

# Diffusione dell' $\text{NO}_2$ e impatto sanitario a Napoli sulla base dei risultati della campagna di scienza partecipata “ $\text{NO}_2$ , NO grazie!”

Cittadini per l'aria onlus,  
grazie al contributo del Comitato scientifico

Contatti: [stampa@cittadiniperaria.org](mailto:stampa@cittadiniperaria.org)  
[angelo.riccio@uniparthenope.it](mailto:angelo.riccio@uniparthenope.it)

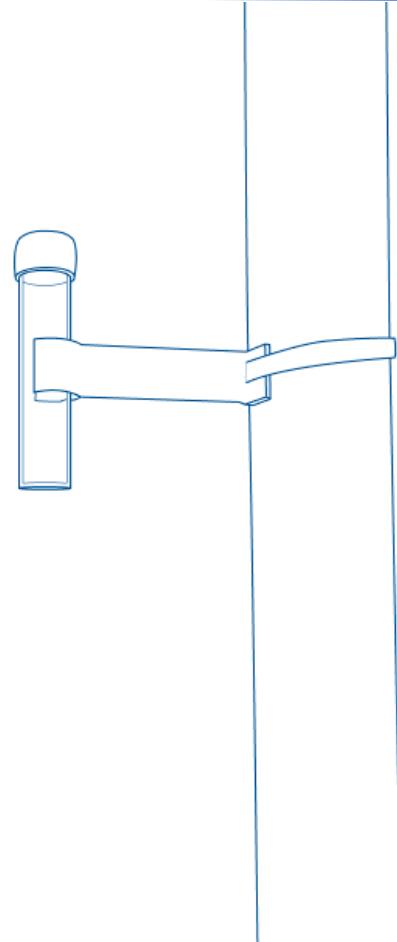


# Il nostro Team



# Perché il biossido di azoto?

- ❖ Il biossido di azoto (NO2) è un inquinante che nelle città proviene principalmente dal traffico e in particolare dai motori diesel. Un gas le cui concentrazioni **si riducono molto e immediatamente** semplicemente limitando o vietando l'ingresso nelle aree urbane a questi veicoli
- ❖ E' verosimile supporre che, in un ambiente urbano, ad elevate concentrazioni di NO2 corrispondano anche elevati livelli di **black carbon** (BC) e particolato fine e ultrafine ( $PM_{2.5}$  e  $PM_1$ ), inquinanti nocivi che provengono anch'essi in larga misura dal traffico
- ❖ L'NO2 serve dunque da campanello di allarme per la salute dei cittadini



Dall'8 febbraio al 7 marzo 2020 centinaia di cittadini napoletani hanno misurato l'NO2 con un piccolo campionatore passivo che ha raccolto l'inquinante gassoso per assorbimento



# Il progetto NO<sub>2</sub>, NO Grazie!

2017  
Gli esordi

2020  
il progetto viene realizzato per  
la prima volta  
nella città metropolitana di  
Napoli e nel Casertano

2021  
Restituzione dei  
risultati finali

L'idea nasce in reazione al Dieselgate. L'obiettivo è quello di raccogliere dati diffusi rendendo i cittadini partecipi del monitoraggio dell'NO<sub>2</sub> e consapevoli del problema. Il progetto inizia a prendere forma a Milano e provincia e a Roma.

I cittadini posizionano un campionario-re dell'NO<sub>2</sub> di fronte alle loro case, uffici, scuole, ecc., e il monitoraggio ha la durata di un mese. I primi risultati del progetto mostrano valori elevati, nonostante un periodo di campionamento sia stato parzialmente interessato dal lock-down.

Grazie al Comitato Scientifico vengono restituiti i risultati finali concernenti la diffusione dell'NO<sub>2</sub> e il suo impatto sulla salute degli abitati di Napoli.

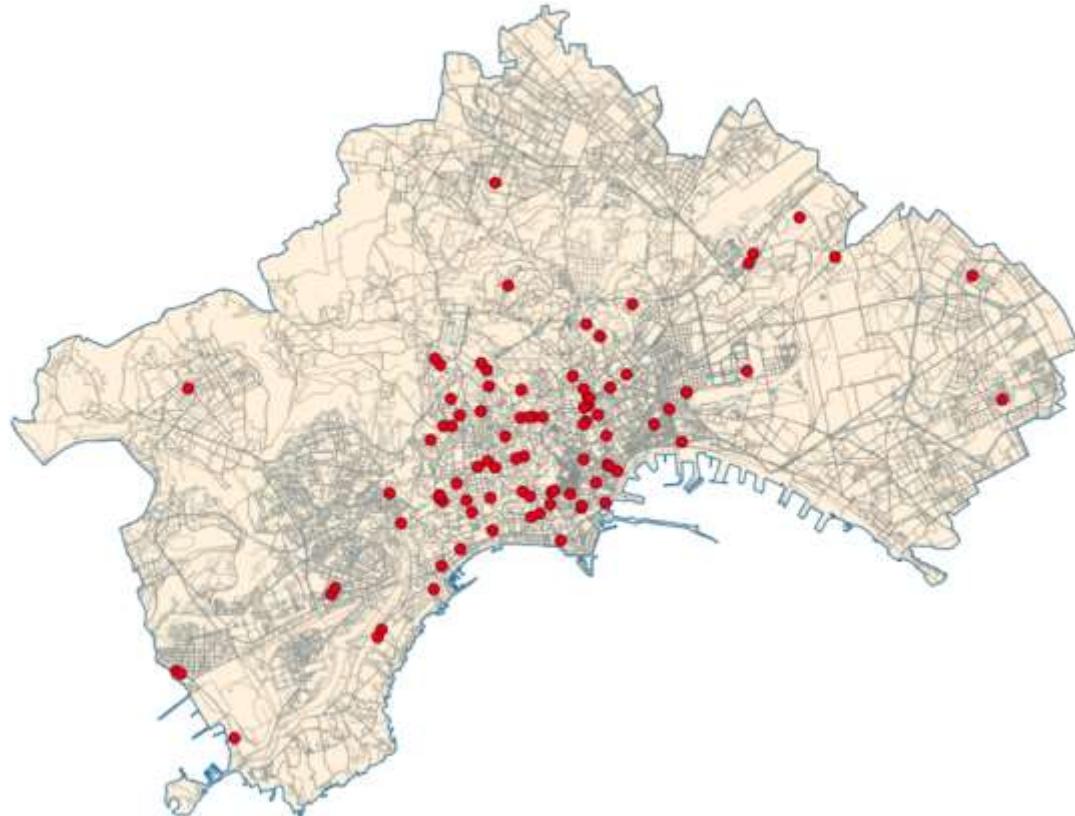


# Come si è svolto il progetto - edizione 2020

1. I cittadini posizionano i **campionatori passivi** di fronte alla loro abitazione/ufficio/scuola/etc. secondo le precise istruzioni che gli sono state fornite per aver aderito al progetto di scienza partecipata "NO<sub>2</sub>, NO Grazie!"
2. I campionatori vengono ritirati e portati in laboratorio per essere analizzati sulla base dei dati raccolti
3. I dati vengono calibrati attraverso il confronto con le centraline ARPAC e viene creata la mappa puntuale che mostra la **concentrazione mensile** di NO<sub>2</sub> misurata **e quella annuale** stimata per ciascun punto di monitoraggio
4. I ricercatori del Comitato scientifico sviluppano la mappa LURF di diffusione dell'NO<sub>2</sub> su tutta la città metropolitana di Napoli (anche dove non è stato misurato)
5. Sulla base di tutti questi elementi e della letteratura disponibile viene stimato il tasso di mortalità e realizzata la **mappa finale**



# Validazione dei campionatori passivi



## CRITERI DI ESCLUSIONE DEI CAMPIONATORI DALLE ANALISI

- Posizionati ad un'altezza inferiore o superiore a 3 metri
- Posizionati in cortili
- Posizionati in luoghi chiusi e/o gallerie



109 campionatori passivi validi entro i confini comunali

Centralina AQN	ID	Tipologia	N. camp. passivi	Accuratezza (errore%)	Precisione (DS%)
Museo	NA06	UT*	3	0.5	3.4
Ferrovia	NA07	UT*	3	18.0	4.0
Osservatorio	NA01	FU*	3	67.0	4.0

\*UT = Traffico Urbano; FU = Fondo Urbano



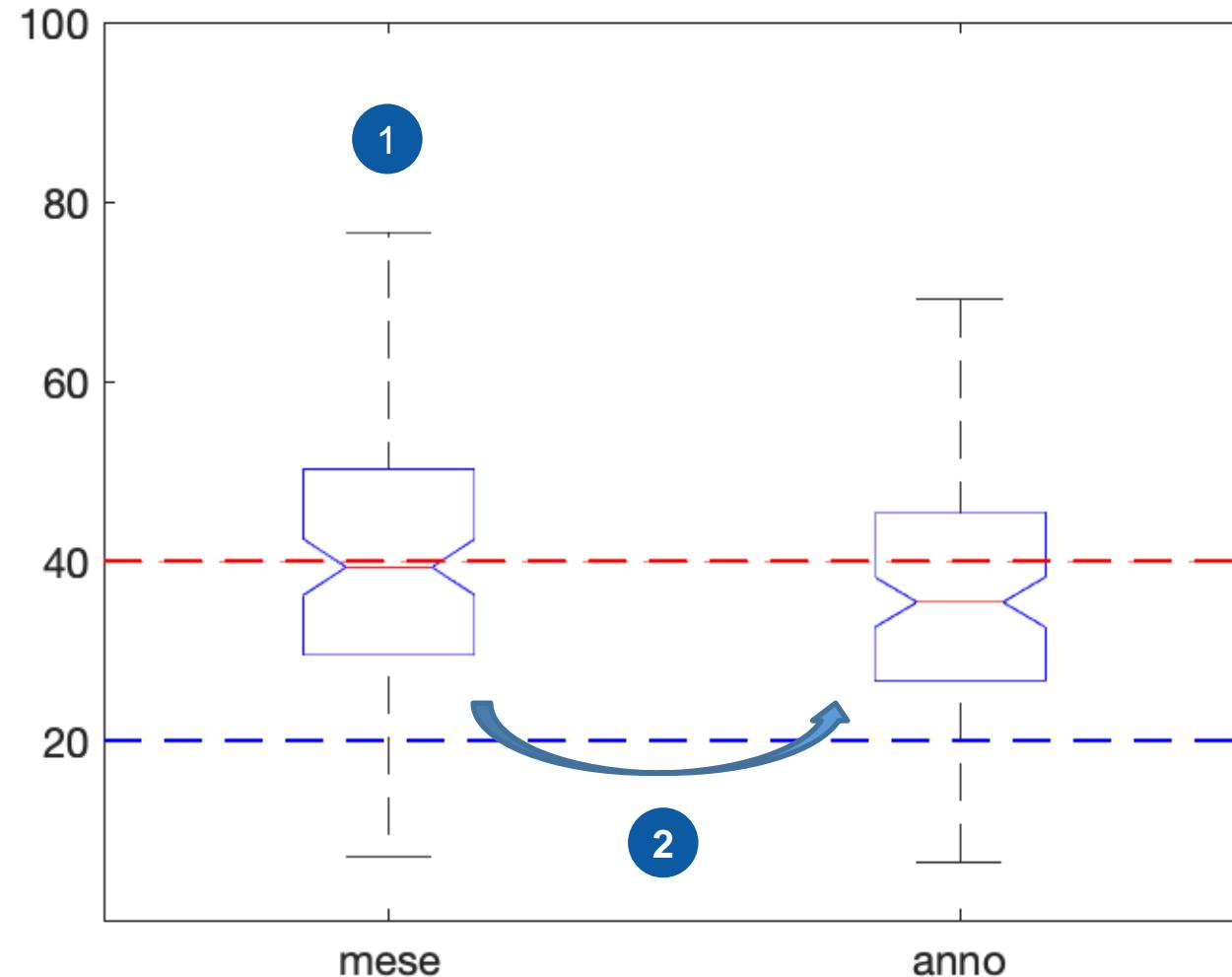
# Concentrazioni mensili e annuali di NO<sub>2</sub>

1

Fattore di correzione  
accuratezza

sulla base  
dell'accuratezza dei  
risultati della campagna  
di monitoraggio rispetto  
alle centraline ARPAC

k=1.11



2

Fattore di espansione  
dal mese all'anno

ARPAC<sub>anno</sub>/ARPAC<sub>mese</sub>

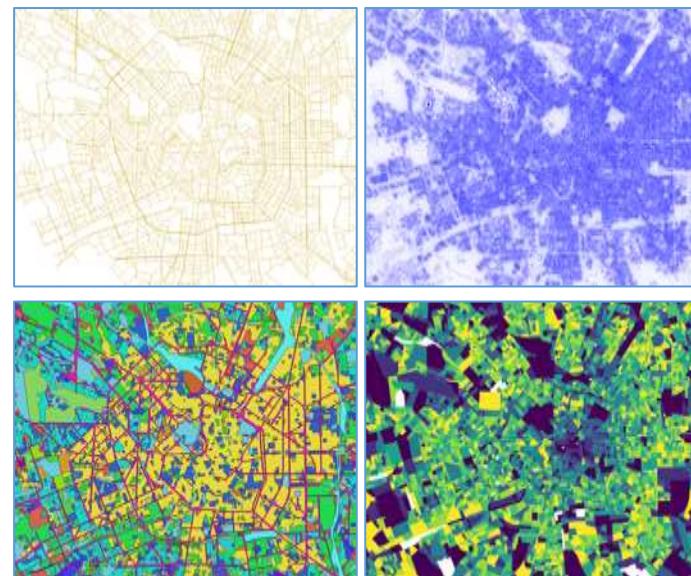
Media sui 3 anni  
precedenti

k=0.92

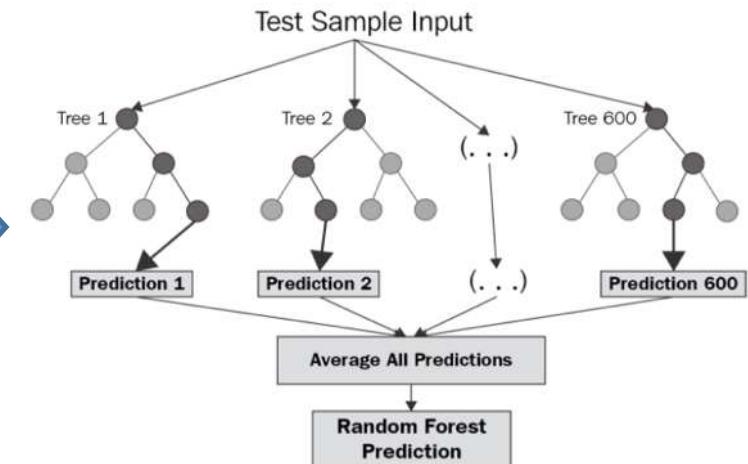
# Dalla caratterizzazione dei punti di campionamento al modello Land Use Random Forest (LURF)



Georeferenziazione dei siti di campionamento e costruzione di buffer circolari per ogni campionatore passivo



Caratterizzazione dei punti di campionamento attraverso informazioni di contesto (popolazione, variabili di utilizzo del suolo, flussi di traffico, lunghezza delle strade, raster satellitari...)



Variabili di contesto inserite come predittori in un modello **Land Use Random Forest**, costruito con l'obiettivo di stabilire una relazione, anche complessa, tra queste informazioni e le concentrazioni annuali di NO<sub>2</sub> stimate

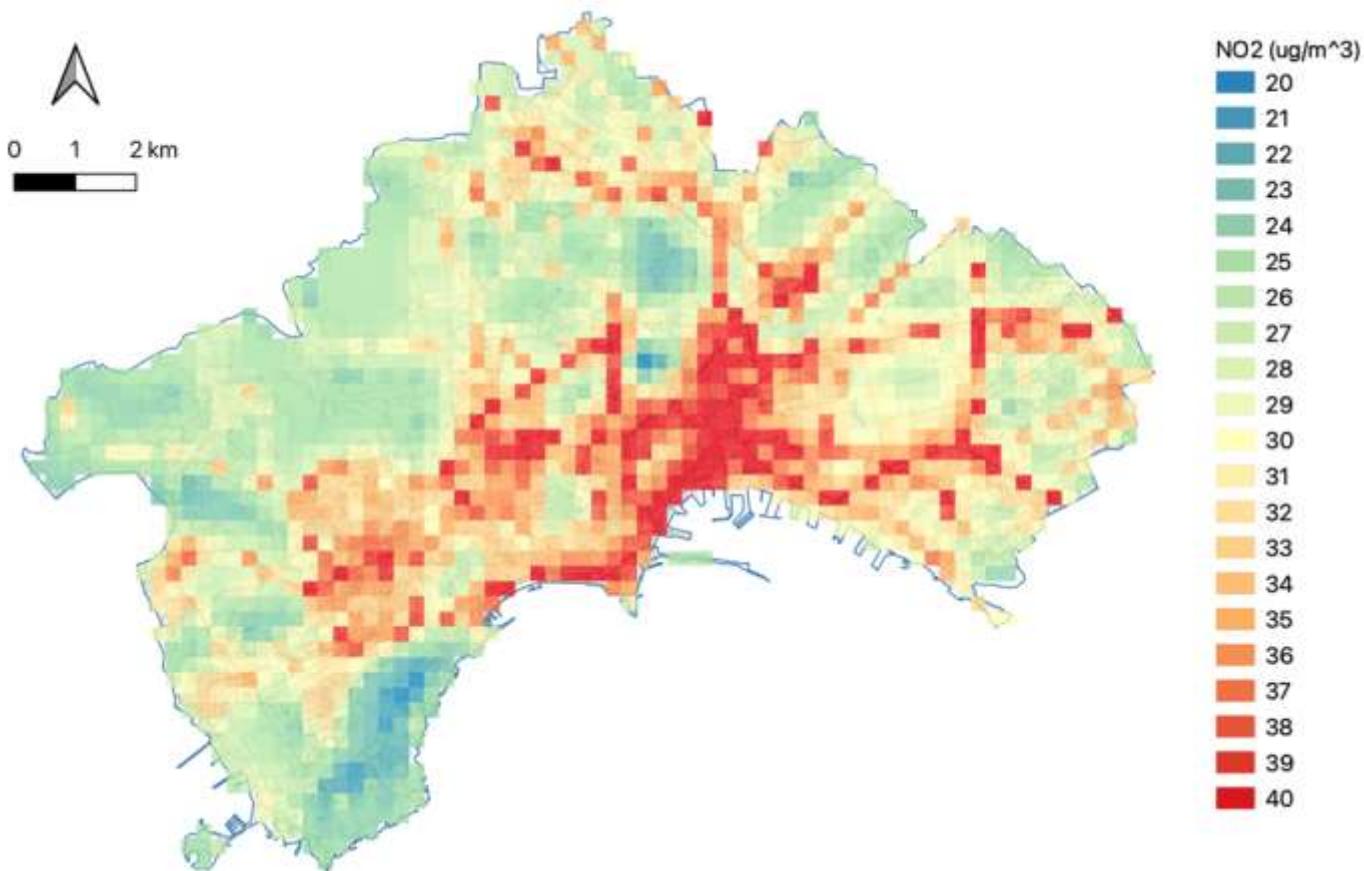
# Concentrazioni annuali di NO<sub>2</sub> per l'intera città

Il modello LURF calcolato sui campionatori passivi riesce a spiegare l'87% della variabilità totale di NO<sub>2</sub>



Stima delle concentrazioni annuali di NO<sub>2</sub> sull'intero territorio della città di Napoli attraverso un grigliato di 250m x 250m

Distribuzione delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
Min	Percentili					Max
	5	25	50	75	95	
6.4	18.2	27.0	36.8	46.2	60.9	69.1
Esposizione pesata rispetto alla popolazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*						
32.6						



\*Concentrazione media di NO<sub>2</sub> pesata per le celle con popolazione residente

# Mortalità attribuibile a NO<sub>2</sub>

Dettaglio territoriale per la stima:

area urbana di Napoli

(media della popolazione e decessi dal 2017 al 2019)

Funzione concentrazione dose-risposta

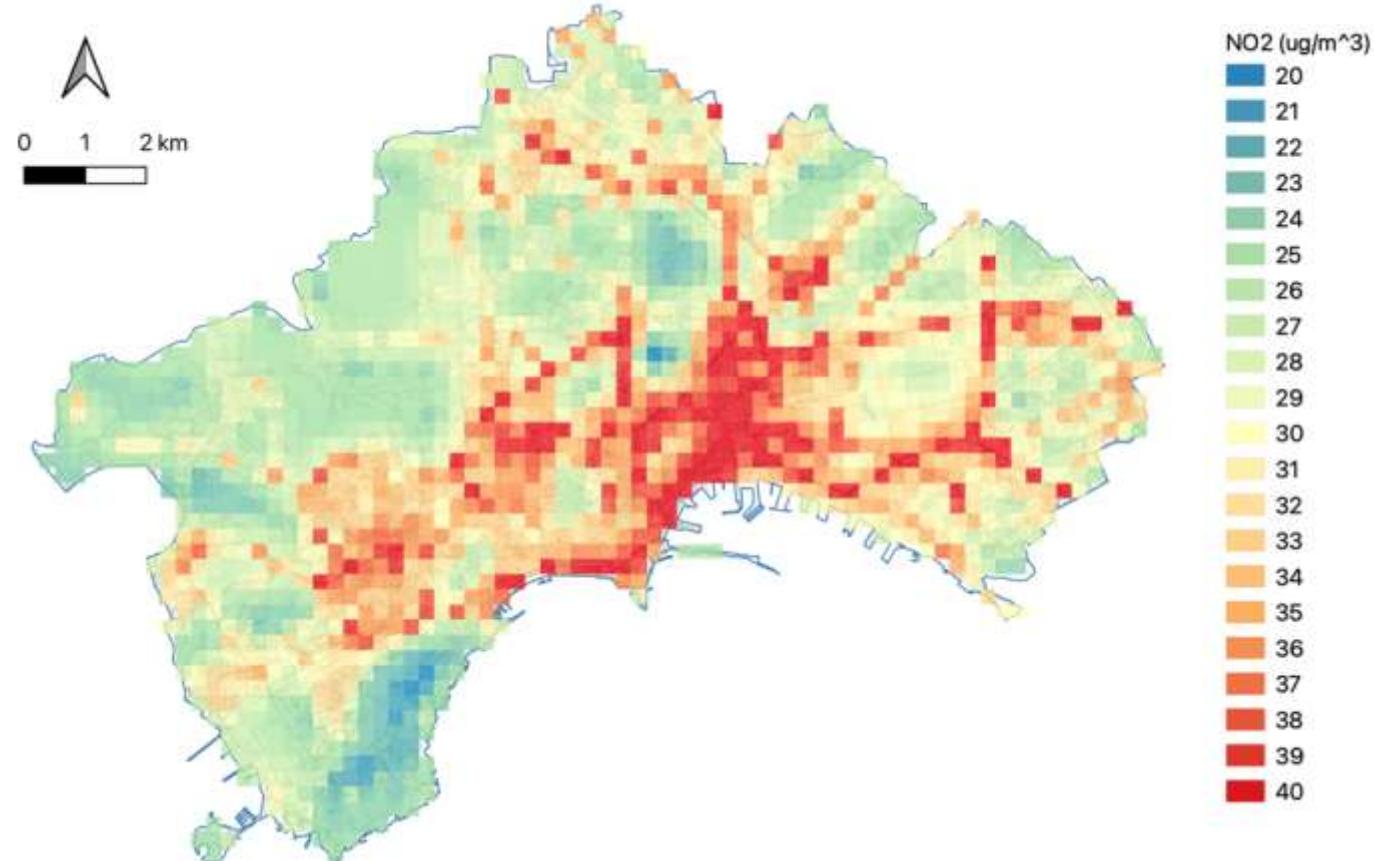
(HRAPIE\* Project, WHO):

RR = 1.055 per 10 µg/m<sup>3</sup> (IC95% 1.031 - 1.08)

Decessi attribuibili a NO<sub>2</sub>  
per una soglia di rischio di 20 µg/m<sup>3</sup>:

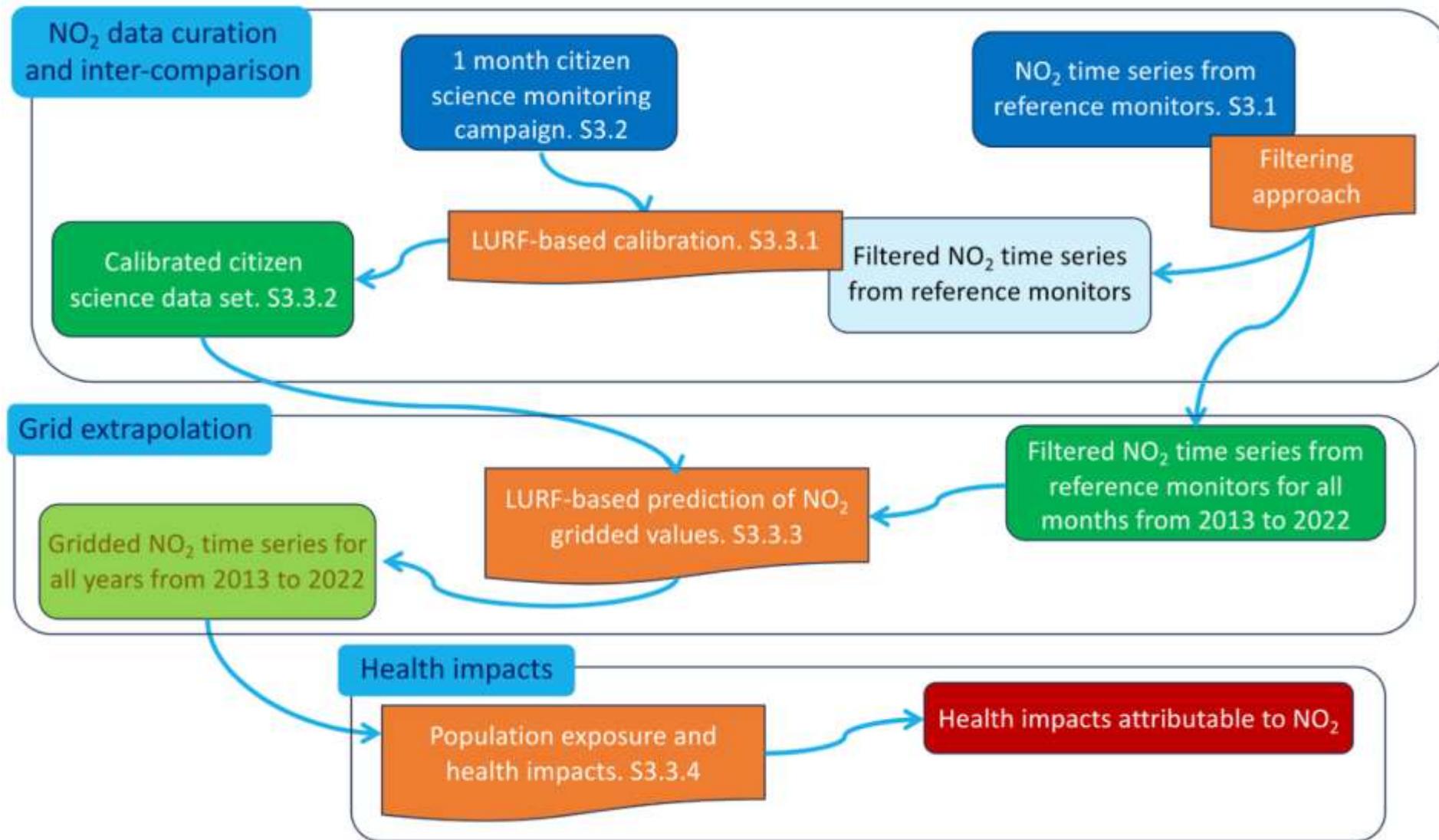
**667 (IC95% 387 – 942)**

6.65% dei decessi totali



\*HRAPIE = Health risks of air pollution in Europe

# E' possibile estrarre ulteriori informazioni?



To know more:  
Chianese, E., & Riccio, A. (2024). Long-term variation in exposure to NO<sub>2</sub> concentrations in the city of Naples, Italy: Results of a citizen science project. *Science of The Total Environment*, 931, 172799.

# E' possibile estrarre ulteriori informazioni?

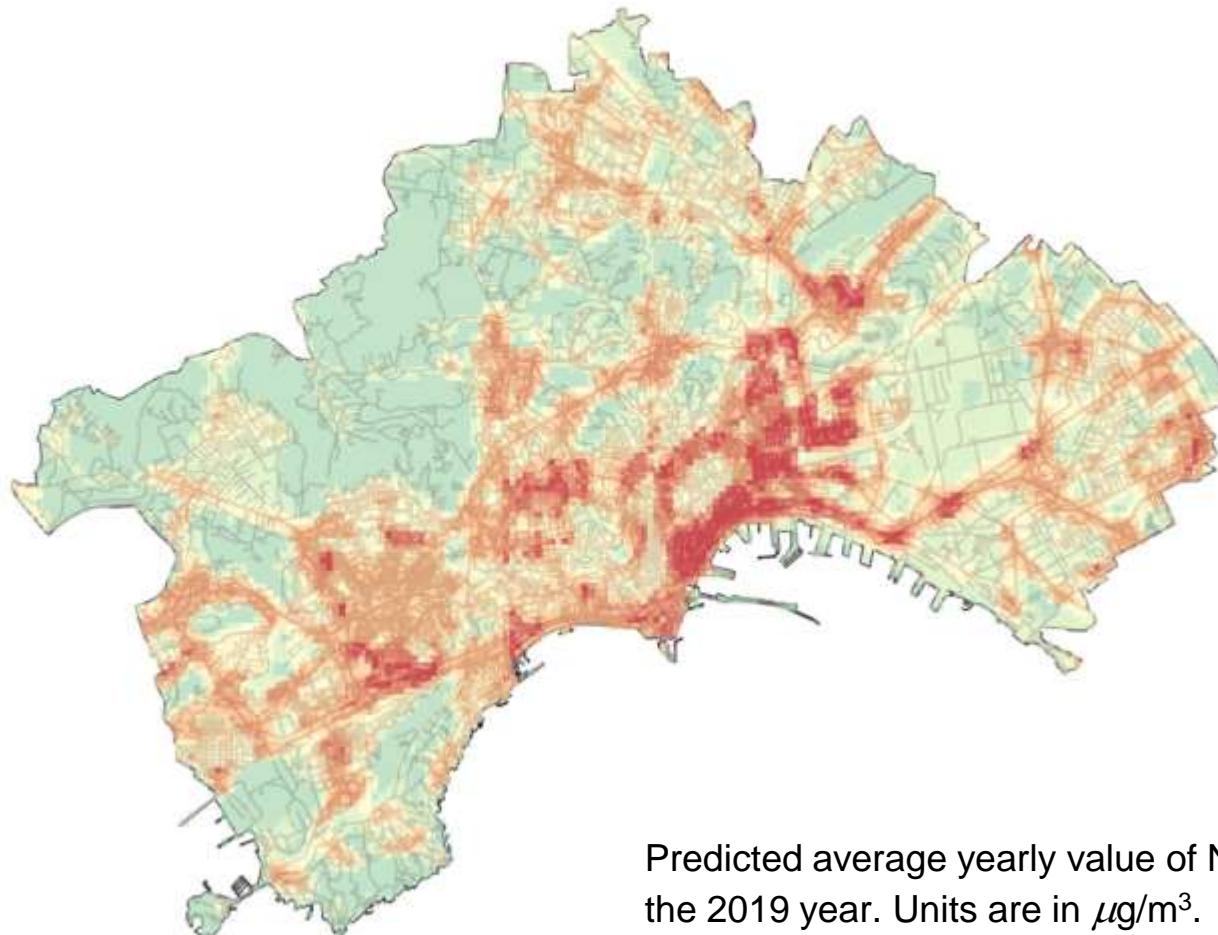
0 2,5 5 km



NO<sub>2</sub>

50

20



Predicted average yearly value of NO<sub>2</sub> for a regular grid with a resolution of 100 × 100 m for the 2019 year. Units are in µg/m<sup>3</sup>.

To know more:

Chianese, E., & Riccio, A. (2024). Long-term variation in exposure to NO<sub>2</sub> concentrations in the city of Naples, Italy: Results of a citizen science project. *Science of The Total Environment*, 931, 172799.

# E' possibile estrarre ulteriori informazioni?

Percentiles of the estimated annual NO<sub>2</sub> concentrations over the regular grid in units of  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . The last four columns indicate the percentage of the population exposed to an annual average concentration exceeding 10, 20, 30 and 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectively.

Year	Percentiles					Population exposure (%)			
	0.05	0.25	0.50	0.75	0.95	> 10	> 20	> 30	> 40
2013	33.1	37.4	42.6	49.7	56.4	100.0 %	100.0 %	100.0 %	79.4 %
2014	25.5	31.1	39.0	49.2	58.6	100.0 %	100.0 %	94.1 %	66.7 %
2015	33.1	36.5	42.4	49.1	55.8	100.0 %	100.0 %	100.0 %	78.8 %
2016	28.3	32.8	40.3	49.2	57.7	100.0 %	100.0 %	94.6 %	72.4 %
2017	28.8	33.1	39.6	47.6	55.4	100.0 %	100.0 %	94.6 %	68.0 %
2018	28.6	33.4	40.3	48.9	57.3	100.0 %	100.0 %	94.6 %	72.2 %
2019	28.9	33.4	39.4	47.2	54.7	100.0 %	100.0 %	94.7 %	66.7 %
2020	17.2	20.6	25.5	31.7	37.7	100.0 %	94.2 %	45.6 %	6.0 %
2021	24.0	28.5	34.5	42.1	49.8	100.0 %	100.0 %	83.3 %	45.9 %
2022	27.2	31.9	38.3	46.3	54.2	100.0 %	100.0 %	94.4 %	57.3 %

To know more:

Chianese, E., & Riccio, A. (2024). Long-term variation in exposure to NO<sub>2</sub> concentrations in the city of Naples, Italy: Results of a citizen science project. *Science of The Total Environment*, 931, 172799.

# E' possibile estrarre ulteriori informazioni?

Attributable death and attributable mortality rate for a NO<sub>2</sub> threshold of 10µg/m<sup>3</sup>. The numbers enclosed in square brackets represent the 95 % confidence intervals.

Year	Deaths	Attributable	Attributable mortality
		Deaths	Rate (x10.000)
2013	9946	1337 [700,2188]	13.9 [7.3,22.7]
2014	9679	1247 [653,2041]	13.0 [6.8,21.2]
2015	10,539	1404 [735,2299]	14.6 [7.6,23.9]
2016	9868	1291 [676,2113]	13.4 [7.0,22.0]
2017	10,403	1316 [688,2159]	13.7 [7.2,22.4]
2018	9936	1294 [677,2119]	13.5 [7.0,22.0]
2019	9890	1239 [648,2034]	12.9 [6.7,21.1]
2020	10,852	794 [409,1329]	8.3 [4.3,13.8]
2021	10,963	1186 [617,1958]	12.3 [6.4,20.4]
2022	10,781	1316 [688,2163]	13.7 [7.2,22.5]

To know more:

Chianese, E., & Riccio, A. (2024). Long-term variation in exposure to NO<sub>2</sub> concentrations in the city of Naples, Italy: Results of a citizen science project. *Science of The Total Environment*, 931, 172799.

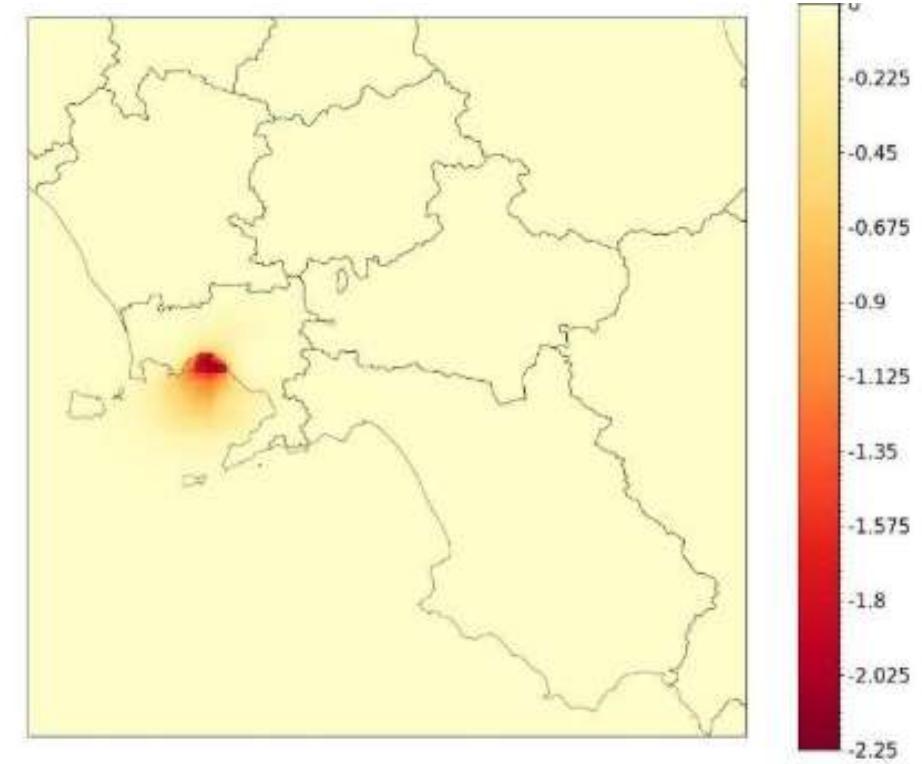
# E' possibile estrarre ulteriori informazioni?

Sono stati elaborati e confrontati tre scenari di intervento con il valore di riferimento del 2017.

**Primo scenario:** progetto di elettrificazione in corso presso determinate banchine del terminal di Calata Porta di Massa nel Porto di Napoli, un hub strategico per traghetti e aliscafi passeggeri che collegano la città alle isole vicine, concepito per eliminare le emissioni durante la fase di attracco e sosta delle navi passeggeri tramite l'alimentazione elettrica da riva (shore-side power supply).

**Secondo scenario:** rimozione selettiva dei veicoli stradali più inquinanti, in particolare i veicoli a benzina e diesel Euro 0 ed Euro 1, nonché tutti i veicoli diesel fino alla classe Euro 4.

**Terzo scenario:** riduzione proporzionale del parco veicolare. Per allinearsi all'obiettivo Città2030 di  $\leq 35$  veicoli ogni 100 abitanti, questo scenario riduce la dimensione complessiva del parco in modo proporzionale tra tutte le categorie di veicoli (tipo di carburante, tecnologia/classe Euro e segmento) secondo le loro quote di riferimento.



Distribuzione spaziale delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub> confrontando lo scenario «navi con alimentazione terrestre» rispetto al riferimento di base.

To know more:

Santo L., D. Toscano, A. Riccio, G. Pirovano, V. Agresti. (2026). Mobility Scenarios and their Impact on Air Quality in the City of Naples. *Submitted to City and Environment Interactions*.

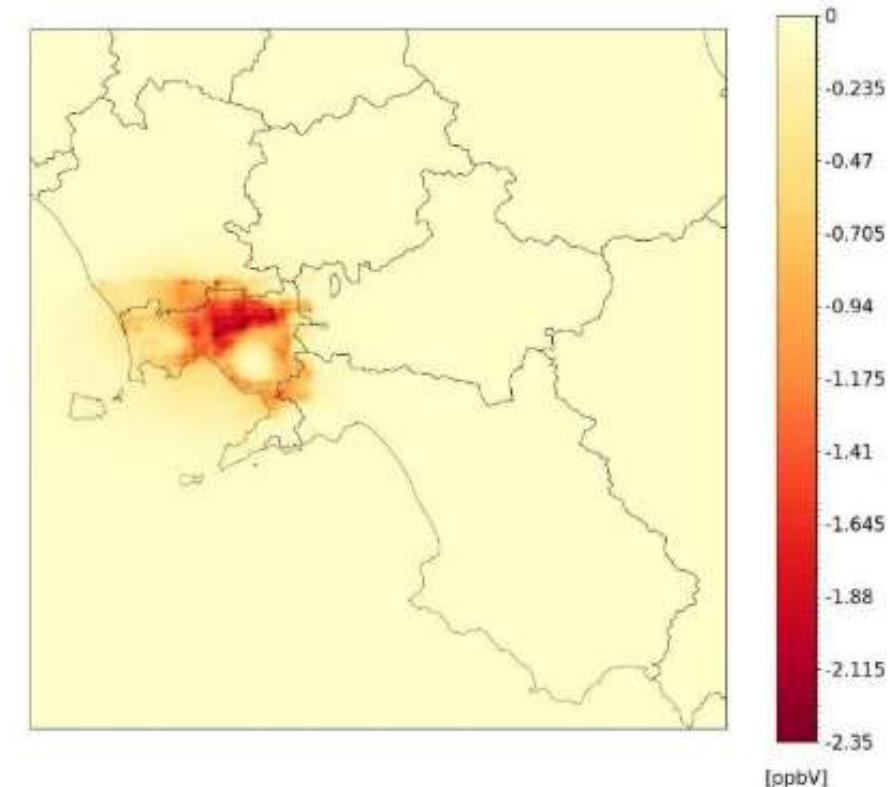
# E' possibile estrarre ulteriori informazioni?

Sono stati elaborati e confrontati tre scenari di intervento con il valore di riferimento del 2017.

**Primo scenario:** progetto di elettrificazione in corso presso determinate banchine del terminal di Calata Porta di Massa nel Porto di Napoli, un hub strategico per traghetti e aliscafi passeggeri che collegano la città alle isole vicine, concepito per eliminare le emissioni durante la fase di attracco e sosta delle navi passeggeri tramite l'alimentazione elettrica da riva (shore-side power supply).

**Secondo scenario:** rimozione selettiva dei veicoli stradali più inquinanti, in particolare i veicoli a benzina e diesel Euro 0 ed Euro 1, nonché tutti i veicoli diesel fino alla classe Euro 4.

**Terzo scenario:** riduzione proporzionale del parco veicolare. Per allinearsi all'obiettivo Città2030 di  $\leq 35$  veicoli ogni 100 abitanti, questo scenario riduce la dimensione complessiva del parco in modo proporzionale tra tutte le categorie di veicoli (tipo di carburante, tecnologia/classe Euro e segmento) secondo le loro quote di riferimento.



Distribuzione spaziale delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub> confrontando lo Scenario 2 del Trasporto Stradale con il riferimento di base

To know more:

Santo L., D. Toscano, A. Riccio, G. Pirovano, V. Agresti. (2026). Mobility Scenarios and their Impact on Air Quality in the City of Naples. *Submitted to City and Environment Interactions*.