



Valutazione degli effetti acuti dell'esposizione ambientale su tutto il territorio nazionale

Meeting finale del Progetto BIGEPI
24 Marzo 2023

Claudio Gariazzo
INAIL-DIMEILA



Motivazioni



- **Le variazioni giornaliere dell'inquinamento atmosferico sono state associate alla mortalità in numerosi studi nelle aree urbanizzate;**
- **L'esistenza di questa associazione nelle aree meno antropizzate non è ancora stata investigata;**
 - **Assenza di copertura nelle reti di monitoraggio**
 - **Assenza di dati di esposizione**
- **I più recenti studi hanno mostrato l'esistenza di effetti sulla salute anche a basse concentrazioni;**
- **Gli studi di associazione si sono maggiormente concentrati sulla cause di morte più frequenti quali: Naturali, Cardiovascolari, Respiratorie etc.**
- **E' necessario verificare l'esistenza di una associazione anche in altre cause di morte non sufficientemente studiate come metaboliche, nervose ecc.**

OS1 – Obiettivo



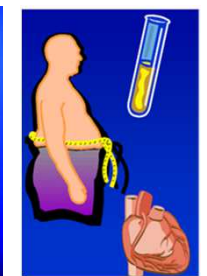
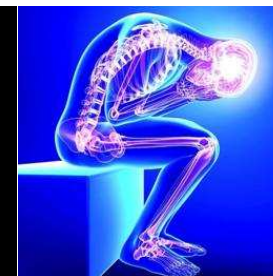
- Valutare gli effetti acuti degli inquinanti atmosferici (PM grossolano - PM_{10} , PM fine - $PM_{2.5}$, diossido d'azoto - NO_2 e ozono - O_3) e della temperatura dell'aria sulla mortalità causa-specifica giornaliera per tutti i comuni del territorio nazionale.

Gli esiti sanitari studiati

- Per lo studio abbiamo selezionato i soggetti deceduti sul territorio italiano negli anni **2013-2015** per lo studio sull'inquinamento atmosferico e **2006-2015** per quello sulla temperatura inclusi **nell'archivio ISTAT** contenenti informazioni sulla data di decesso, causa del decesso, comune di residenza, età e sesso.

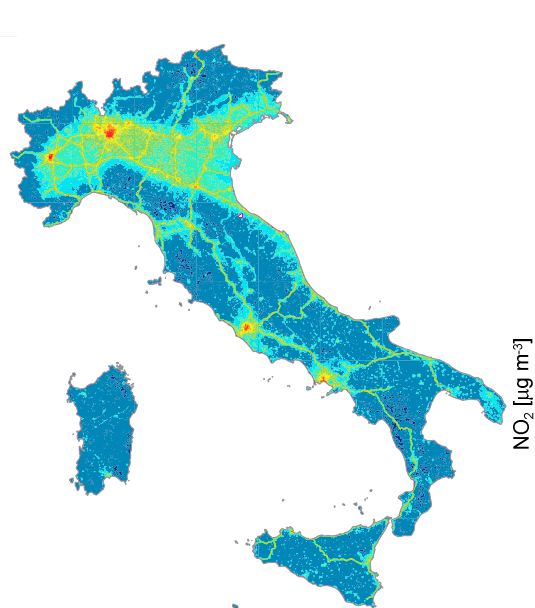
- **Esiti sanitari:**

- naturali (ICD-10 A00-R99)
- cardiovascolari (ICD-10 I00-I99)
- respiratorie (ICD-10 J00-J99)
- cardiache (ICD-10 I00-I52)
- ischemiche (ICD-10 I20-I25)
- cerebrovascolari (ICD-10 I60-I69)
- mentali (ICD-10 F00-F99)
- nervose (ICD-10 G00-G99)
- metaboliche (ICD-10 E00-E99)
- diabetiche (ICD-10 E10-E14)



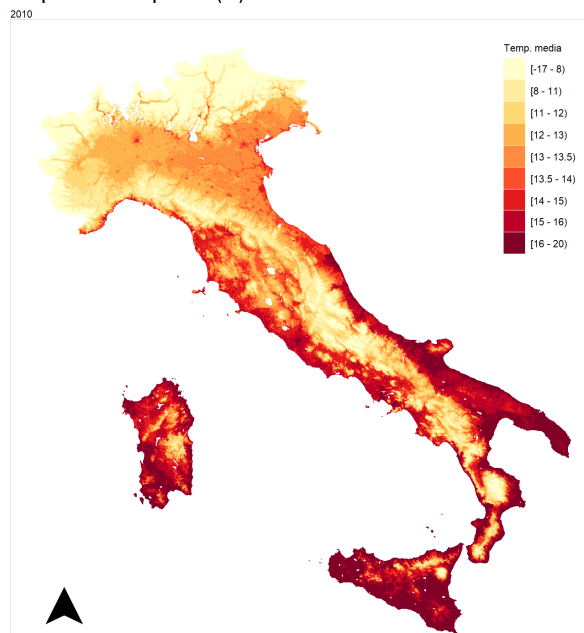
Le esposizioni disponibili

- Serie giornaliere NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} a 1x1 km anni 2013 – 2015
- Serie giornaliere Temperature a 1x1 km anni 2006 – 2015

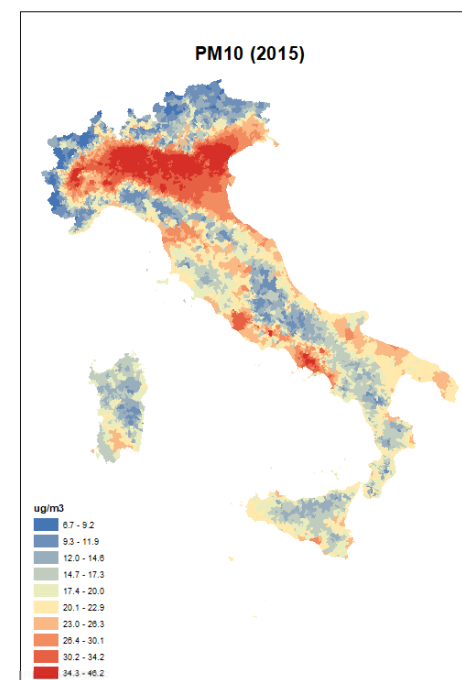


NO₂ [µg m⁻³]

Temperatura media per cella (°C)



Temp. media
 [-17 - 8]
 [8 - 11]
 [11 - 12]
 [12 - 13]
 [13 - 13.5]
 [13.5 - 14]
 [14 - 15]
 [15 - 16]
 [16 - 20]



ugm3
 8.7 - 9.2
 9.3 - 11.9
 12.0 - 14.6
 14.7 - 17.3
 17.4 - 20.0
 20.1 - 22.9
 23.0 - 25.3
 25.4 - 30.1
 30.2 - 34.2
 34.3 - 46.2



Esposizioni post elaborate su base comunale pesate sulla quantità di popolazione residente

Air Quality, Atmosphere & Health
<https://doi.org/10.1007/s11869-021-00981-4>

Spatial-temporal prediction of ambient nitrogen dioxide and ozone levels over Italy using a Random Forest model for population exposure assessment

Camillo Silibello¹ · Giuseppe Carlino² · Massimo Stafoggia³ · Claudio Gariazzo⁴ · Sandro Finardi¹ · Nicola Pepe¹ · Paola Radice¹ · Francesco Forastiere^{5,6} · Giovanni Viegi^{3,7}



Contents lists available at ScienceDirect
 Environment International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envint



Estimation of daily PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations in Italy, 2013–2015, using a spatiotemporal land-use random-forest model

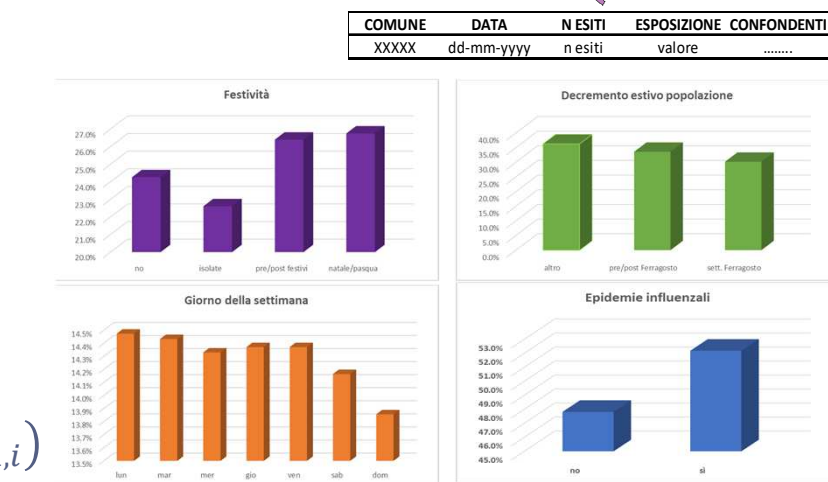
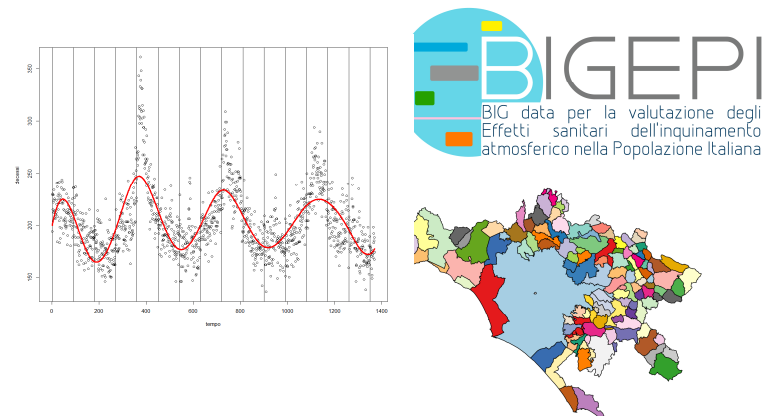
Massimo Stafoggia^{a,b,c}, Tom Bellander^b, Simone Bucchi^c, Marina Davoli^{c,d}, Kees de Hoogh^{c,d}, Francesca de' Donato^e, Claudio Gariazzo^e, Alexei Lyapustin^f, Paola Michelozzi^e, Matteo Renzi^e



Il metodo di analisi

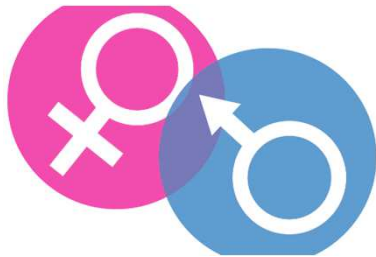
- **Analisi delle serie temporale** comune-specifiche con conte giornaliera di decessi (esito) e media giornaliera di concentrazione di PM/NO₂ (esposizione)
- Analisi **stratificate per province**
- **Aggiustamento per trend e confondenti** (trend temporali, temperatura, giorno della settimana, influenza, vacanze, decremento estivo della popolazione)
- Modello di **regressione di Poisson** comune-specifico:

$$\log(E[Y_i]) = a + b * PMx_i + comune * anno * mese * dow + s(tapphot_{lag\ 0-1,i}) + s(tempcold_{lag\ 1-6,i}) + I(epi.infl) + I(hol) + I(summerpop)$$
- **Meta-analisi** dei risultati provinciali per risultato overall nazionale



MODIFICAZIONE DI EFFETTO

SESSO



GRADO DI
URBANIZZAZIONE
(fonte: EUROSTAT)



basso



medio



alto

ETÀ



0-64



65-74



75-84



85+

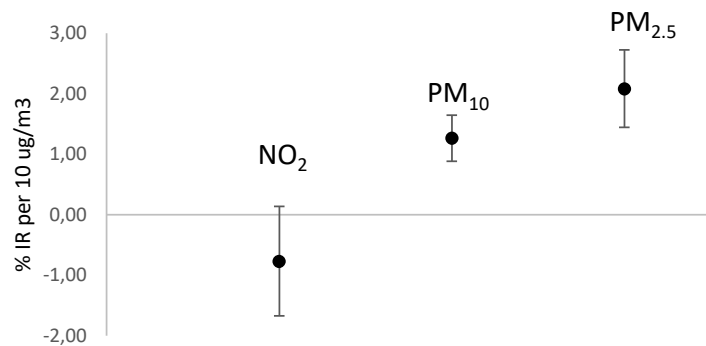
Statistica della mortalità – 2013-2015

		Naturale	Cardiovascolare	Cardiaca	Cerebrovasc.	Ischemica	Respiratoria	Metabolica	Diabete	Mentale	Nervosa
Totale		1,769,660	680,203	477,711	135,372	82,927	131,389	81,807	15,799	56,185	76,357
Anno	2013	575,228	221,948	155,205	44,528	27,900	41,656	26,607	5,101	17,357	23,979
	2014	574,185	219,530	154,118	43,869	27,215	41,381	26,026	5,063	17,523	24,337
	2015	620,247	238,725	168,388	46,975	27,812	48,352	29,174	5,635	21,305	28,041
Genere	Maschi	845,077	295,852	212,415	54,488	46,281	70,363	35,401	6,885	18,528	32,447
	Femmine	924,583	384,351	265,296	80,884	36,646	61,026	46,406	8,914	37,657	43,910
Classe età	0-64	196,311	41,550	31,569	7,075	11,598	6,043	7,634	1,157	1,959	6,573
	65-74	252,052	63,583	45,738	12,085	13,482	12,588	11,754	2,323	2,338	9,368
	75-84	550,428	196,194	133,844	42,865	26,239	41,470	27,047	5,397	13,965	28,005
	85+	770,819	378,872	266,557	73,346	31,607	71,288	35,372	6,922	37,923	32,411
Urbanizzazione											
	Rurale (5267 munic.)	342,428	146,906	106,766	24,833	17,543	22,432	18,150	3,946	13,084	15,690
	Suburbana (2257 munic.)	724,814	277,356	194,813	55,889	32,855	56,125	33,697	6,538	24,885	32,763
	Urbana (268 munic.)	698,919	254,447	174,992	54,457	32,318	52,546	29,765	5,255	18,073	27,742

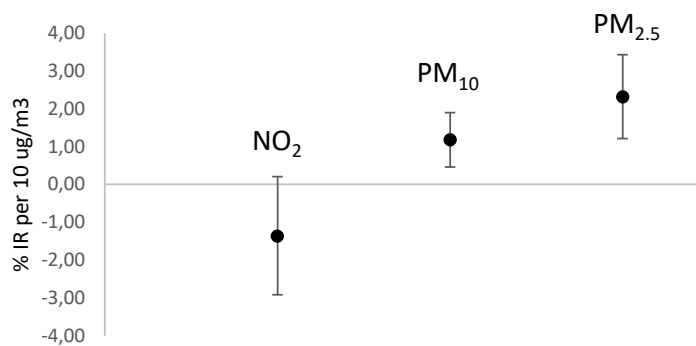
Risultati main analysis 1/2



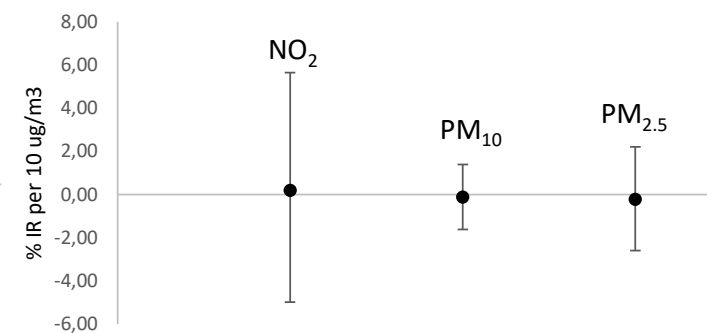
Naturali



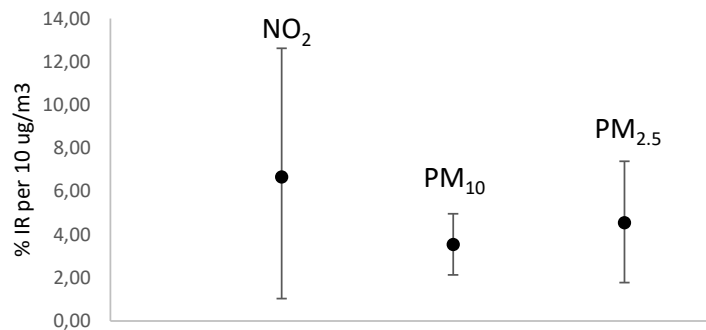
Cardiovascolari



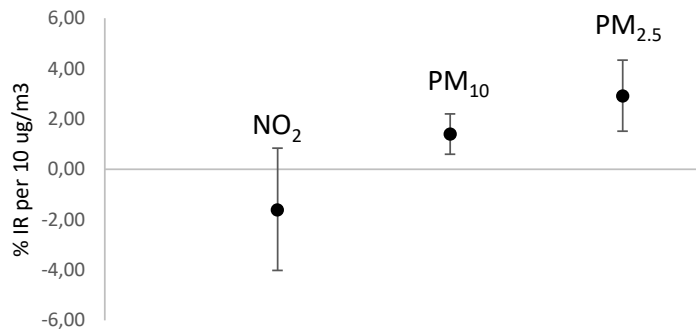
Cerebrovascolari



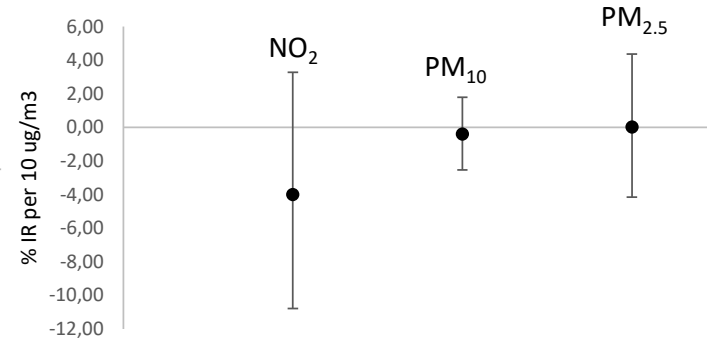
Respiratorie



Cardiache

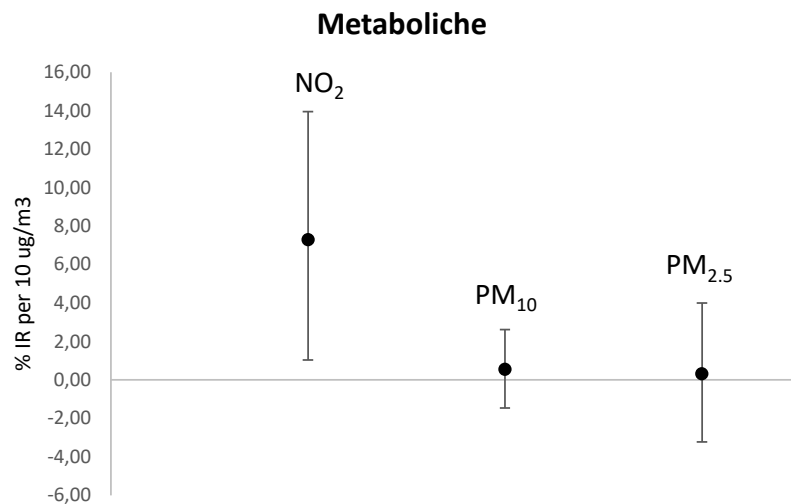


Ischemiche

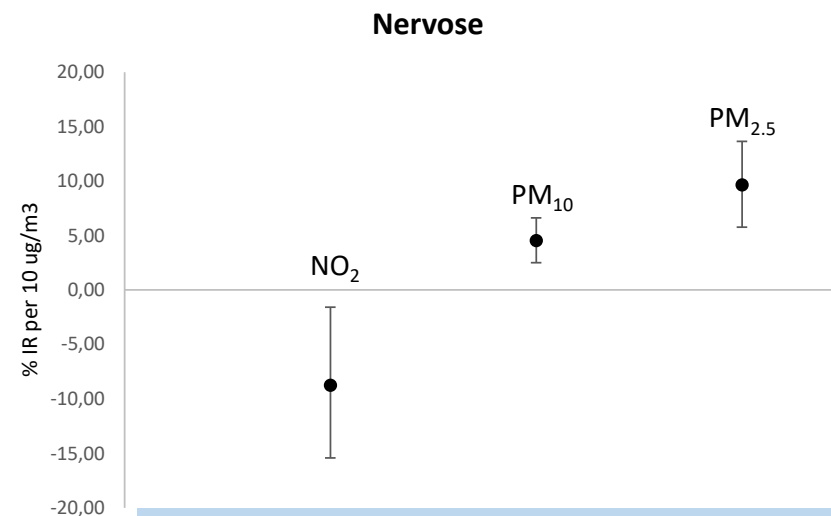


Risultati @ lag 0-5

Risultati main analysis 2/2

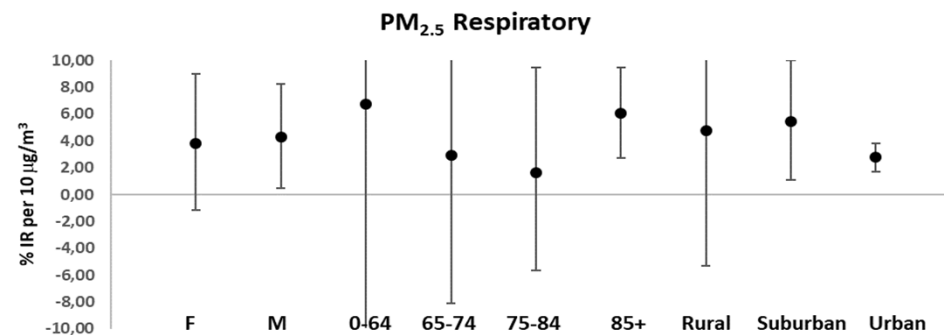
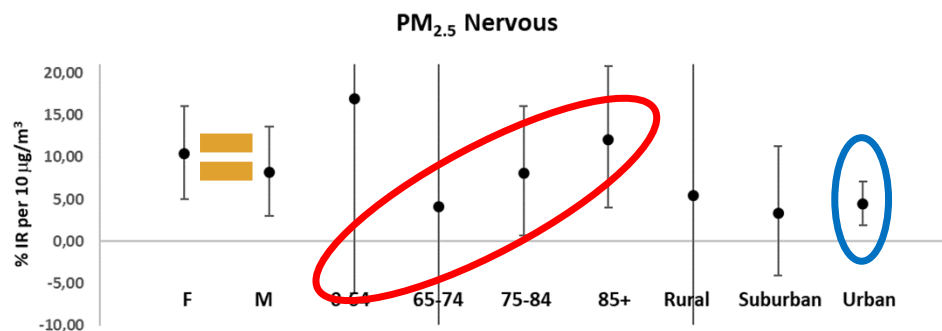
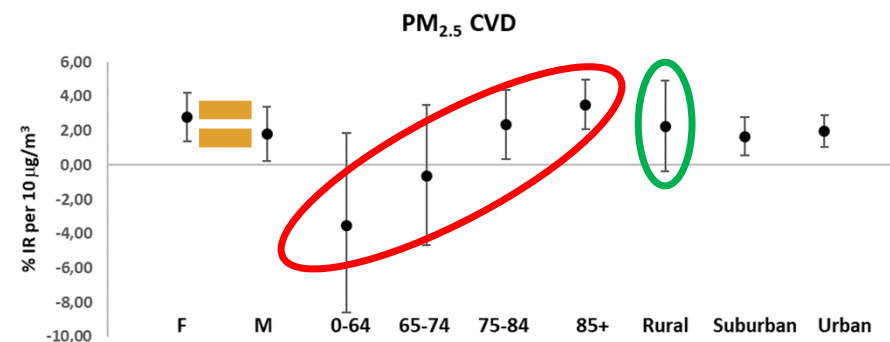
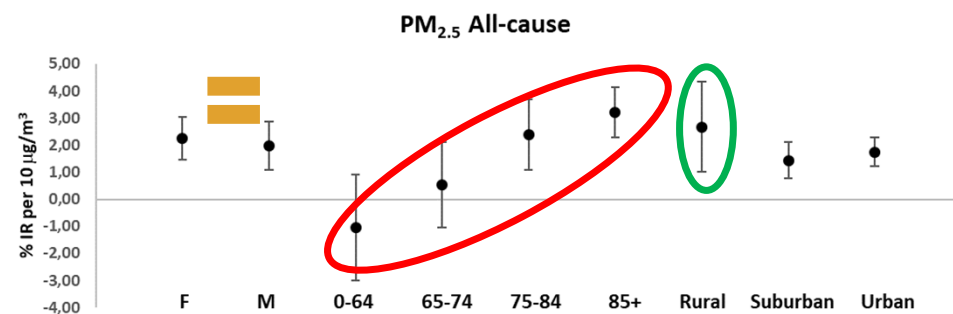


- Alcuni studi riportano una associazione con diabete di tipo 2
- Possibili effetti biologici: infiammazione e stress ossidativo
- Possibili effetti subclinici come pressione elevata e incremento pulsazioni cardiache

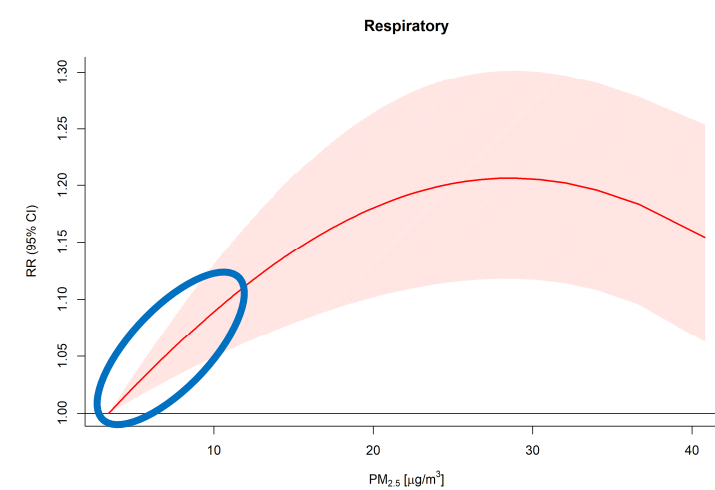
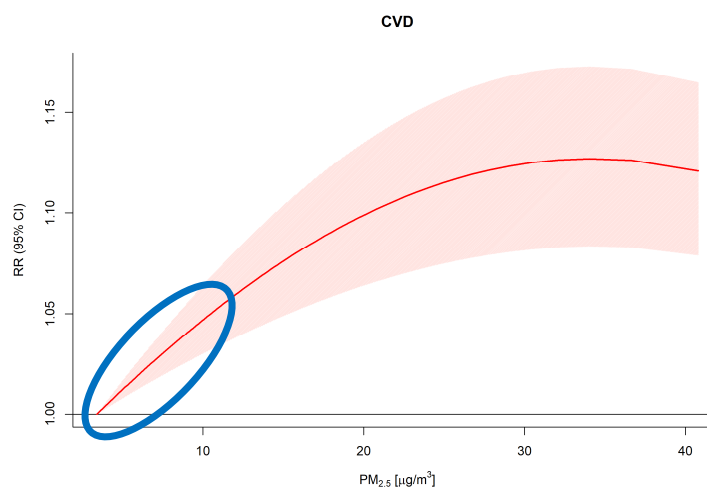
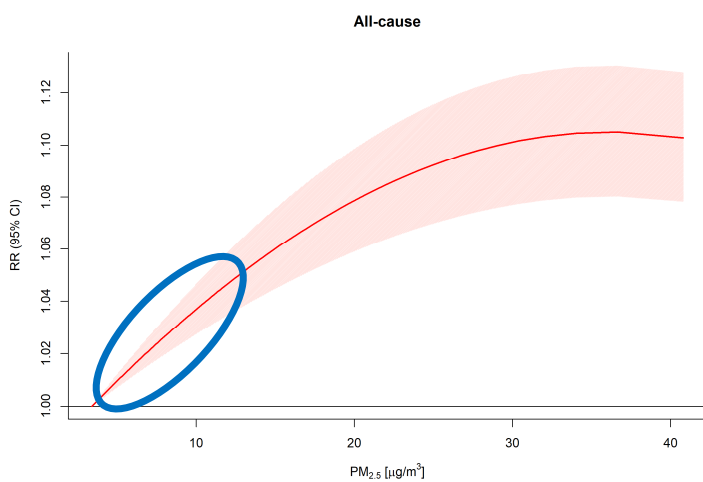


- Studi in vivo ed epidemiologici supportano l'esistenza di una associazione con disfunzione del sistema nervoso centrale, effetti neuro-compartmentali e ricoveri per cause nervose
- Molti studi su effetti cronici neurologici e malattie degenerative (Demenza, Alzheimer e Parkinson)
- Possibili effetti biologici: infiammazione e stress ossidativo

Risultati – Modificatori effetto



Risultati – PM2.5 Curve C-R



Il lavoro pubblicato

Environmental Research 216 (2023) 114676



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Environmental Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envres



Association between short-term exposure to air pollutants and cause-specific daily mortality in Italy. A nationwide analysis

Claudio Gariazzo^{a,*}, Matteo Renzi^b, Alessandro Marinaccio^a, Paola Michelozzi^b, Stefania Massari^a, Camillo Silibello^c, Giuseppe Carlino^d, Paolo Giorgi Rossi^e, Sara Maio^f, Giovanni Viegi^f, Massimo Stafoggia^b, on behalf of BIGEPI Collaborative Group

^a Occupational and Environmental Medicine, Epidemiology and Hygiene Department, Italian Workers' Compensation Authority (INAIL), Roma, Italy

^b Department of Epidemiology, Lazio Regional Health Service, ASL Roma 1, Rome, Italy

^c Arianet, Milan, Italy

^d Simularia, Turin, Italy

^e AUSL-IRCCS, Reggio Emilia, Italy

^f CNR - Institute of Clinical Physiology, CNR, Pisa, Italy

ARTICLE INFO

Keywords:

Health effects
Urbanisation level
Particulate matter
Nitrogen dioxide

ABSTRACT

Background/aim: Daily air pollution has been linked with mortality from urban studies. Associations in rural areas are still unclear and there is growing interest in testing the role that air pollution has on other causes of death. This study aims to evaluate the association between daily air pollution and cause-specific mortality in all 8092 Italian municipalities.

Conclusioni



- **Primo studio nazionale sulla mortalità short-term causa specifica** da esposizione a PM, NO₂
- Confermati **effetti positivi significativi per mortalità dovuta a cause naturali, cardiovascolari e respiratorie**
- **Individuati effetti positivi per cause nervose e metaboliche**
- **Modificazioni di effetto per età** per esposizioni a inquinamento atmosferico con rischi più elevati per la popolazione anziana
- **Modificazioni di effetto per grado di urbanizzazione** con effetti anche su aree rurali.



Grazie per l'attenzione

Gruppo di lavoro OS1

Claudio Gariazzo (INAIL-DIMEILA)
Simone Giannini (ARPAE Emilia-Romagna)
Stefania La Grutta (CNR-IFT)
Pierpaolo Marchetti (UNIVR)
Alessandro Marinaccio (INAIL-DIMEILA)
Massimo Stafoggia (DEPLAZIO)

Collaboratori

Matteo Renzi (DEPLAZIO)
Stefania Massari (INAIL-DIMEILA)
Camillo Silibello (ARIANET)
Giuseppe Carlino (SIMULARIA)
Paolo Giorgi Rossi (AUSL-IRCCS, Reggio Emilia)



Valutazione degli effetti acuti dell'esposizione a temperature estreme in Italia

Meeting finale del Progetto BIGEPI
24 Marzo 2023

Francesca de'Donato
DEPLAZIO

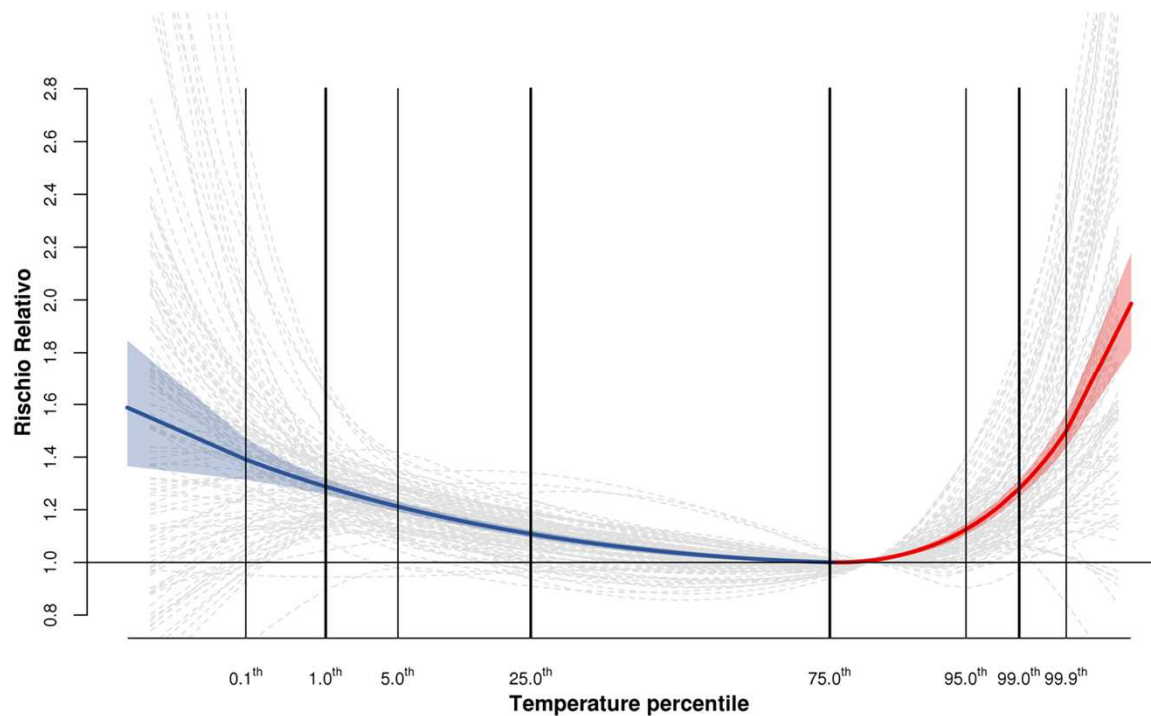


IL MODELLO STATISTICO

- In ogni provincia, **serie temporale per comune** con: conteggio giornaliero di decessi (**esito**), media giornaliera comunale di temperatura (**esposizione**), confondenti giornalieri (trend temporali, giorno della settimana, epidemie influenzali, festività/ferie estive, ecc.)
- Analisi aggiuntive: per **età** (0-74, 75+), **sesso**, **tipo del comune** (urbano, sub-urbano, rurale)
- Regressione di Poisson condizionale con sovra-dispersione (comando *glm*, libreria *glm*, software *R*) :

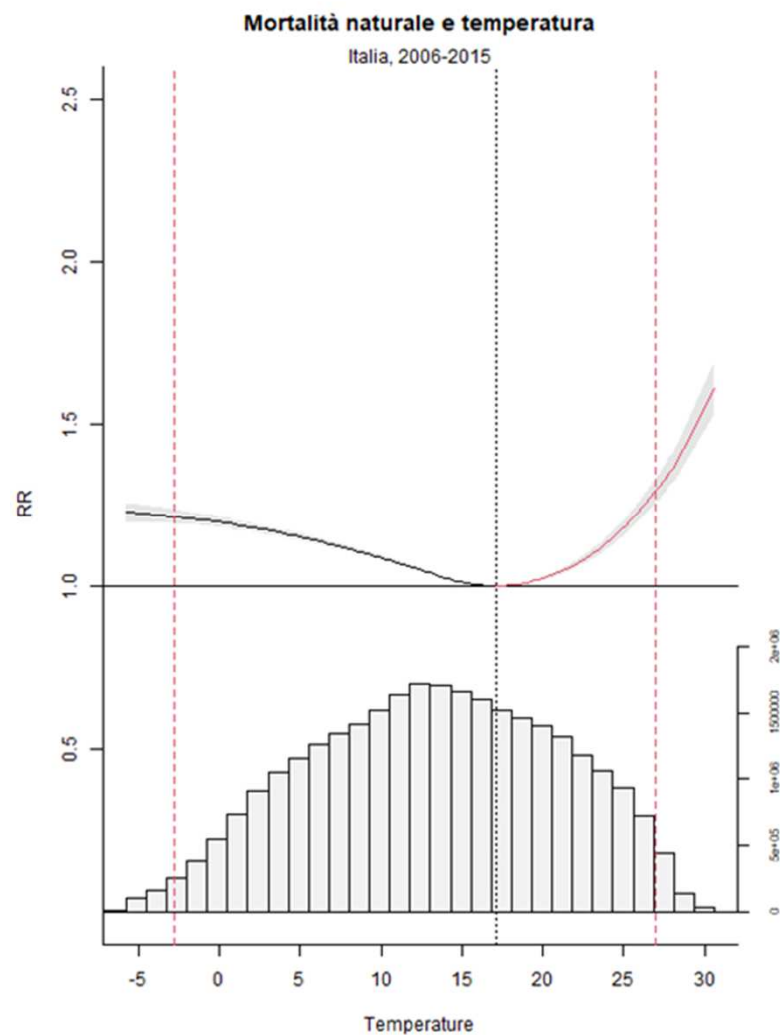
$$\begin{aligned} & \mathbf{\log(E[Y_i])} \\ & = a + DLNM(\text{temperatura}) + I(\text{munic:yy:mm:dow}) \\ & + I(\text{epi.infl}) + I(\text{hol}) + I(\text{summerpop}) \end{aligned}$$

STIME DEL RISCHIO ALTE E BASSE TEMPERATURE



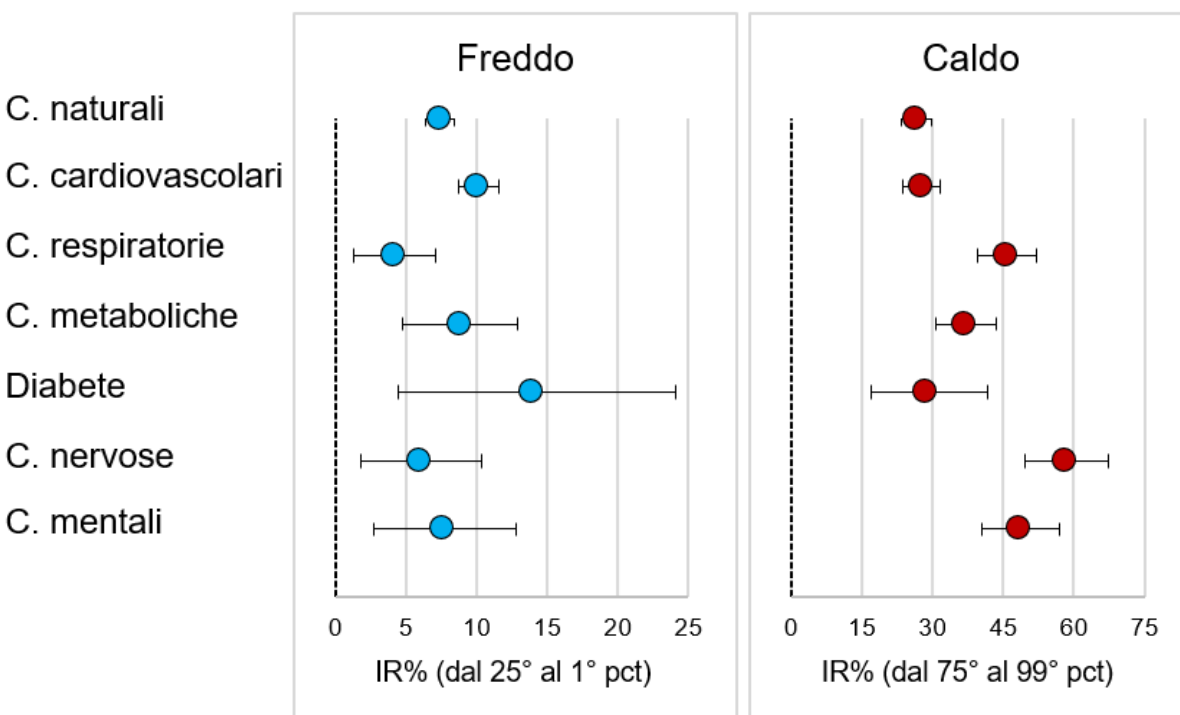
- **Freddo:** RR al 1° percentile (della distribuzione provincia-specifica) rispetto al 25° percentile, utilizzato come riferimento
- **Caldo:** RR al 99° percentile (della distribuzione provincia-specifica) rispetto al 75° percentile, utilizzato come riferimento

RISULTATI



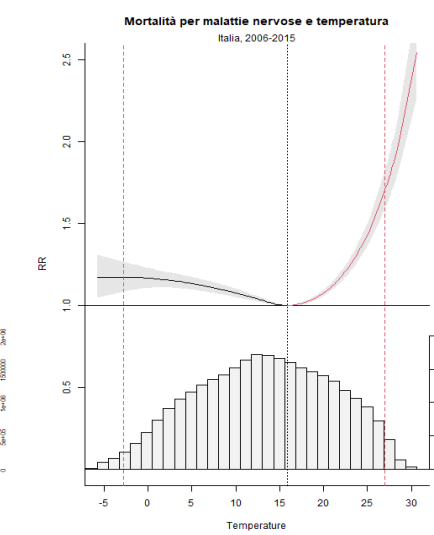
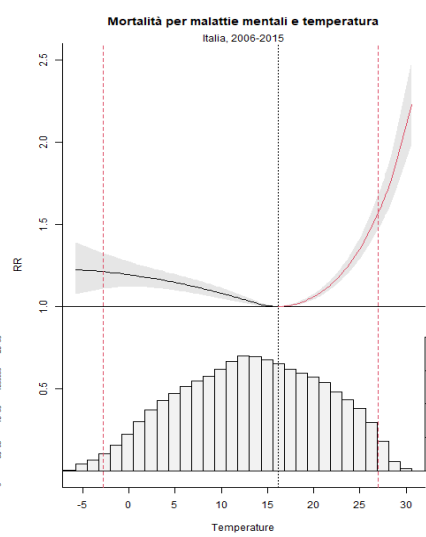
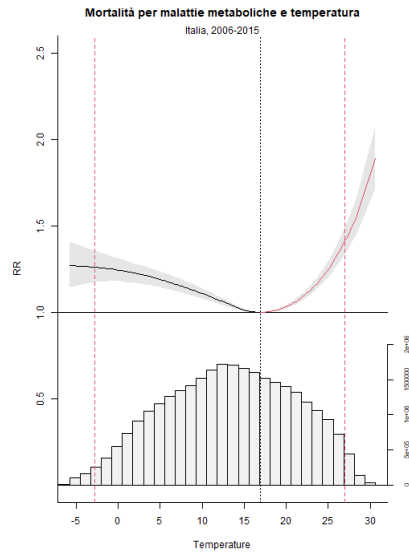
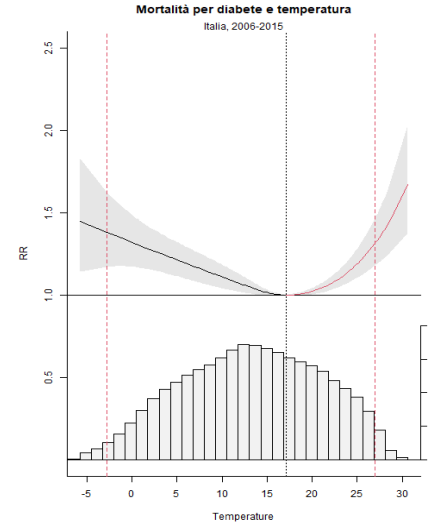
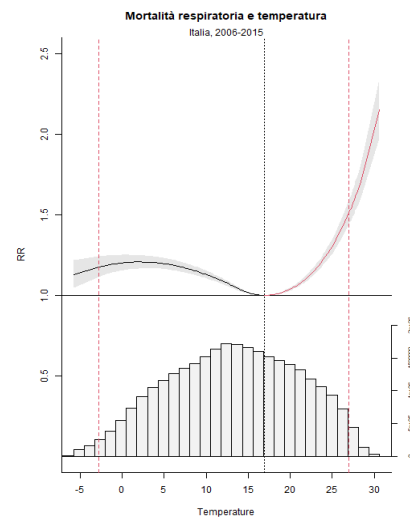
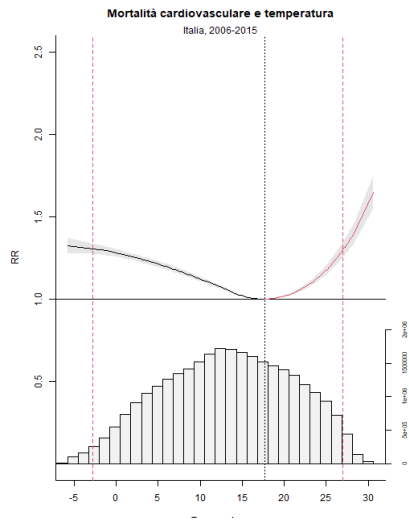
	Freddo			Caldo		
	RR	IC 95%		RR	IC 95%	
Overall	1.074	1.064	1.084	1.265	1.233	1.297
Analisi di sensibilità						
<i>lag 0-1</i>	1.011	1.005	1.018	1.250	1.227	1.274
<i>lag 0-14</i>	1.151	1.135	1.168	1.236	1.203	1.271
<i>Temp. apparente</i>	1.074	1.064	1.084	1.264	1.233	1.295
Età (anni)						
0-74	1.067	1.050	1.084	1.099	1.081	1.117
75+	1.076	1.064	1.088	1.327	1.287	1.369
Sesso						
<i>Maschi</i>	1.079	1.067	1.092	1.192	1.165	1.219
<i>Femmine</i>	1.071	1.057	1.085	1.325	1.286	1.364
Tipo di comune						
<i>Rurale</i>	1.073	1.054	1.093	1.273	1.229	1.319
<i>Sub-urbano</i>	1.077	1.063	1.092	1.281	1.247	1.316
<i>Urbano</i>	1.069	1.054	1.084	1.209	1.182	1.237

RISULTATI – stime di effetto delle temperature sulla mortalità per causa



Mortalità per cause	Freddo			Caldo		
	RR	IC 95%		RR	IC 95%	
Naturali	1.074	1.064	1.084	1.265	1.233	1.297
Cardiovascolari	1.101	1.087	1.116	1.277	1.238	1.318
Cardiache	1.099	1.082	1.115	1.253	1.219	1.288
Ischemiche	1.141	1.104	1.180	1.095	1.057	1.134
Cerebrovascolari	1.121	1.088	1.155	1.270	1.216	1.327
Respiratorie	1.042	1.013	1.071	1.458	1.397	1.521
Nervose	1.060	1.018	1.104	1.583	1.497	1.675
Mentali	1.076	1.027	1.128	1.484	1.404	1.569
Metaboliche	1.088	1.048	1.129	1.369	1.306	1.435
Diabete	1.139	1.045	1.241	1.287	1.169	1.418

RISULTATI – associazione temperatura mortalità per causa



Conclusioni

- Primo studio nazionale sugli effetti acuti delle temperature sulla mortalità causa specifica
- **Associazione** tra la mortalità giornaliera per tutte le cause in studio e **temperature sia alte che basse.**
- effetti **più pronunciati delle alte** rispetto alle basse temperature.
- **Caldo:** cause nervose , mentali, respiratorie e metaboliche
- **Freddo:** cardiovascolari, ischemiche, diabete
- **Maggior effetto** delle alte temperature **negli anziani e nelle donne.**
- Effetti significativi del caldo e del freddo sia in aree urbane che rurali.

Sensitivity study results

Pollutant	Outcome	Level	Increment type	Increment value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	IR %	95% CI	
PM_{2.5}	All-cause						
	urbanization score	Rural	Fixed	10	2.67	1.02	4.34
		Suburban	Fixed	10	1.43	0.77	2.10
		Urban	Fixed	10	1.73	1.21	2.27
		Rural	IQR	6.88	1.83	0.70	2.97
		Suburban	IQR	10.83	1.55	0.84	2.28
		Urban	IQR	13.81	2.40	1.67	3.14

Sensitivity study results

Pollutant	Outcome	Type of analysis	%IR	95%CI	
PM ₁₀	All-cause	Main	1.26	0.88	1.65
		PM ₁₀ controlled for NO ₂	1.25	0.87	1.63
	Cardiovascular	Main	1.18	0.46	1.90
		PM ₁₀ controlled for NO ₂	1.17	0.45	1.90
	Respiratory	Main	3.54	2.13	4.97
		PM ₁₀ controlled for NO ₂	3.48	2.05	4.92
PM _{2.5}	All-cause	Main	2.08	1.44	2.72
		PM _{2.5} controlled for NO ₂	2.06	1.42	2.71
	Cardiovasculari	Main	2.32	1.21	3.43
		PM _{2.5} controlled for NO ₂	2.32	1.21	3.43
	Respiratory	Main	4.55	1.78	7.40
		PM _{2.5} controlled for NO ₂	4.41	1.60	7.30
NO ₂	All-cause	Main	-0.77	-1.67	0.14
		NO ₂ controlled for PM ₁₀	-0.62	-1.53	0.29
		NO ₂ controlled for PM _{2.5}	-0.63	-1.53	0.29
	Cardiovascular	Main	-1.36	-2.91	0.21
		NO ₂ controlled for PM ₁₀	-1.24	-2.81	0.34
		NO ₂ controlled for PM _{2.5}	-1.24	-2.80	0.34

I dati sanitari disponibili



Dati ISTAT mortalità causa specifica 2006-2015

Descrizione Variabili	Descrizione modalità
Data di Morte	
Sesso	Maschio/Femmina
Comune Decesso	Elenco province e comuni in vigore
Provincia Decesso	Elenco province e comuni in vigore
Data di nascita	
Località di nascita	
Età compiuta	
Località di residenza	
Ripartizione di decesso	Macroregione
Regione di decesso	Elenco regioni
Ripartizione di residenza	Macroregione
Regione di residenza	Elenco regioni
Stato civile	
Grado di Istruzione	
Condizione professionale o non professionale	
Posizione nella professione	
Ramo di attività economica	Agricoltura, caccia e pesca, Industria ecc.
Cittadinanza	
Grado di Istruzione Madre	
Grado di Istruzione Padre	
Condizione professionale o non professionale Madre	
Condizione professionale o non professionale Padre	
Posizione nella professione Madre	
Posizione nella professione Padre	
Ramo di attività economica Madre	Agricoltura, caccia e pesca, Industria ecc.
Ramo di attività economica Padre	Agricoltura, caccia e pesca, Industria ecc.
Età della madre	
Data di nascita della madre	
Cittadinanza Madre	
Cittadinanza Padre	
Progressivo (ID numerico)	6 cifre
Causa iniziale	Codice ICD10
Causa violenta	Codice ICD10 (cap. XXI)

Confronto con letteratura

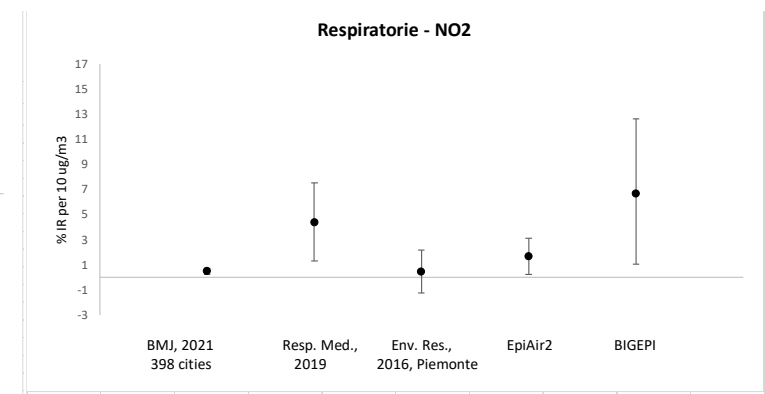
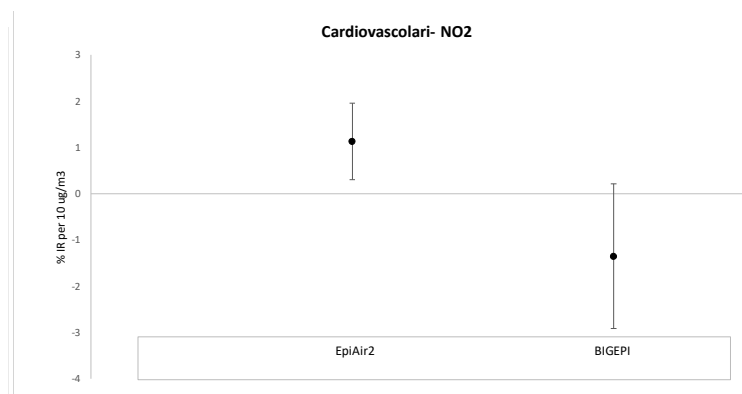
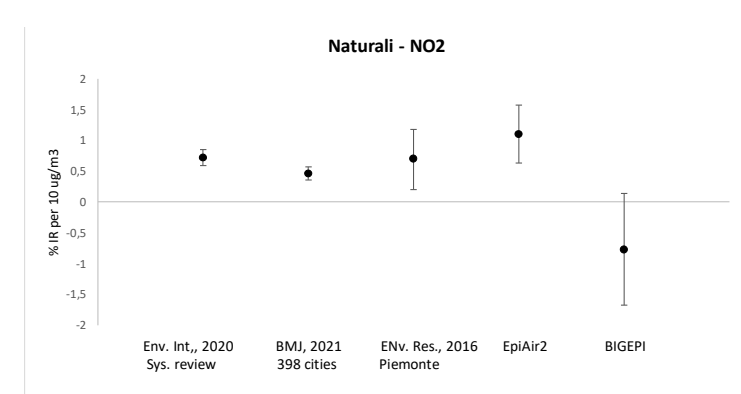
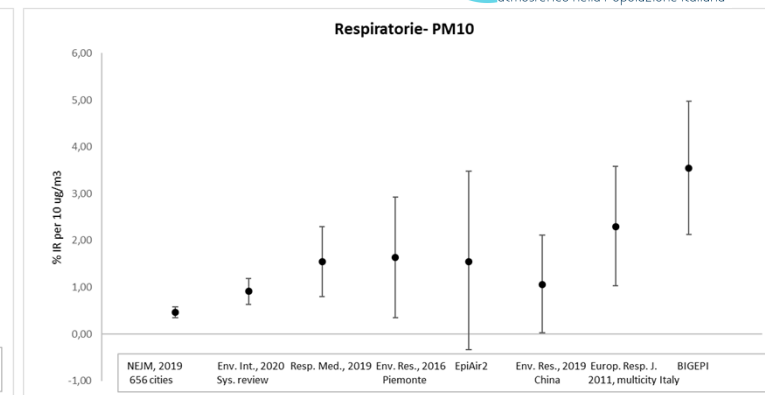
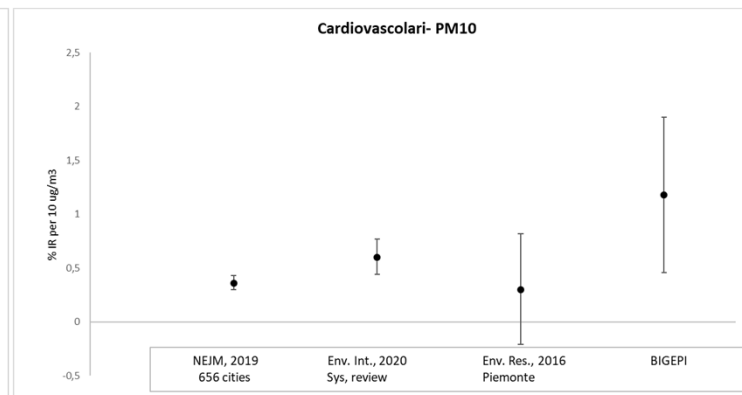
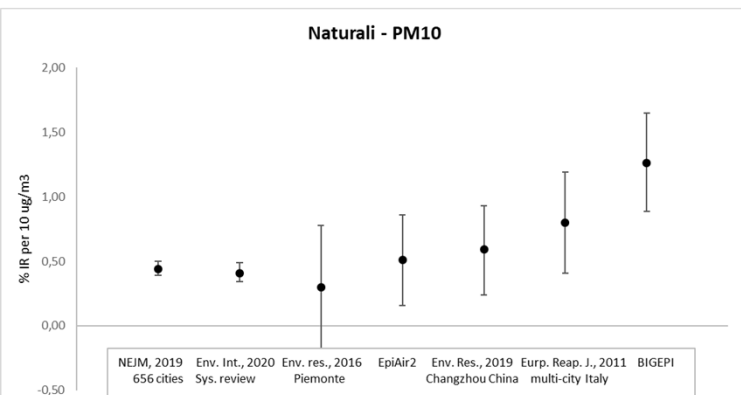


Table 3

Associations between short-term exposure to PM₁₀, PM_{2.5} and NO₂ at different lags (0–1, 2–5, 0–5 days) and cause-specific mortality during 2013–2015. Results are from random effects meta-analysis of Italian province-specific estimates (110 provinces) and are expressed as a percentage increase of risk (IR%) and 95% confidence intervals (95% CI) per 10 µg/m³ increases.

Disease	Lag	PM ₁₀			PM _{2.5}			NO ₂		
		IR %	95%CI		IR %	95%CI		IR %	95%CI	
Natural	0–1	1.15	0.89	1.42	1.72	1.27	2.17	-0.88	-1.49	-0.26
	2–5	0.72	0.36	1.07	1.36	0.75	1.96	-0.14	-0.80	0.54
	0–5	1.26	0.88	1.65	2.08	1.44	2.72	-0.77	-1.67	0.14
Cardiovascular	0–1	0.97	0.50	1.45	1.71	0.93	2.49	-1.41	-2.58	-0.22
	2–5	0.71	0.04	1.38	1.61	0.49	2.74	-0.35	-1.88	1.21
	0–5	1.18	0.46	1.90	2.32	1.21	3.43	-1.36	-2.91	0.21
Cardiac	0–1	1.01	0.39	1.62	1.96	0.96	2.96	-1.70	-3.23	-0.15
	2–5	0.91	0.17	1.65	2.11	0.78	3.45	-0.45	-2.59	1.73
	0–5	1.40	0.60	2.20	2.91	1.52	4.33	-1.62	-4.01	0.83
Cerebrovasc.	0–1	0.10	-1.19	1.40	0.02	-2.21	2.31	-0.09	-5.31	5.41
	2–5	-0.31	-1.54	0.94	-0.51	-2.55	1.57	0.52	-4.54	5.85
	0–5	-0.12	-1.61	1.39	-0.22	-2.60	2.21	0.19	-4.98	5.65
Ischemic	0–1	-1.43	-3.29	0.46	-2.08	-5.47	1.43	-3.13	-8.19	2.21
	2–5	0.27	-1.59	2.16	1.12	-2.51	4.89	-2.17	-7.47	3.43
	0–5	-0.39	-2.53	1.80	0.01	-4.15	4.36	-4.00	-10.77	3.28
Respiratory	0–1	2.29	1.35	3.23	3.22	1.44	5.03	1.26	-1.53	4.13
	2–5	2.59	1.28	3.92	3.52	1.17	5.93	5.95	1.02	11.13
	0–5	3.54	2.13	4.97	4.55	1.78	7.40	6.68	1.04	12.62
Metabolic	0–1	1.08	-0.68	2.87	1.63	-1.70	5.07	8.25	-1.24	18.66
	2–5	-0.14	-1.94	1.70	-0.88	-4.46	2.83	3.39	-1.05	8.03
	0–5	0.56	-1.45	2.61	0.32	-3.23	4.00	7.30	1.03	13.95
Diabetes	0–1	0.40	-4.05	5.06	0.29	-7.00	8.15	6.89	-16.99	37.63
	2–5	1.65	-4.46	8.15	-0.16	-9.14	9.71	0.25	-13.07	15.59
	0–5	1.91	-4.07	8.27	0.40	-9.38	11.24	3.43	-10.95	20.13
Mental	0–1	1.34	-1.29	4.05	1.62	-3.46	6.96	-6.42	-13.22	0.92
	2–5	1.72	-1.26	4.79	2.19	-3.44	8.14	4.55	-2.52	12.13
	0–5	2.09	-1.28	5.58	2.37	-4.15	9.34	-0.02	-8.48	9.21
Nervous	0–1	2.96	1.31	4.64	6.55	3.38	9.81	-6.71	-11.49	-1.68
	2–5	3.14	1.34	4.98	7.08	3.64	10.64	-4.63	-10.98	2.19
	0–5	4.55	2.51	6.63	9.64	5.76	13.65	-8.74	-15.39	-1.57

Risultati – PM10 PM2.5 Curve C-R

