

# **Analisi di dati geostatistici sulla concentrazione giornaliera di PM10 in Italia**

**Presentata da:**

**Susanna Casarini**

Matricola: 0000938926

**Relatore:**

**Prof Massimo Ventrucci**

---

Corso di Laurea  
in Scienze Statistiche

Alma Mater Studiorum  
Università di Bologna

Anno Accademico  
2021/2022

# Obiettivi



**Descrivere i metodi di modellazione  
spaziale geostatistica**



**Descrivere i metodi di analisi  
geostatistica spazio-temporale**



**Analizzare dati geostatistici sulla  
concentrazione di PM10 in Italia**

# Esposizione al particolato atmosferico (PM10)



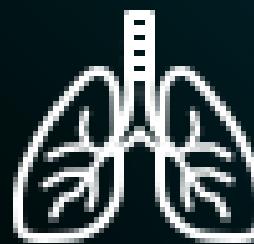
Aumenta il rischio di mortalità per cause cardiovascolari



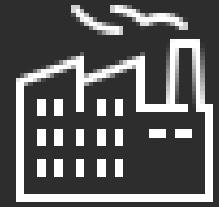
Aumenta l'incidenza di demenza e sclerosi multipla



Cancerogeno di gruppo 1 per il tumore al polmone



# Lo studio della concentrazione di PM10 è fondamentale nelle politiche di:



---

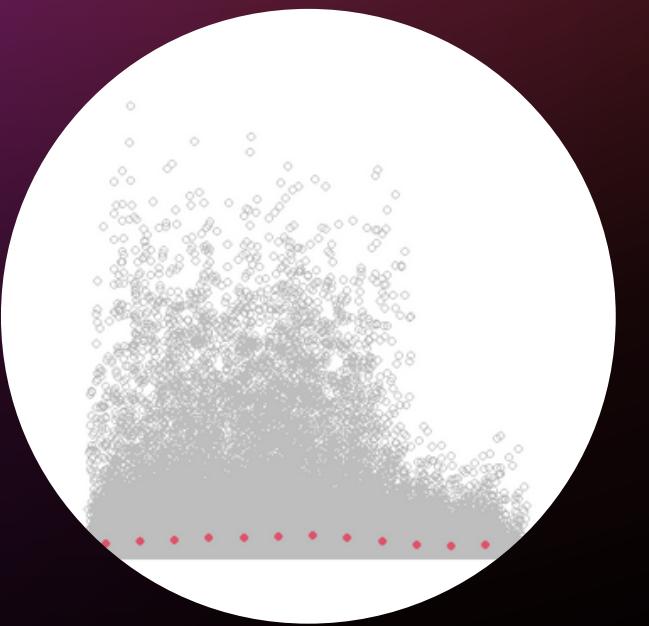
Mitigazione  
dell'inquinamento



---

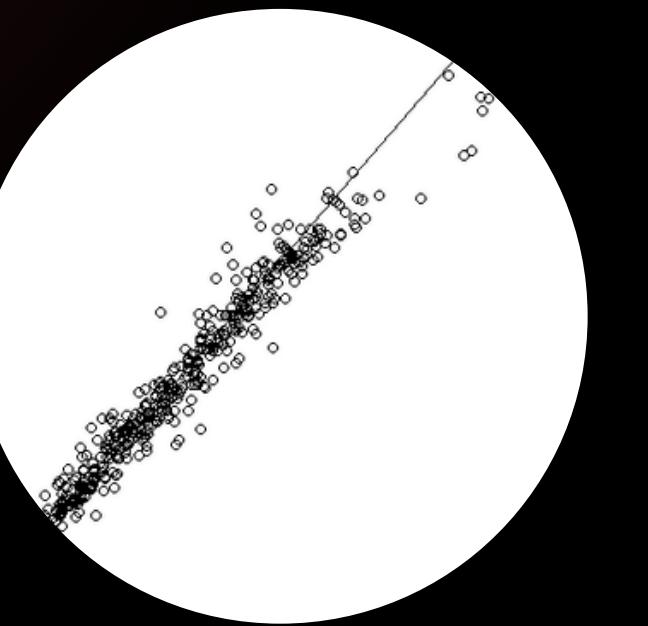
Riduzione degli  
effetti sulla salute

# Metodi di analisi



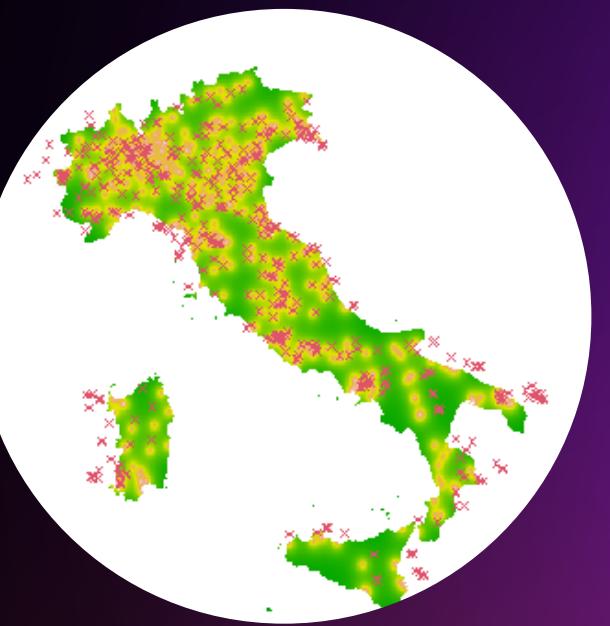
## VARIOGRAMMA

Analisi esplorativa



## STIMA MODEL-BASED

Modellazione



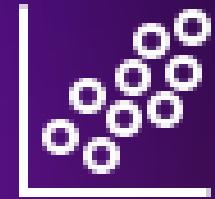
## KRIGING

Previsione

# Variogramma



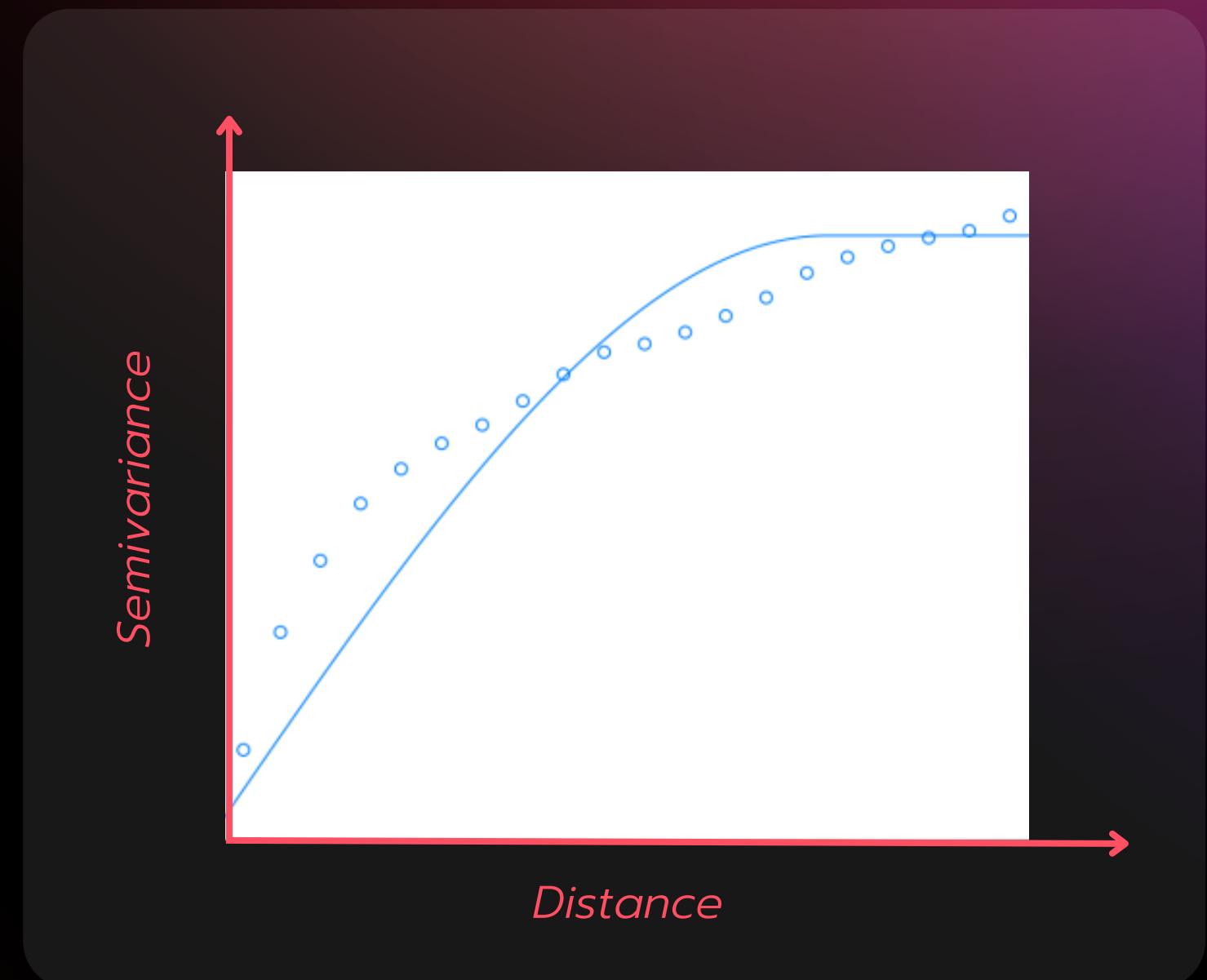
Variogramma teorico



Variogramma empirico



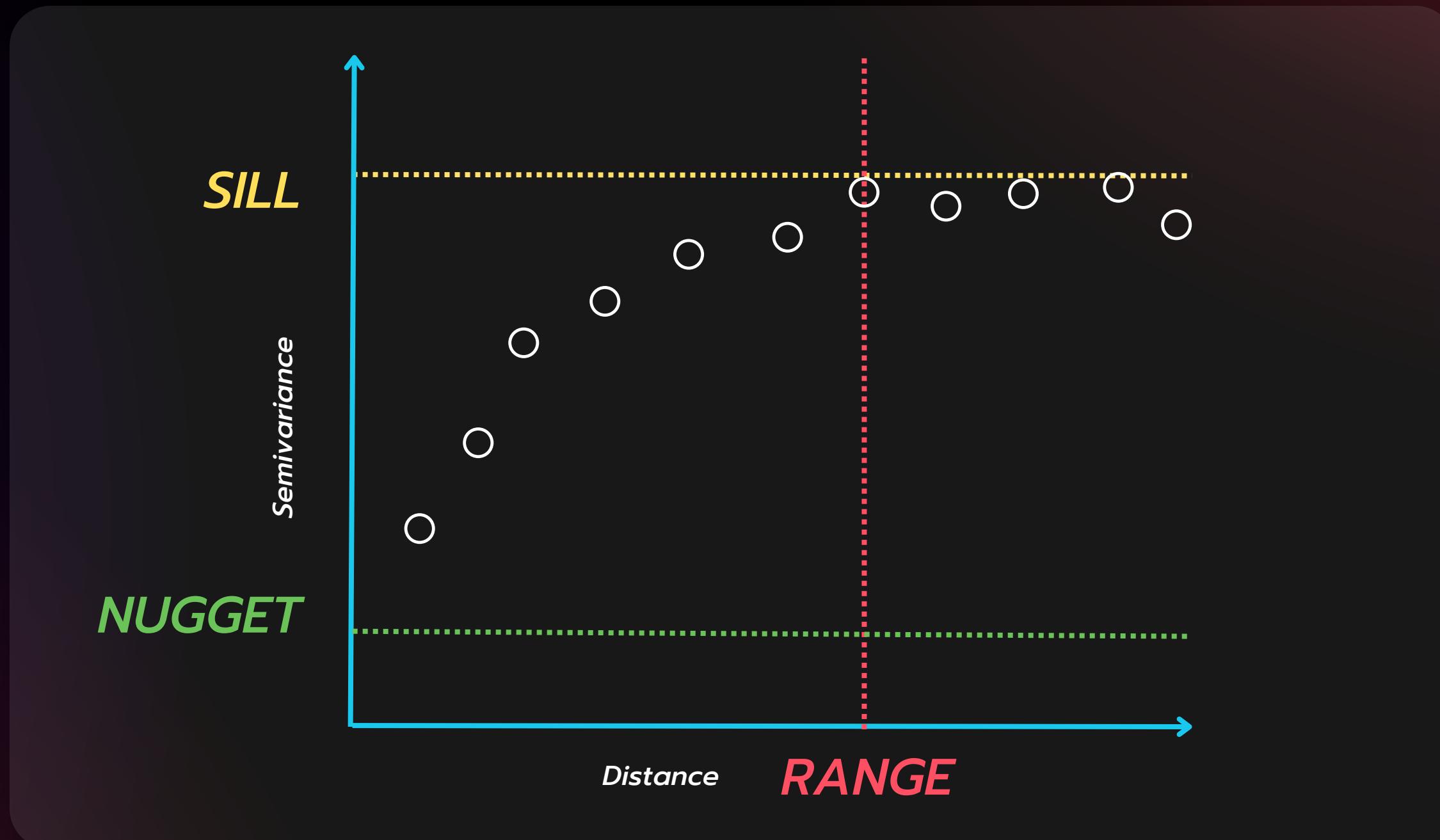
Sample variogram



$$\gamma(x_i, x_j) = \sigma^2(1 - \rho(u))$$

# Sample variogram

studio dei parametri della funzione di correlazione



$$\hat{\gamma}(\tilde{u}_l) = \frac{1}{2|N(\tilde{u}_l)|} \sum_{(x_i, x_j) \in N(\tilde{u}_l)} (Y_i - Y_j)^2$$

# Stima dei parametri Approccio model-based

PROCESSO GENERATORE

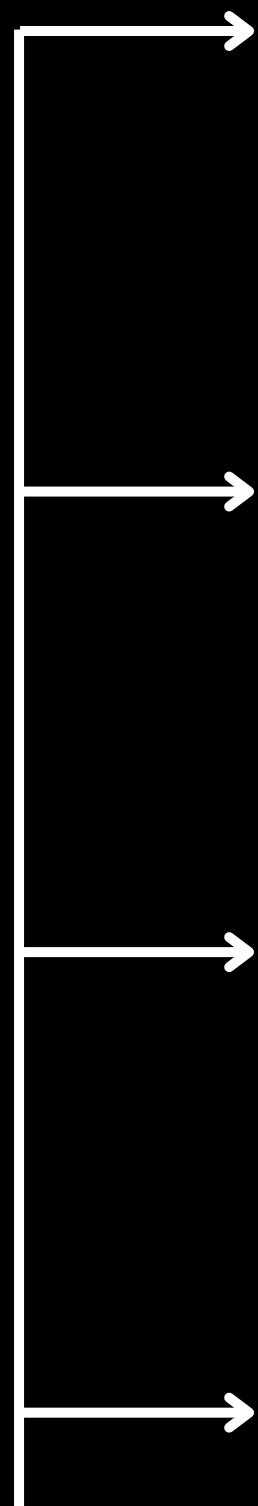
$$Y_i = S(x_i) + Z_i$$

PROCESSO STOCASTICO SPAZIALE

$$S(x_i) = \mu(x_i) + \varepsilon(x_i)$$

FUNZIONE DI CORRELAZIONE MATERN

$$\rho(u) = \exp\left(-\frac{u}{\phi}\right)$$



Studio del TREND  
SPAZIALE di larga scala

Analisi del SAMPLE  
VARIOGRAM DEI RESIDUI

Studio della STRUTTURA  
DI COVARIANZA SPAZIALE

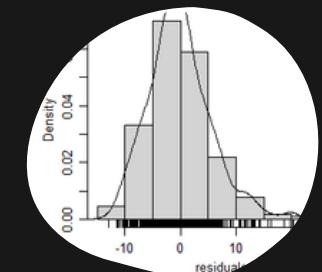
**STIMA DEI PARAMETRI**  
con algoritmi iterativi  
 $\beta, \sigma^2, \tau^2, \phi$

Applicazione dei metodi

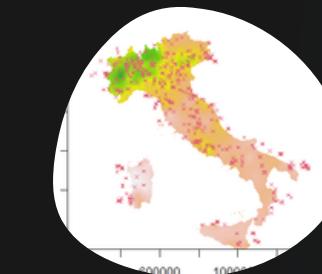
---

Analisi della concentrazione  
giornaliera di PM10 in Italia

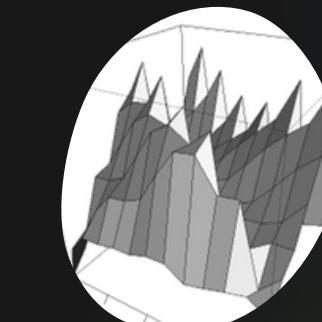
# Analisi della concentrazione giornaliera di PM10 in Italia



*Modellazione spaziale*



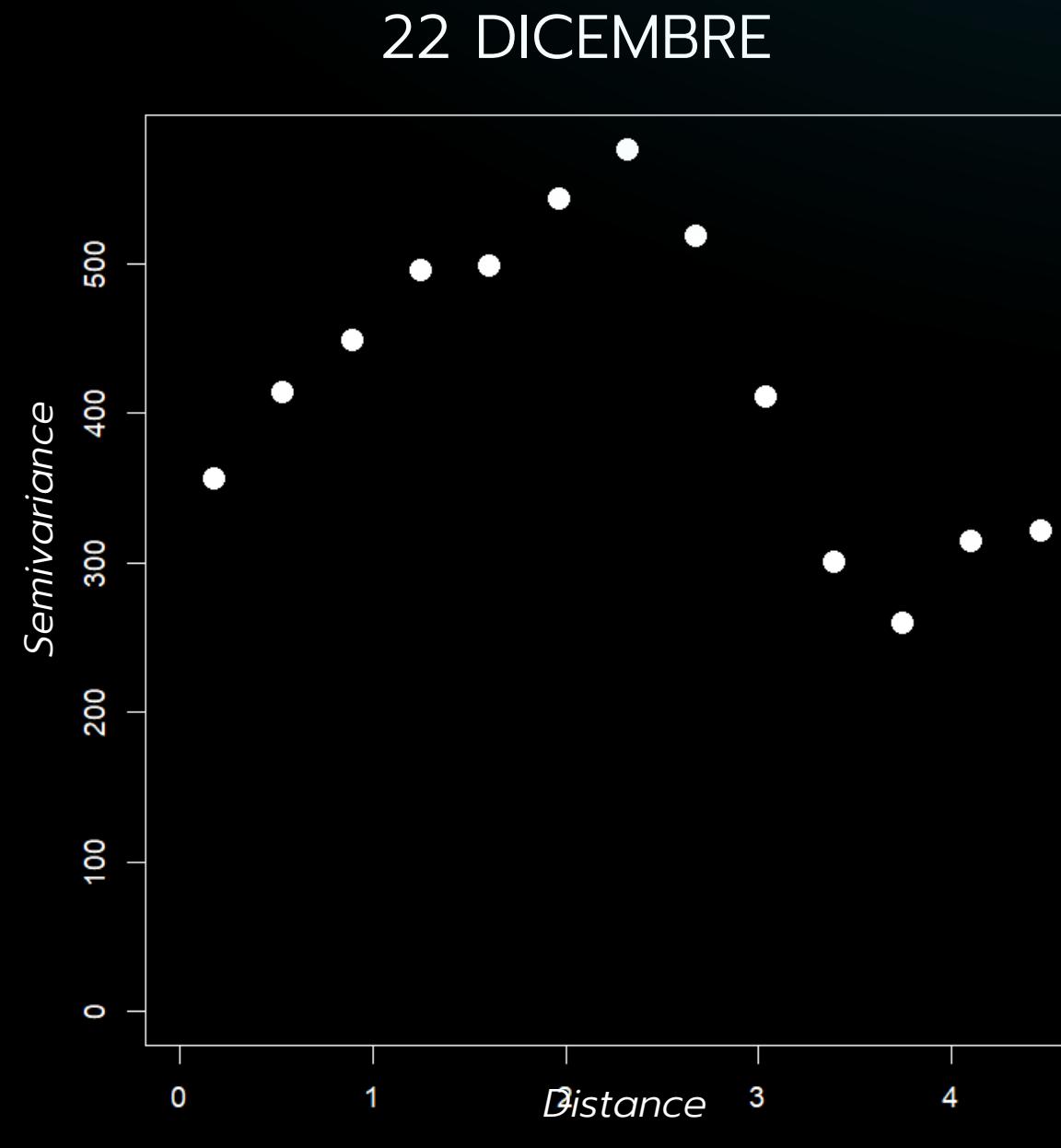
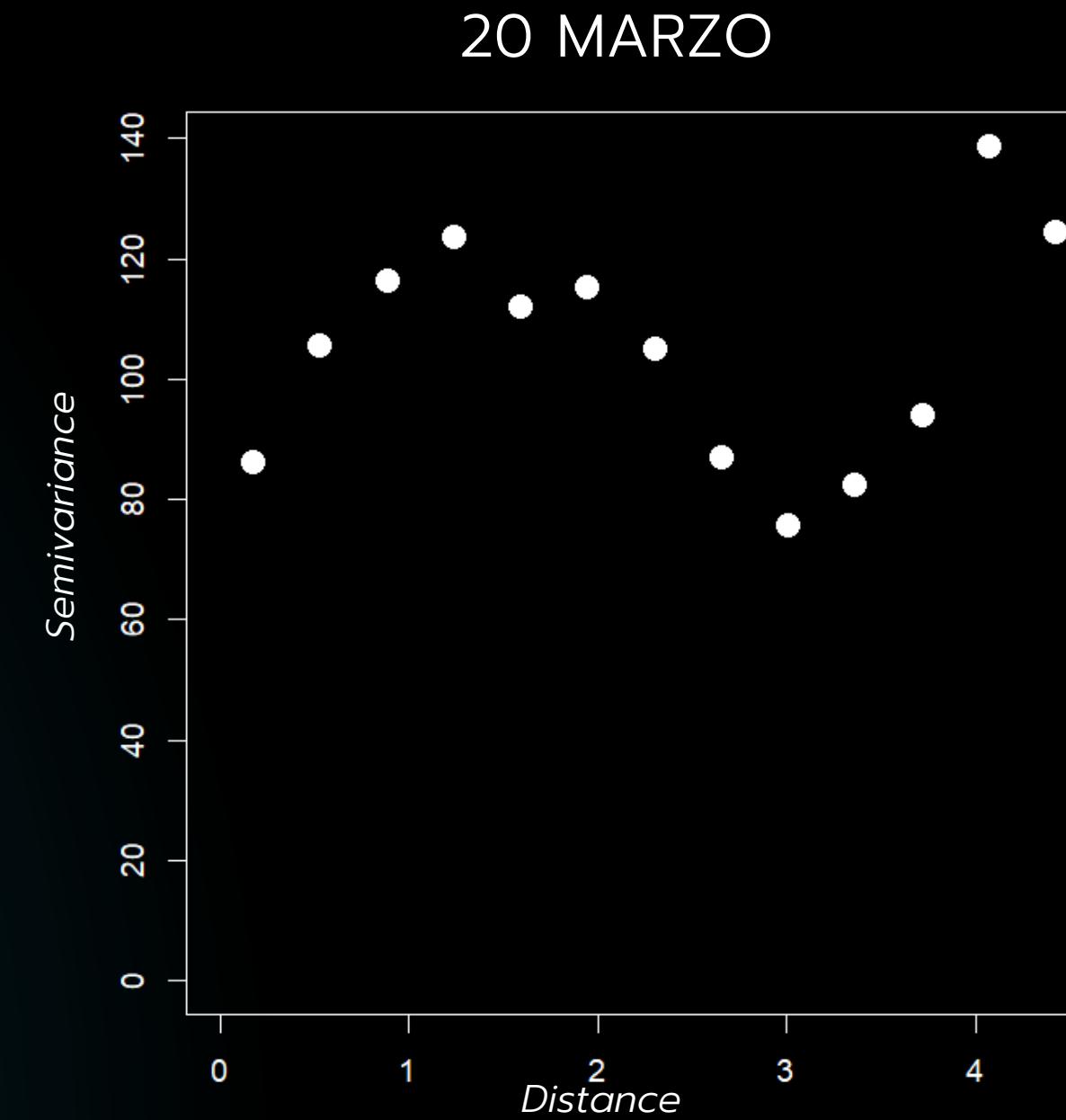
*Kriging spaziale*



*Analisi esplorative  
spazio-temporali*

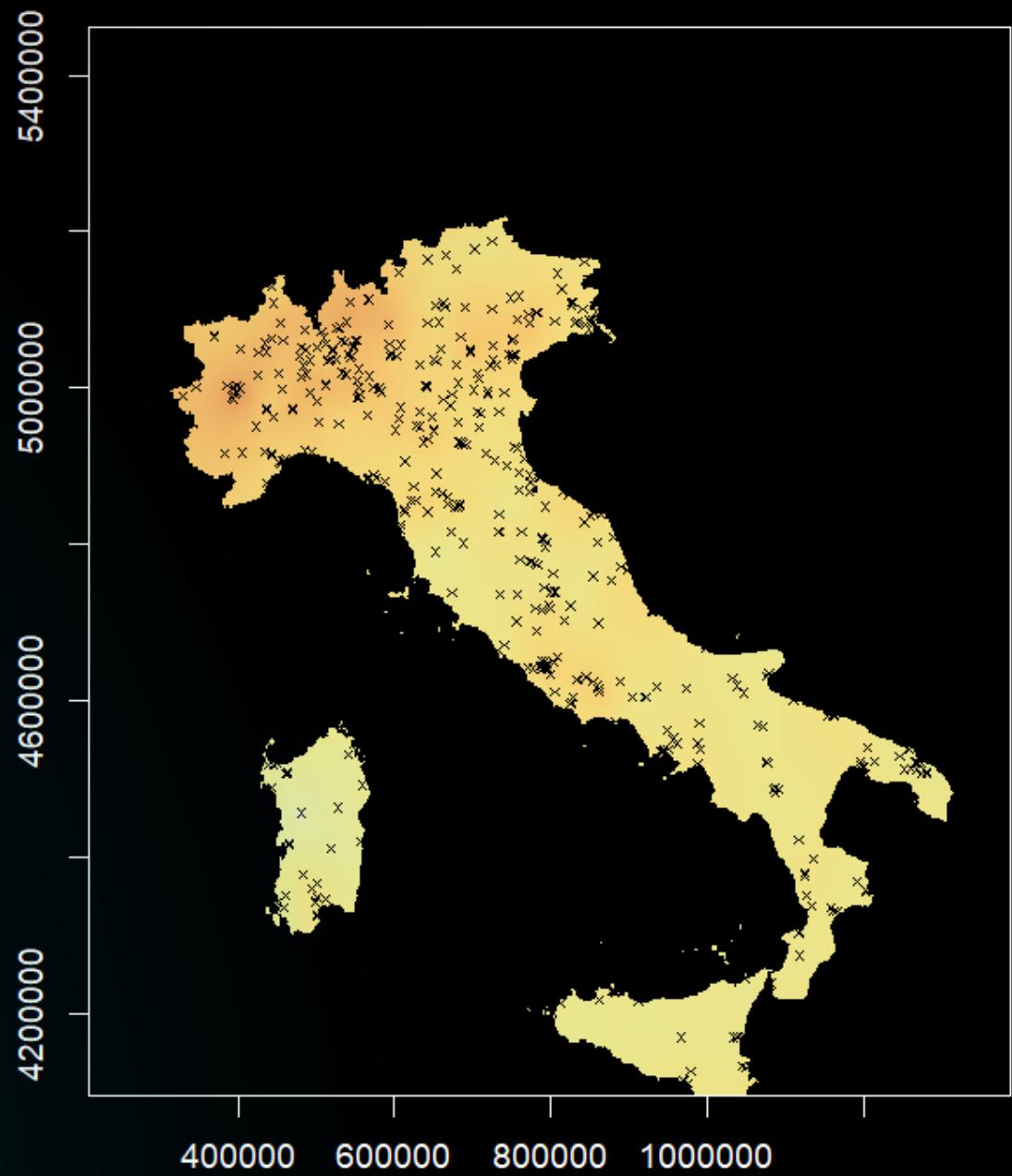
# Risultati - Analisi esplorativa spaziale

## Sample variogram spaziali

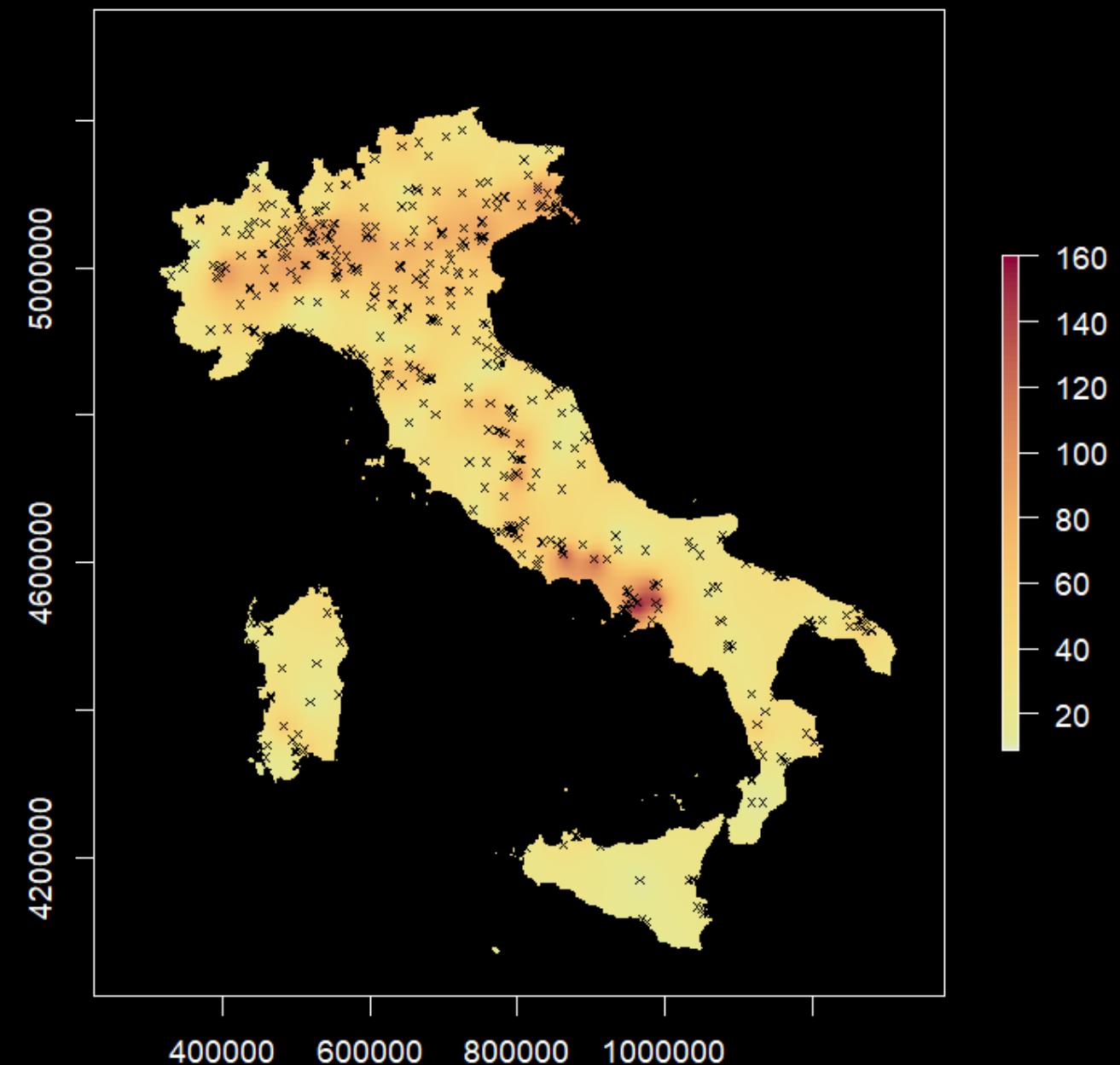


# Risultati - Previsione spaziale Kriging

20 MARZO

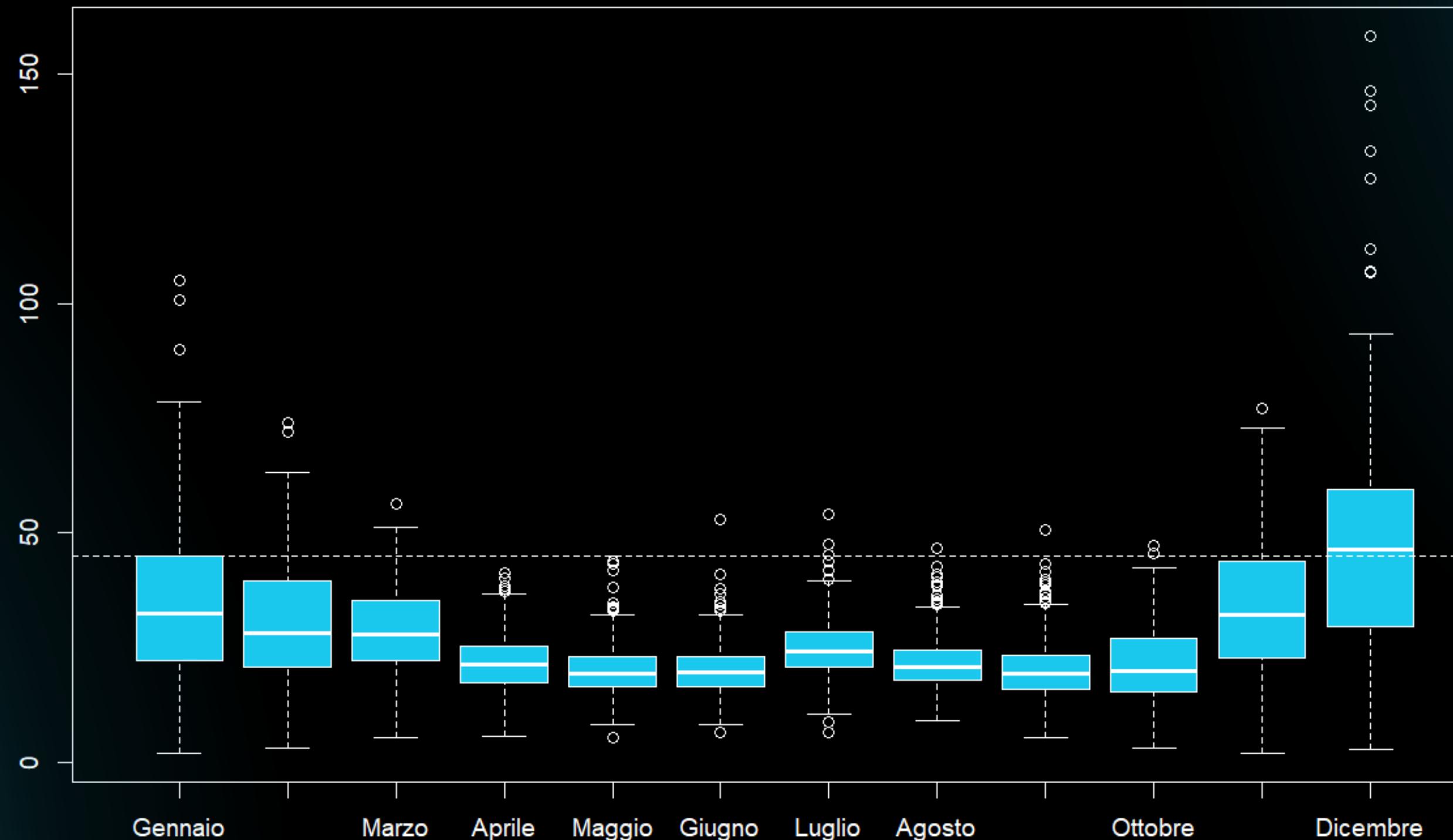


22 DICEMBRE



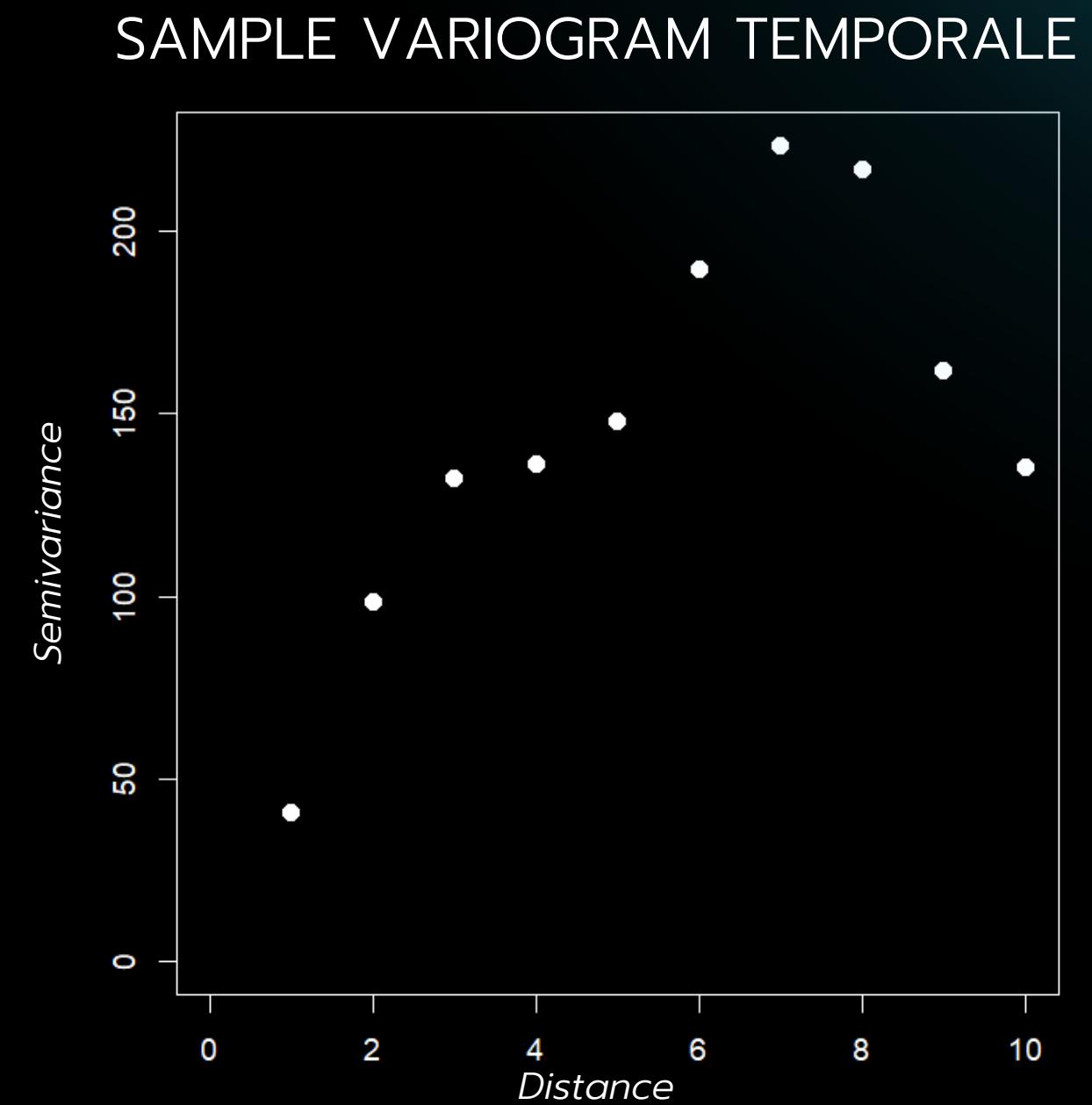
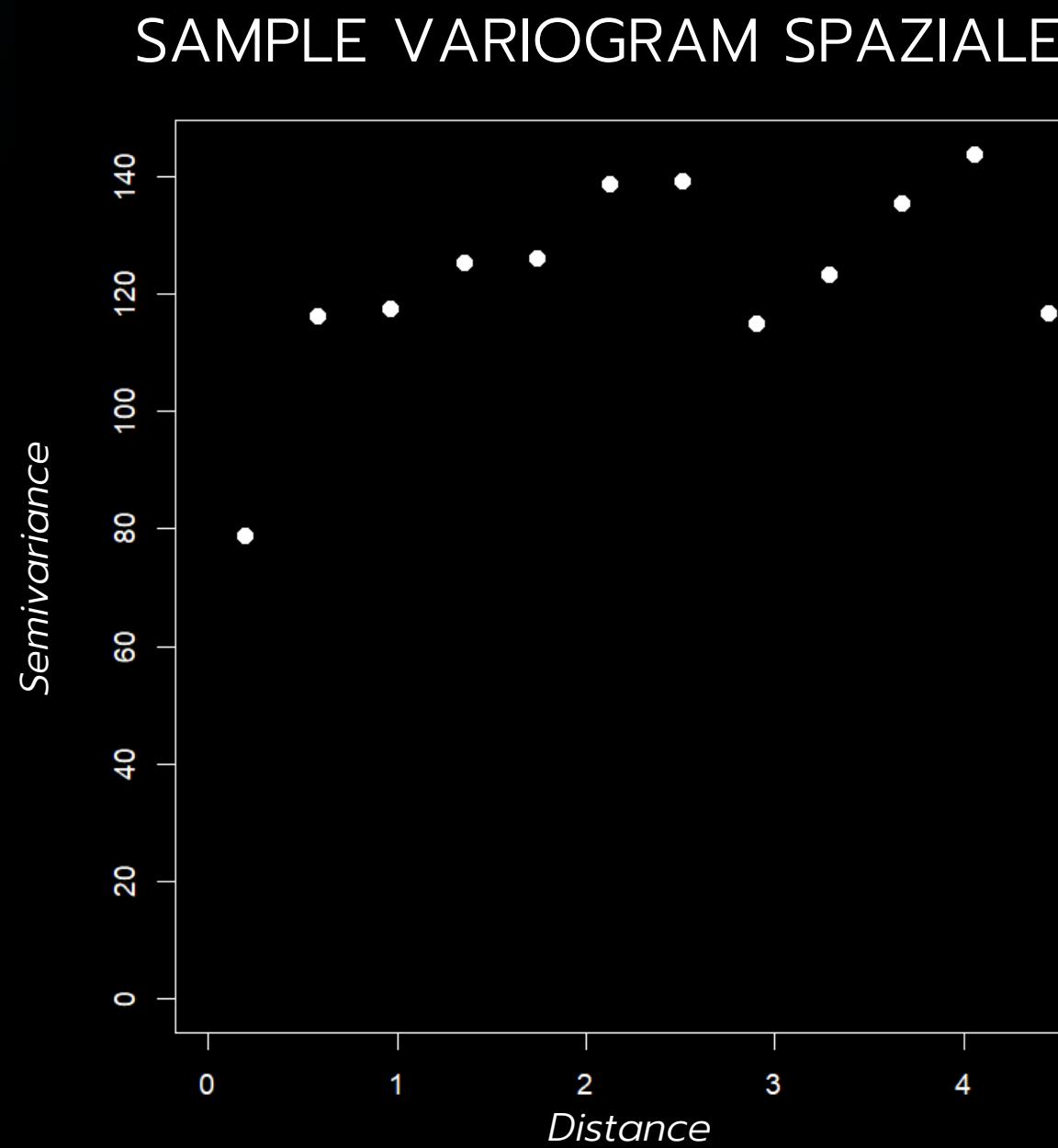
# Risultati - Analisi esplorativa spazio-temporale

## Box-plot spazio-temporale



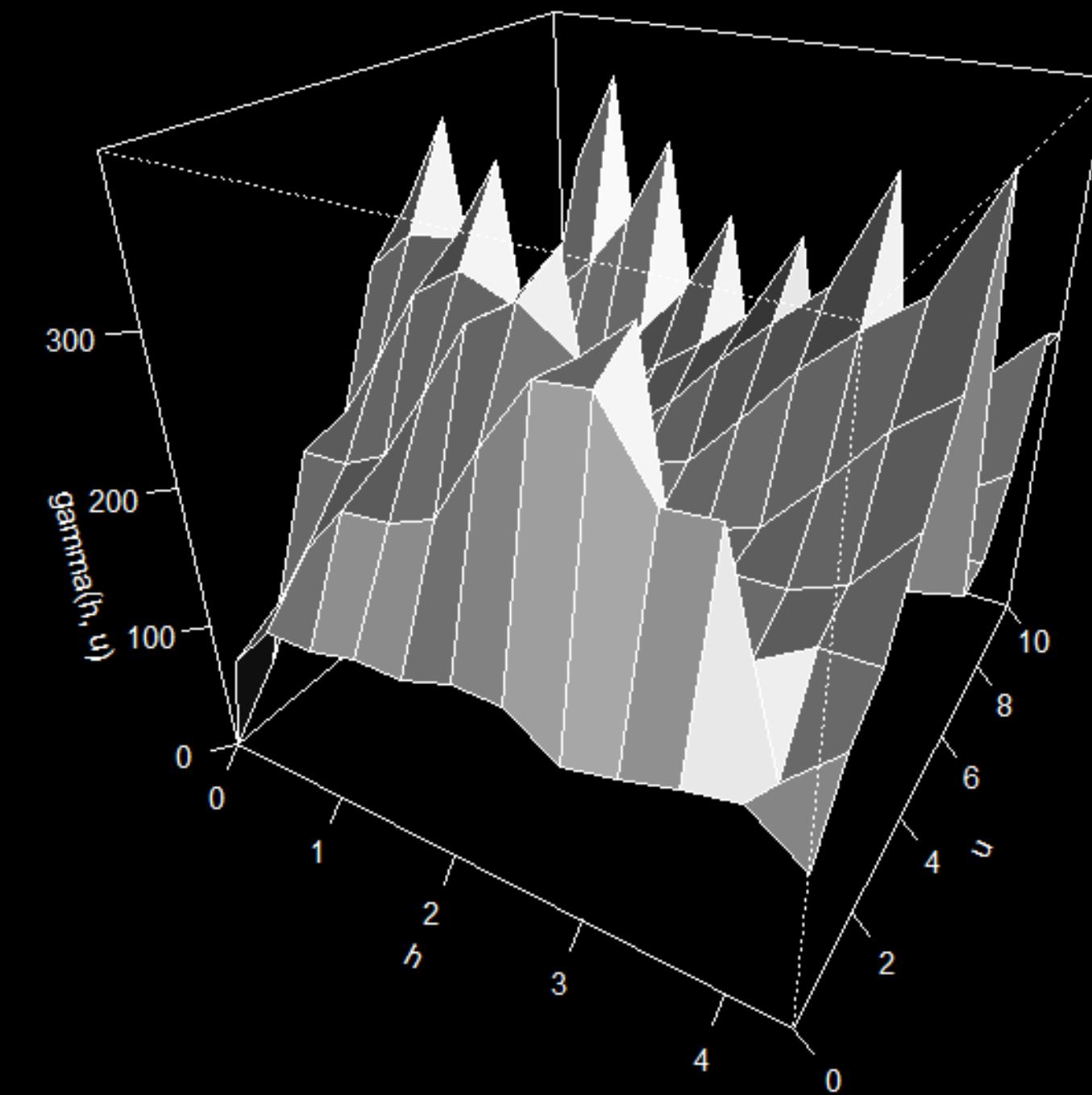
# Risultati - Analisi esplorativa spazio-temporale

# Sample variogram spaziale e temporale



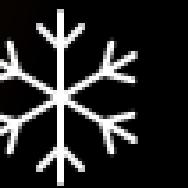
# Risultati - Analisi esplorativa spazio-temporale

## Variogramma spazio-temporale



$$\hat{\gamma}(u_{ij}, h_{pq}) = \frac{1}{2|N(u_{ij}, h_{pq})|} \sum_{(x_{ip}, x_{jq}) \in N(u_{ij}, h_{pq})} (Y_{ip} - Y_{jq})^2$$

# Conclusioni



**La concentrazione di inquinante nel territorio italiano è mediamente maggiore nei mesi invernali e diminuisce tra aprile e ottobre**

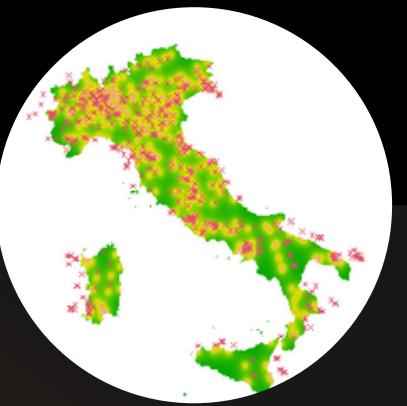


**La distribuzione spaziale della concentrazione di PM10 dipende da fattori ambientali e dalla stagione dell'anno**



**Concentrazioni maggiori di PM10 si osservano nell'area nord-ovest della penisola, nella pianura padana, a Roma e a Napoli**

# Possibili sviluppi



Introdurre nell'analisi i  
valori delle covariate  
ambientali nei punti di  
previsione



Stimare un modello  
spazio-temporale per  
ottenere mappe previsive  
spazio-temporali

Grazie per l'attenzione!