



# Valutazione degli effetti cronici dell'esposizione ambientale negli studi longitudinali italiani: metodi e risultati

**Meeting finale del Progetto BIGEPI  
24 Marzo 2023**

**Federica Nobile**

**Dipartimento di Epidemiologia del SSN – Regione Lazio**



**UNIVERSITÀ di VERONA**  
Dipartimento di DIAGNOSTICA E SANITÀ PUBBLICA

# Studi longitudinali metropolitani



Città	Popolazione (Istat, 2011)	%	% cum.
Torino	872,367	20.44%	20.44%
Bologna	371,337	8.70%	29.14%
Roma	2,617,175	61.32%	90.46%
Taranto	200,154	4.69%	95.15%
Brindisi	88,812	2.08%	97.23%
Siracusa	118,385	2.77%	100%
<b>Totale</b>	<b>4,268,230</b>	<b>100%</b>	

## OBIETTIVI

1. Valutare gli effetti di **lungo periodo** degli **inquinanti atmosferici** sulla **mortalità causa-specifica** e sull'**incidenza di patologie cardiovascolari**.
2. **Meta-analizzare** i risultati coorte-specifici.

# Esposizioni ambientali

Medie annuali 2011/2013 – progetto BEEP

**PM<sub>10</sub>**



**PM<sub>2.5</sub>**



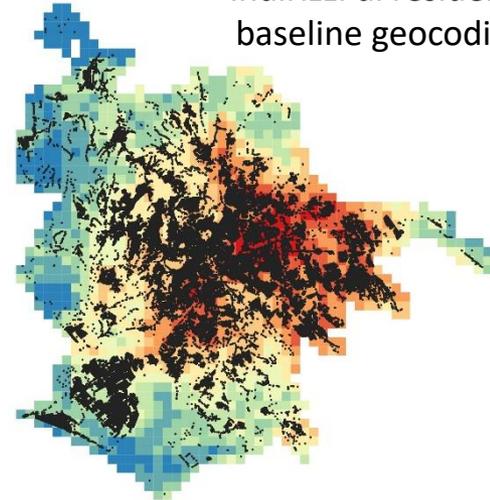
**NO<sub>2</sub>**



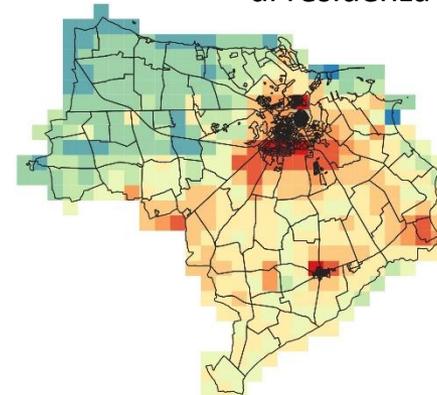
**O<sub>3</sub> (apr-sett)**



Indirizzi di residenza al  
baseline geocodificati



Sezione di censimento  
di residenza al baseline



# Outcome e covariate

## OUTCOME

### MORTALITÀ PER CAUSA:

- non-accidentale (ICD-9: 0-799)
- cardiovascolare (ICD-9: 390-459)
- respiratoria (ICD-9: 460-519)

### INCIDENZA DI:

- malattia coronarica acuta (ICD-9: 410, 411, 427.5; 410-414, 427.5)\*
- ictus (ICD9: 431, 433.x1, 434, 436; 431-436)\*

## COVARIATE

### A LIVELLO INDIVIDUALE:

- età
- sesso
- stato civile
- livello di istruzione
- stato occupazionale
- caratteristiche del nucleo familiare
- condizione abitativa

### A LIVELLO DI AREA:

- indice di deprivazione

\*Fonte: Wolf K, Hoffmann B, Andersen ZJ, et al. Long-term exposure to low-level ambient air pollution and incidence of stroke and coronary heart disease: a pooled analysis of six European cohorts within the ELAPSE project. Lancet Planet Health 2021; 5: e620–32.

# Analisi statistica

1. **Modelli** a rischi proporzionali **di Cox** (singola esposizione):
  - Modello 1: aggiustato per età e sesso;
  - Modello 2: modello 1 + variabili individuali;
  - **Modello 3: modello 2 + variabili di area.**
2. Modelli a **doppia esposizione.**
3. **Modificazione d'effetto** per sesso, età e indice di deprivazione.
4. **Meta-analisi ad effetti random** tra i risultati dei modelli a singola esposizione ottenuti dalle diverse coorti.

**RISULTATI**

# Statistiche descrittive: Torino, Bologna e Roma

## TORINO BOLOGNA ROMA

		%	%	%
<b>Età [media (SD)]</b>		57.5 (SD 16.2)	59.0 (16.7)	56.4 (15.8)
<b>Sesso</b>	<i>Femmine</i>	54.4	55.4	54.9
	<i>Maschi</i>	45.6	44.6	45.1
<b>Stato civile</b>	<i>Coniugato</i>	57.3	53.5	57.2
	<i>Celibe/nubile</i>	20.5	23.6	21.2
	<i>Separato/divorziato</i>	10.0	9.0	10.5
	<i>Vedovo</i>	12.1	13.9	11.1
<b>Livello di istruzione</b>	<i>Laurea e Media superiore</i>	41.0	49.3	54.6
	<i>Media inferiore/Qualifica professionale</i>	36.7	28.0	28.1
	<i>Elementare e Senza titolo di studio</i>	22.3	22.7	17.3
<b>Condizione professionale</b>	<i>Occupato</i>	46.6	47.8	50.0
	<i>Percettore di pensione/redditi da capitale</i>	35.0	39.5	27.9
	<i>Non occupati</i>	18.4	12.7	22.1
<b>Condizione abitativa</b>	<i>Non affollati di proprietà</i>	58.0	65.2	60.4
	<i>Non affollati in affitto; affollati di proprietà</i>	33.5	29.0	31.4
	<i>Affollati in affitto</i>	8.5	5.8	8.2
<b>Caratteristiche nucleo fam.</b>	<i>Coppia con e senza figli + coabitazioni</i>	64.5	59.1	62.3
	<i>Solo con e senza figli</i>	35.5	40.9	37.7
<b>Indice di deprivazione</b>	<i>Basso</i>	21.6	20.7	22.4
	<i>Medio-basso</i>	20.2	20.9	18.8
	<i>Medio</i>	19.7	20.1	20.2
	<i>Medio-alto</i>	20.0	20.2	19.3
	<i>Alto</i>	18.6	18.2	19.3

# Statistiche descrittive: Taranto, Brindisi e Siracusa

## TARANTO BRINDISI SIRACUSA

		%	%	%
<b>Età [media (SD)]</b>		56.2 (15.6)	54.6 (15.5)	55.3 (15.5)
<b>Sesso</b>	<i>Femmine</i>	53.8	53.4	52.9
	<i>Maschi</i>	46.2	46.6	47.1
<b>Stato civile</b>	<i>Coniugato</i>	64.3	64.8	63.2
	<i>Celibe/nubile</i>	17.6	17.5	17.6
	<i>Separato/divorziato</i>	7.2	7.7	8.9
	<i>Vedovo</i>	10.9	10.0	10.3
<b>Livello di istruzione</b>	<i>Laurea e Media superiore</i>	38.2	37.9	44.7
	<i>Media inferiore/Qualifica professionale</i>	32.9	32.9	30.7
	<i>Elementare e Senza titolo di studio</i>	28.9	29.2	24.7
<b>Condizione professionale</b>	<i>Occupato</i>	35.8	38.6	40.1
	<i>Percettore di pensione/redditi da capitale</i>	27.0	25.2	26.1
	<i>Non occupati</i>	37.2	36.2	33.8
<b>Condizione abitativa</b>	<i>Non affollati di proprietà</i>	-	-	68.8
	<i>Non affollati in affitto; affollati di proprietà</i>	-	-	25.3
	<i>Affollati in affitto</i>	-	-	5.9
<b>Caratteristiche nucleo fam.</b>	<i>Coppia con e senza figli + coabitazioni</i>	73.1	72.8	72.2
	<i>Solo con e senza figli</i>	26.9	27.2	27.8
<b>Indice di deprivazione</b>	<i>Basso</i>	20.9	21.5	27.8
	<i>Medio-basso</i>	20.2	19.9	24.0
	<i>Medio</i>	20.2	19.8	16.6
	<i>Medio-alto</i>	20.2	19.6	14.8
	<i>Alto</i>	18.5	19.3	16.8

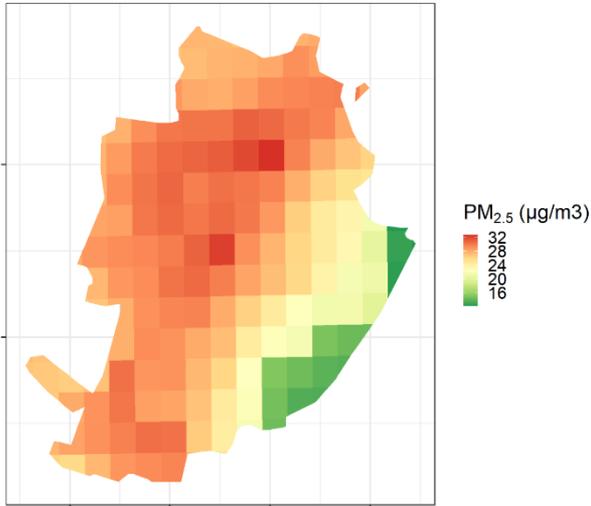
# Statistiche descrittive: Taranto, Brindisi e Siracusa

**TARANTO    BRINDISI    SIRACUSA**

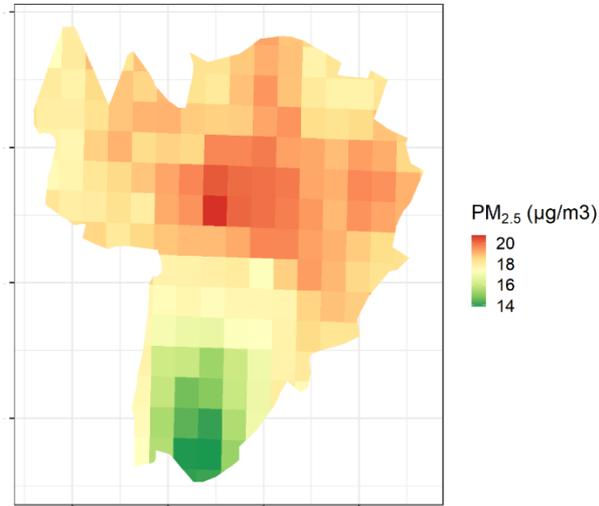
		%	%	%
<b>Età [media (SD)]</b>		56.2 (15.6)	54.6 (15.5)	55.3 (15.5)
<b>Sesso</b>	<i>Femmine</i>	53.8	53.4	52.9
	<i>Maschi</i>	56.2	56.6	57.1
<b>Stato civile</b>	<i>Coniugato</i>	64.3	64.8	63.2
	<i>Celibe/nubile</i>	17.6	17.5	17.6
	<i>Separato/divorziato</i>	7.2	7.7	8.9
	<i>Vedovo</i>	10.9	10.0	10.3
<b>Livello di istruzione</b>	<i>Laurea e Media superiore</i>	38.2	37.9	44.7
	<i>Media inferiore/Qualifica professionale</i>	32.9	32.9	30.7
	<i>Elementare e Senza titolo di studio</i>	28.9	29.2	24.7
<b>Condizione professionale</b>	<i>Occupato</i>	35.8	38.6	40.1
	<i>Percettore di pensione/redditi da capitale</i>	27.0	25.2	26.1
	<i>Non occupati</i>	37.2	36.2	33.8
<b>Numero componenti nucleo familiare</b>	<i>1</i>	14.4	14.3	-
	<i>2</i>	28.6	27.6	-
	<i>3</i>	25.9	25.2	-
	<i>4</i>	23.2	23.7	-
	<i>5+</i>	7.9	9.3	-
<b>Caratteristiche nucleo fam.</b>	<i>Coppia con e senza figli + coabitazioni</i>	73.1	72.8	72.2
	<i>Solo con e senza figli</i>	26.9	27.2	27.8
<b>Indice di deprivazione</b>	<i>Basso</i>	20.9	21.5	27.8
	<i>Medio-basso</i>	20.2	19.9	24.0
	<i>Medio</i>	20.2	19.8	16.6
	<i>Medio-alto</i>	20.2	19.6	14.8
	<i>Alto</i>	18.5	19.3	16.8

# Distribuzione spaziale del PM<sub>2.5</sub>

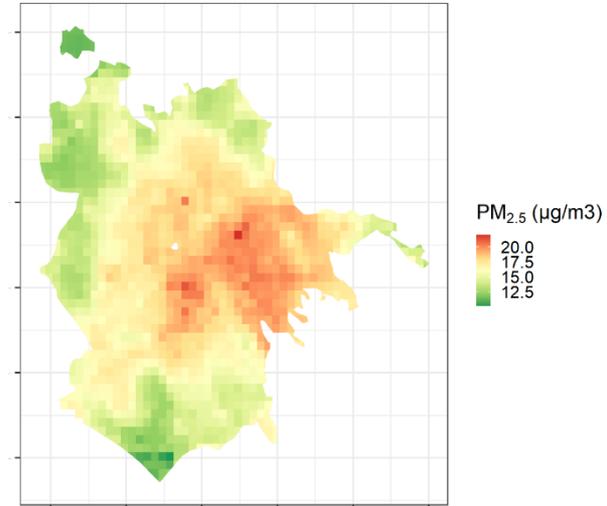
Torino: PM<sub>2.5</sub>



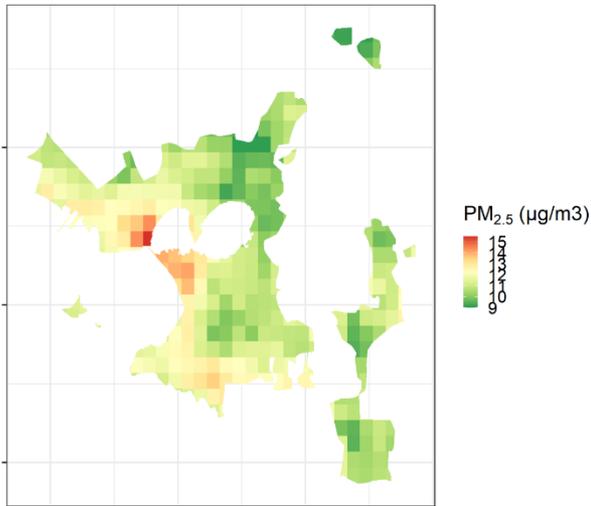
Bologna: PM<sub>2.5</sub>



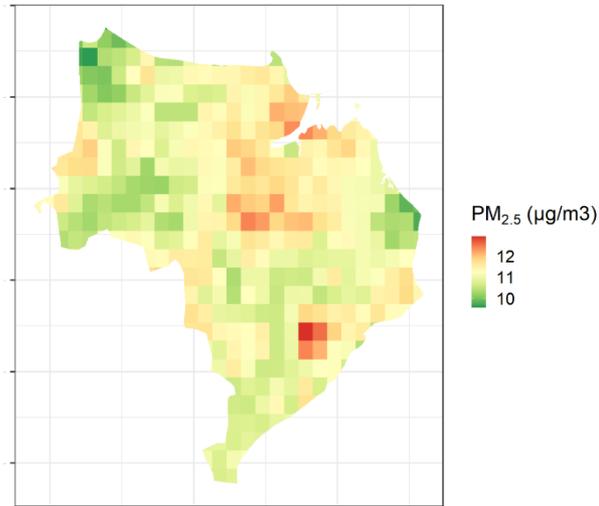
Roma: PM<sub>2.5</sub>



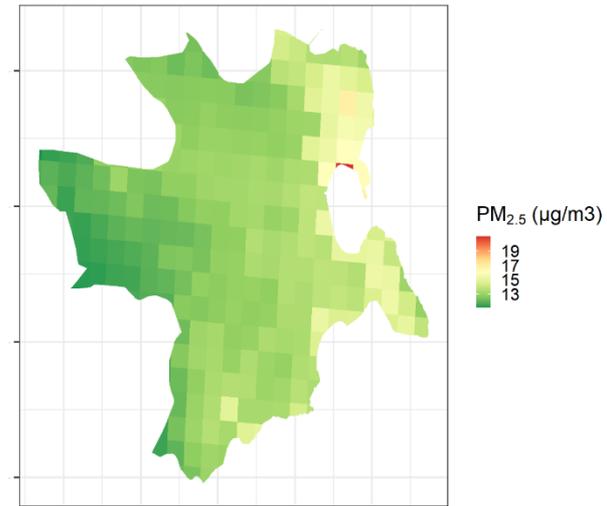
Taranto: PM<sub>2.5</sub>



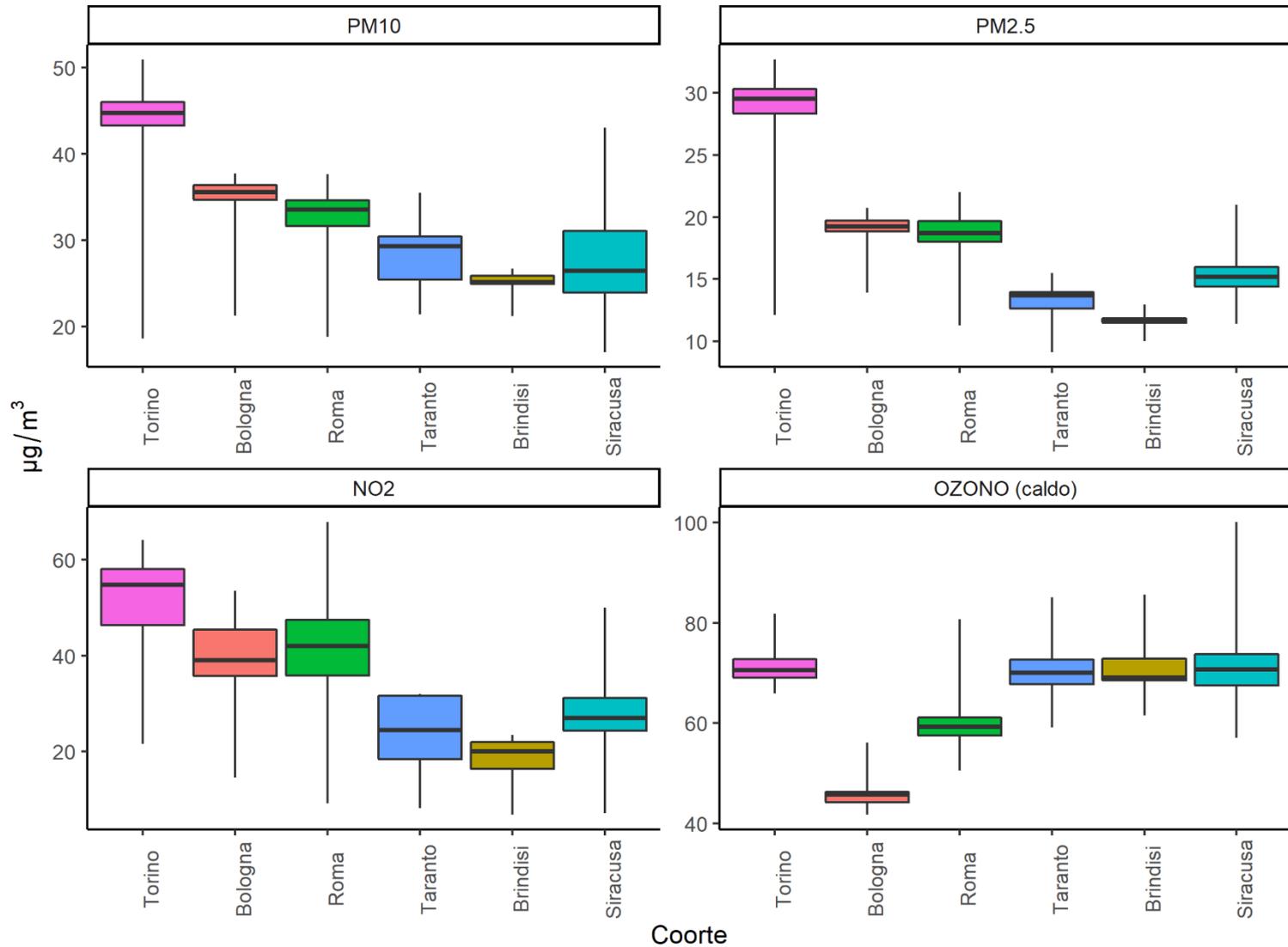
Brindisi: PM<sub>2.5</sub>



Siracusa: PM<sub>2.5</sub>



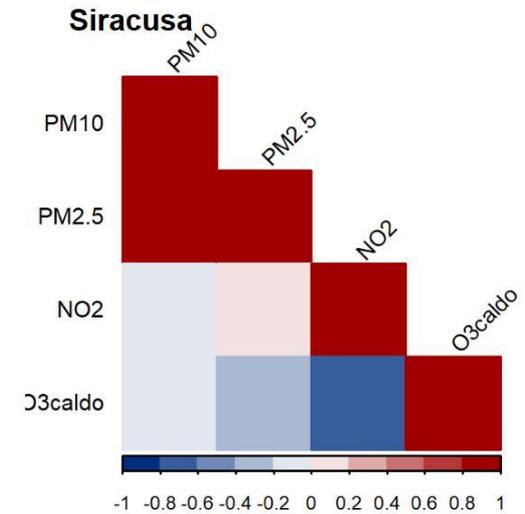
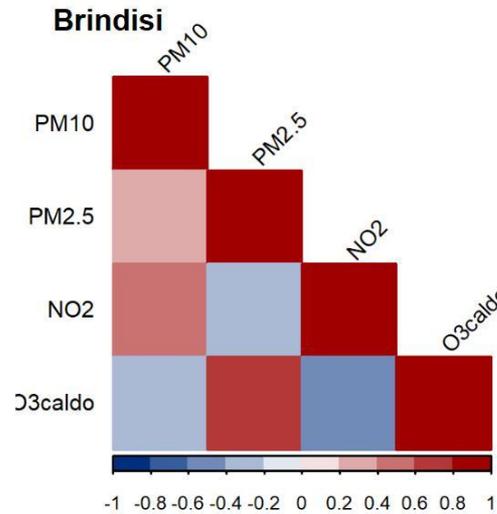
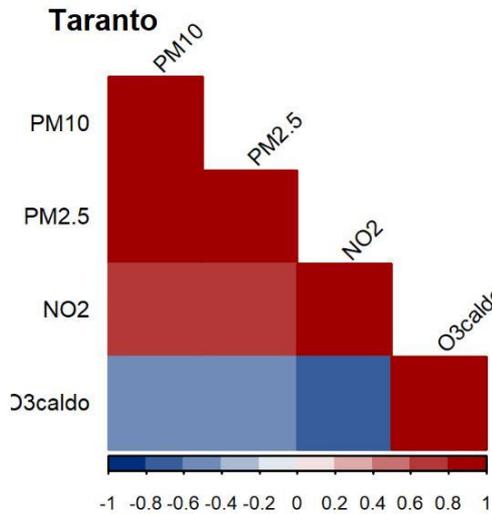
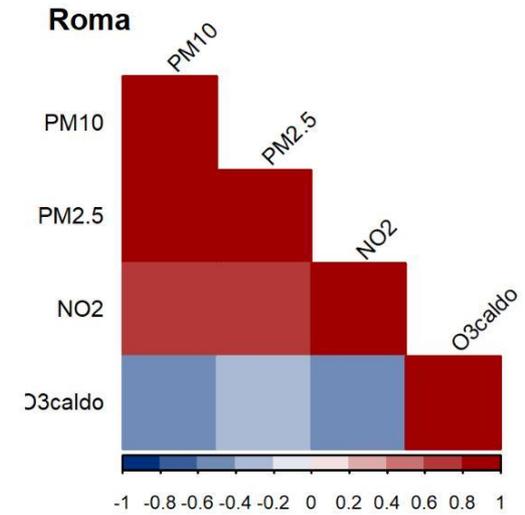
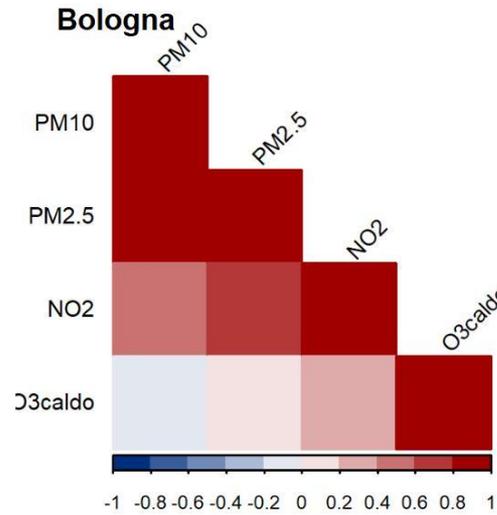
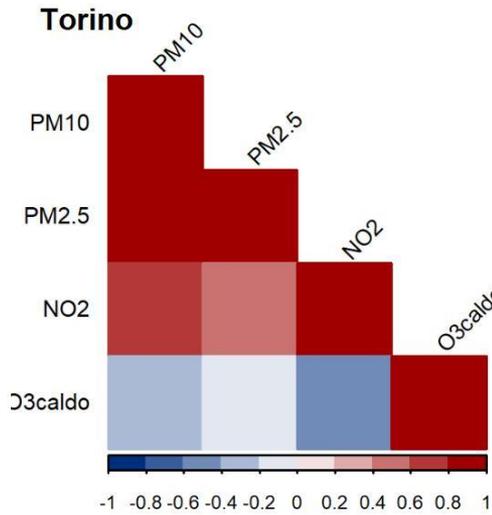
# Inquinanti atmosferici nelle coorti



# Range interquartile (IQR)

	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3caldo</sub></b>
<b>Torino</b>	2.71	1.98	11.67	3.66
<b>Bologna</b>	1.66	0.87	9.67	2.12
<b>Roma</b>	2.97	1.69	11.55	3.54
<b>Taranto</b>	5.01	1.32	13.12	4.9
<b>Taranto (F)</b>	0.610	0.75	3.71	2.36
<b>Brindisi</b>	0.97	0.35	5.51	4.31
<b>Brindisi (F)</b>	1.17	0.53	1.77	2.73
<b>Siracusa</b>	7.11	1.57	6.79	6.19

# Correlazione di Pearson



# Esiti di mortalità

---

	<b>Torino</b>	<b>Bologna</b>	<b>Roma</b>	<b>Taranto</b>	<b>Brindisi</b>	<b>Siracusa</b>
<b>Popolazione</b>	580,350	230,629	1,715,340	129,246	59,762	75,432
<b>Mortalità per cause non-accidentali</b>						
<i>Casi</i>	60,936	24,321	164,360	12,540	5,193	10,583
<i>Tasso x10.000 anni-persona</i>	154.25	145.08	144.19	145.12	127.46	205.10
<b>Mortalità per cause cardiovascolari</b>						
<i>Casi</i>	21,964	8,452	61,135	4,735	1,623	3,633
<i>Tasso x10.000 anni-persona</i>	55.60	50.42	53.63	54.80	39.84	70.41
<b>Mortalità per cause respiratorie</b>						
<i>Casi</i>	5,662	2,444	12,017	976	459	781
<i>Tasso x10.000 anni-persona</i>	14.33	14.58	10.54	11.29	11.27	15.14

---

# Modelli a singola esposizione e meta-analisi: mortalità causa-specifica

## MODELLI A SINGOLA ESPOSIZIONE:

- Segnali di associazione positiva tra  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  e  $NO_2$  e i tre esiti di mortalità (modello 3) nelle coorti di Torino, Roma e Bologna.
- Associazioni positive, non statisticamente significative, per la coorte di Taranto (modello locale - modello FARM - come esposizione ambientale).
- Segnali di associazione positiva tra i 3 inquinanti e in particolare la mortalità per cause respiratorie per la coorte di Brindisi (modello locale - modello FARM - come esposizione ambientale).
- Segnali di associazione positiva tra  $NO_2$ , in particolare, e i 3 esiti di mortalità nella coorte di Siracusa.

## STIME META-ANALITICHE:

- Associazioni positive, non statisticamente significative, tra  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  e  $NO_2$  e i 3 esiti di mortalità.
- Con l'esclusione di Siracusa dalla meta-analisi, associazioni positive e statisticamente significative tra il particolato e la mortalità per cause non-accidentali e cause cardiovascolari.

*Risultati in fase di pubblicazione in articoli scientifici*

# Incidenza

---

	<b>Torino</b>	<b>Bologna</b>	<b>Roma</b>	<b>Taranto</b>	<b>Brindisi</b>	<b>Siracusa</b>
<b>Popolazione</b>	567,215	225,076	1,687,070	124,747	57,503	73,491
<b>Incidenza di ictus</b>						
<i>Casi</i>	10,321	6,611	24,492	1,763	777	1,549
<i>Tasso x10.000 anni-persona</i>	26.77	41.02	21.88	21.04	20.00	30.94

---

# Modelli a singola esposizione e meta-analisi: incidenza di ictus

## **MODELLI A SINGOLA ESPOSIZIONE:**

- Associazione positiva statisticamente significativa tra il  $PM_{2.5}$  e l'incidenza di ictus nella coorte di Roma.
- Segnali di associazioni positive per il  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  e  $NO_2$  e l'incidenza di ictus nelle coorti di Taranto e Brindisi (modello locale - modello FARM - come esposizione ambientale).

## **STIME META-ANALITICHE:**

- Associazioni piatte tra  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  e  $NO_2$  e l'incidenza di ictus.
- Con l'esclusione di Siracusa dalla meta-analisi, segnali di associazione positiva tra il particolato e l'esito in studio.

*Risultati in fase di pubblicazione in articoli scientifici*



## **Gruppo di lavoro OS3**

**Valentina Adorno** (*Settore Innovazione nei Servizi Sanitari e Sociali, Regione Emilia-Romagna*)

**Alessandra Allotta** (*DASOE*)

**Lucia Bisceglia** (*AReSS Puglia*)

**Nicola Caranci** (*Settore Innovazione nei Servizi Sanitari e Sociali, Regione Emilia-Romagna*)

**Achille Cernigliaro** (*DASOE*)

**Antonio Chieti** (*AReSS Puglia*)

**Ida Galise** (*ARPA Puglia*)

**Simone Giannini** (*ARPAE Emilia-Romagna*)

**Federica Nobile** (*DEPLAZIO*)

**Walter Pollina** (*DASOE*)

**Andrea Ranzi** (*ARPAE Emilia-Romagna*)

**Claudio Rubino** (*DASOE*)

**Salvatore Scondotto** (*DASOE*)

**Maria Serinelli** (*ARPA Puglia*)

**Massimo Stafoggia** (*DEPLAZIO*)

**Elena Strippoli** (*SEPI*)

**Nicolás Zengarini** (*SEPI*)

**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE!**

[f.nobile@deplazio.it](mailto:f.nobile@deplazio.it)