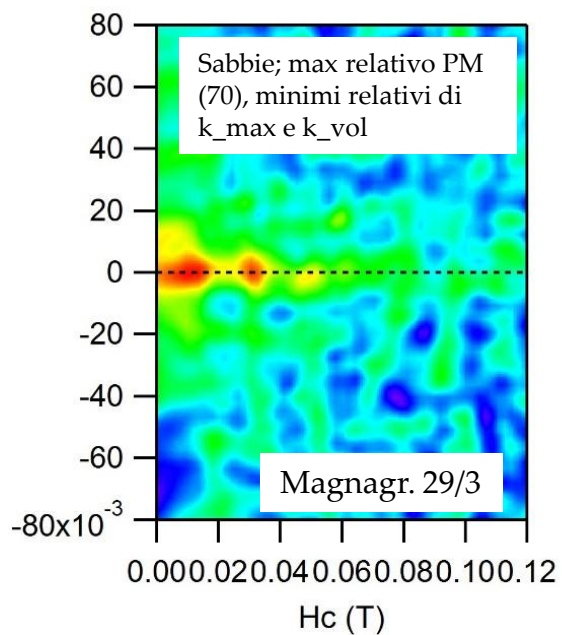
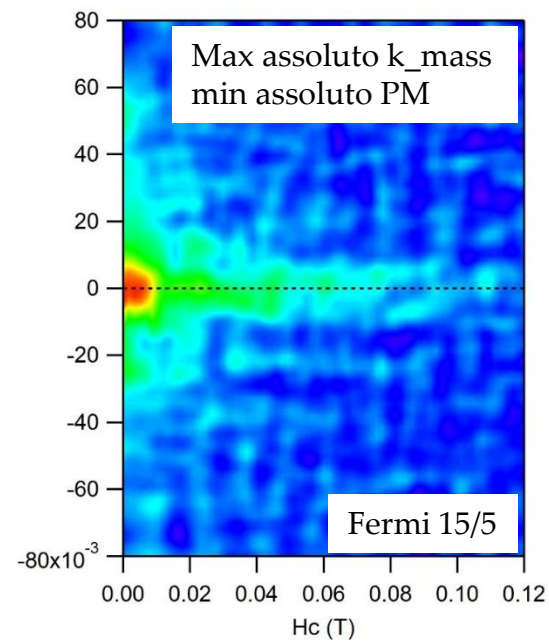
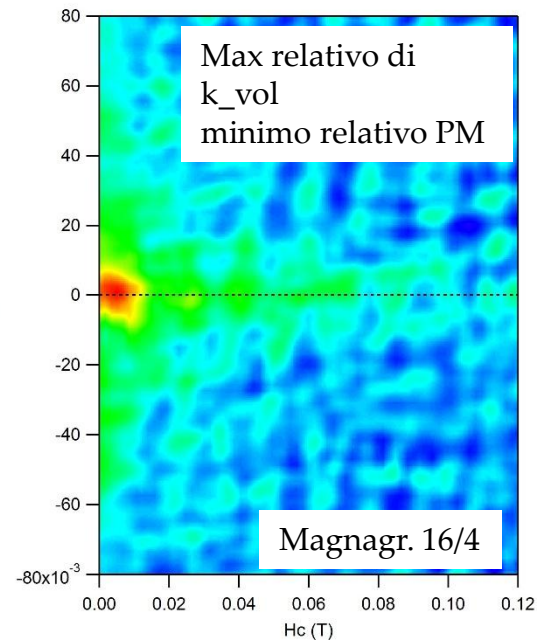
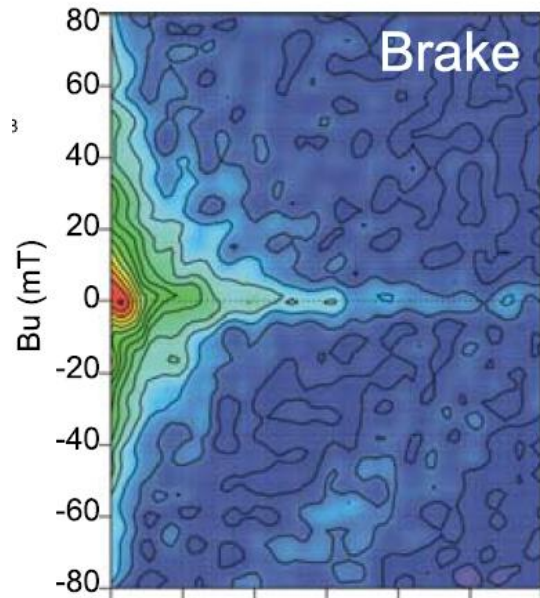
## Ferentino PM 2.5



## Magnagrecia PM10



# FORC



## Riflessioni conclusive:

- 1) Le misure magnetiche evidenziano contenuti particolarmente rilevanti di minerali magnetici nei filtri delle stazioni Roma Fermi, Roma Magnagrecia, Civitavecchia Villa Albani, Fiumicino Villa Guglielmi (post lockdown), in cui i dati giornalieri di concentrazione del PM non si correlano con i dati di suscettività e si anticorrelano con quelli di massa. Il raffronto con uno studio molto antecedente, su Magnagrecia, mette in luce un abbattimento di circa il 50% della frazione magnetica del PM.
- 2) L' anticorrelazione tra concentrazione di PM e suscettività magnetica di massa indica che le variazioni di concentrazione di PM sono dovute a variazioni di contenuti non ferromagnetici dovuti a polveri naturali trasportate dai venti. In altre parole, tanto più varia la concentrazione di PM (trasporto di sabbie), tanto meno varia la suscettività magnetica e la concentrazione della sola frazione ferromagnetica.
- 3) La correlazione tra PM e suscettività migliora quando diminuiscono i contenuti ferromagnetici e, contestualmente, peggiora la correlazione tra  $\chi$  e  $M_s$ , a indicare il più rilevante contributo di sorgenti non ferromagnetiche nella suscettività.
- 4) Le centraline della Valle del Sacco evidenziano, in media, concentrazioni ridotte di minerali magnetici, rispetto a Roma, comunque maggiori rispetto a Castel Di Guido che, con Civitavecchia Sant'Agostino, costituiscono stazioni idonee alla determinazione del fondo.
- 5) Dal punto di vista della granulometria magnetica e del riconoscimento delle sorgenti, è ben evidente, nei siti a maggior concentrazione di polveri magnetiche, la chiara influenza di emissioni non esauste da freni, presumibilmente grossolane, considerando il dati PM 2.5. Con la diminuzione delle concentrazioni di polveri magnetiche, i punti si collocano in altre zone del plot granulometrico, verso le benzine e le magnetiti naturali.

## Sviluppi ulteriori:

- Discriminare le sorgenti naturali dai carburanti nel Day plot per i campioni meno intensi
- Villa Guglielmi: le intense proprietà magnetiche sono relative a una breve serie temporale di giugno. Effetto della fine del *lockdown*?
- Confronto di questi trend temporali con quelli post *lockdown*
- Confronto con dati di chimica e osservazioni al SEM