

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"



**Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO**

**Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici**

Relatori

Ch.mo Prof. Ing.

Massimiliano Fabbricino

Ch.mo Prof. Ing.

Fabio Murena

Correlatrice

Dott.ssa

Grazia Fattoruso

Candidata

Antonella Cornelio

Matr. M67/378

Anno Accademico 2017/2018



Obiettivi

- ✓ Valutare la qualità dell'aria nella città di Portici attraverso l'elaborazione di scenari di concentrazione degli inquinanti a scala stradale con un approccio modellistico basato sull'utilizzo del software di simulazione SIRANE.
- ✓ Validare gli scenari utilizzando MONICA, un dispositivo sensoriale mobile low cost, sviluppato da ENEA CR Portici, per il monitoraggio pervasivo della qualità dell'aria.

Il controllo della qualità dell'aria

✓ Centraline fisse: ARPA

✓ Sensori mobili: MONICA



✓ Modelli di simulazione della dispersione degli inquinanti



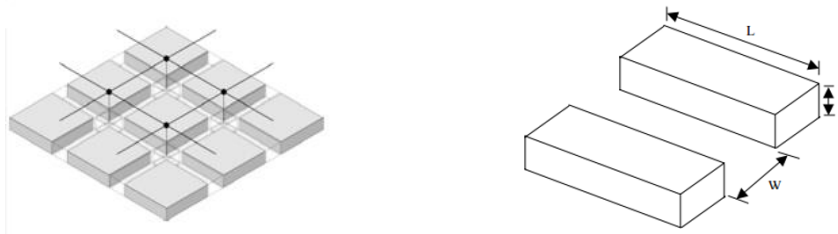
SIRANE

Software, sviluppato dal *Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique dell'Ecole Centrale de Lyon* che simula la dispersione degli inquinanti

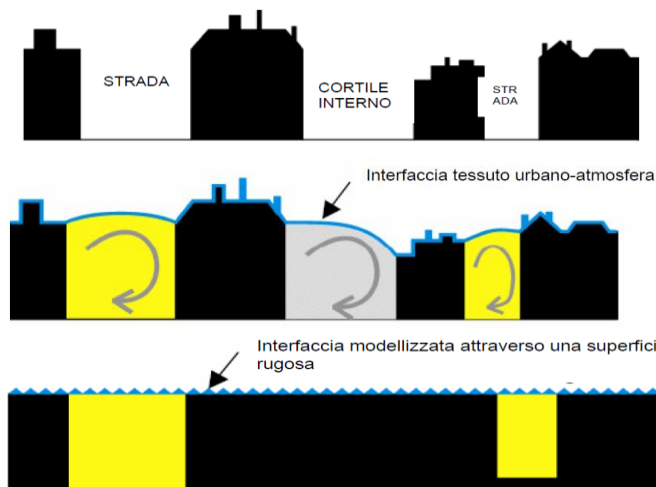
- ✓ Descrivere l'evoluzione spaziale e temporale degli inquinanti attraverso delle mappe di qualità dell'aria
- ✓ Valutare l'esposizione della popolazione
- ✓ Effettuare previsioni sulla qualità dell'aria per mettere in atto politiche per la riduzione delle emissioni

Caratteristiche di SIRANE

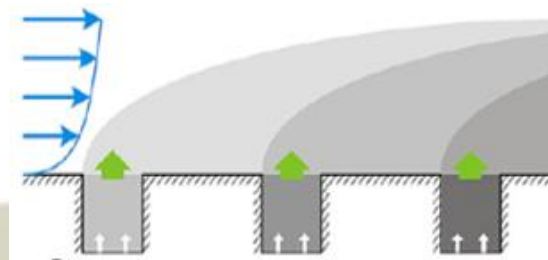
Rete stradale



Tessuto urbano



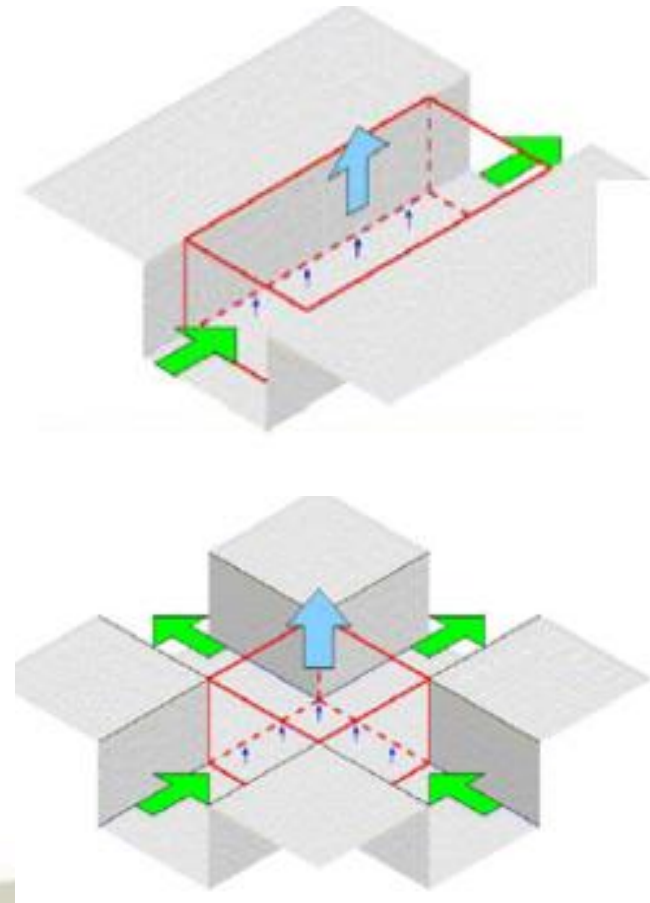
Atmosfera esterna



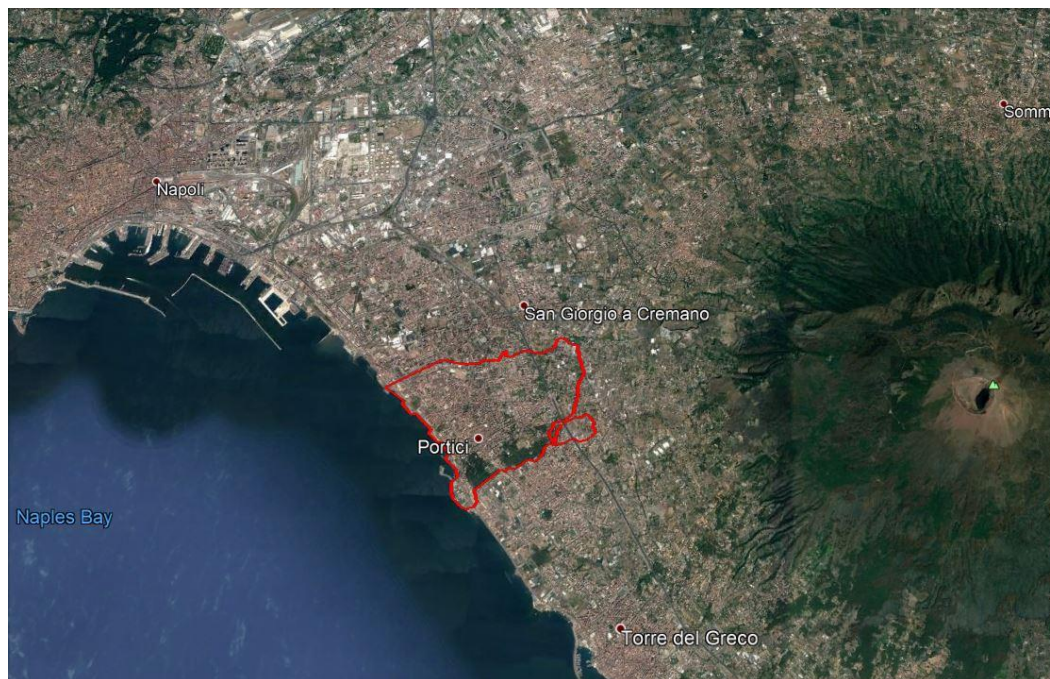
Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale della città di Portici

Caratteristiche di SIRANE - 2

- ✓ Inquinante uniformemente distribuito all'interno del volume
- ✓ Adotta un approccio quasi stazionario; per ogni intervallo temporale la dispersione degli inquinanti è calcolata considerando condizioni stazionarie e le concentrazioni sono stimate indipendentemente da ciò che avviene nell'intervallo temporale precedente
- ✓ La concentrazione media all'interno di ciascuna strada è modellata attraverso un modello a box, effettuando un bilancio sui flussi di inquinanti entranti ed uscenti dal volume di controllo



Area studio: città di Portici



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

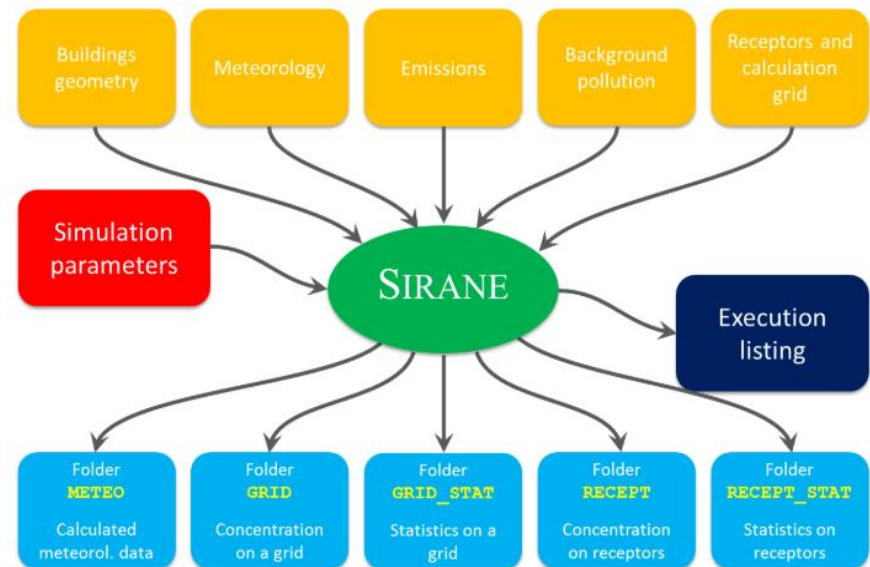
Area studio: città di Portici



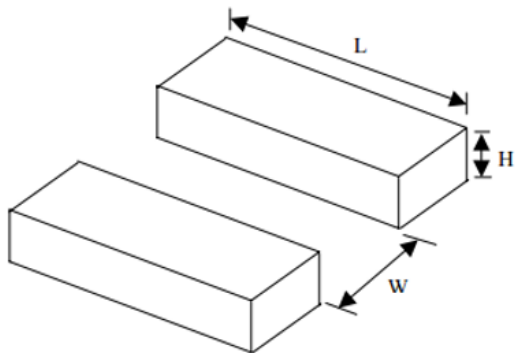
Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

Raccolta dati

- ✓ Geometria degli edifici
- ✓ Dati meteorologici
- ✓ Emissioni veicolari
- ✓ Concentrazioni di fondo

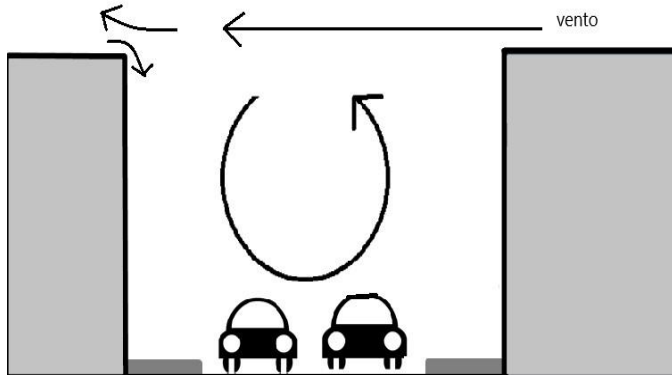


Geometria degli edifici



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale della città di Portici

Geometria degli edifici



Lo *street canyon* è caratterizzato da una dispersione di inquinanti molto limitata a causa degli edifici che delimitano la strada: aumento delle concentrazioni in prossimità del suolo a causa dei fenomeni di ricircolo che portano ad una stagnazione degli inquinanti

$$\frac{W}{H} > 3 \rightarrow \text{strada aperta}$$

$$\frac{W}{H} \leq 3 \rightarrow \text{street canyon}$$



Dati meteorologici



Date	U	Dir	Temp	Precip	SolRad	Fichier	
15/02/2019 00:00			1.92	27.70	10.54	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 01:00			2.79	14.23	10.74	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 02:00			2.27	29.75	10.77	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 03:00			1.63	78.86	78.86	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 04:00			1.92	54.00	10.23	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 05:00			1.40	26.96	10.98	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 06:00			1.40	47.09	10.68	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 07:00			1.37	18.99	10.71	0.00	55.79 NULL
15/02/2019 08:00			2.61	130.90	11.99	0.00	223.45 NULL
15/02/2019 09:00			3.31	143.89	13.19	0.00	399.10 NULL
15/02/2019 10:00			3.23	127.30	14.49	0.00	531.58 NULL
15/02/2019 11:00			4.36	32.91	15.79	0.00	615.43 NULL
15/02/2019 12:00			4.21	40.02	16.24	0.00	636.52 NULL
15/02/2019 13:00			4.34	40.97	16.57	0.00	615.92 NULL
15/02/2019 14:00			4.96	35.22	16.67	0.00	529.92 NULL
15/02/2019 15:00			5.38	26.83	16.12	0.00	320.32 NULL
15/02/2019 16:00			5.87	18.85	15.02	0.00	106.49 NULL
15/02/2019 17:00			3.51	29.86	13.85	0.00	4.51 NULL
15/02/2019 18:00			3.09	50.43	12.79	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 19:00			3.65	39.74	12.70	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 20:00			2.52	6.11	12.77	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 21:00			3.83	41.61	12.48	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 22:00			5.11	18.56	12.10	0.00	0.00 NULL
15/02/2019 23:00			2.96	170.90	12.20	0.00	0.00 NULL

Emissioni veicolari

$$E = L \times n_{veic} \times f_{emis} \times 1000$$



Category	CO	NOx
Buses	7.06	21.63
Heavy Duty Trucks	3.95	11.03
Light Commercial Vehicles	3.74	0.89
Motorcycles	14.11	0.29
Passenger Cars	7.53	0.78

Id	NO2	NO	O3	CO	PM		
0	0.000239181		0.004544444	0.000000000	0.040462033	0.000000000	
1	0.000753783		0.014321883	0.000000000	0.127516711	0.000000000	
2	0.000079727		0.001514815	0.000000000	0.013487344	0.000000000	
3	0.000181198		0.003442760	0.000000000	0.030653056	0.000000000	
4	0.000159454		0.003029629	0.000000000	0.026974689	0.000000000	
5	0.000063057		0.001198081	0.000000000	0.010667263	0.000000000	
6	0.000094223		0.001790235	0.000000000	0.015939589	0.000000000	
7	0.000521850		0.009915150	0.000000000	0.088280800	0.000000000	
8	0.000224685		0.004269023	0.000000000	0.038009789	0.000000000	
9	0.000434875		0.008262625	0.000000000	0.073567333	0.000000000	
10	0.000253677		0.004819865	0.000000000	0.042914278	0.000000000	
11	0.000101471		0.001927946	0.000000000	0.017165711	0.000000000	
12	0.000333404		0.006334679	0.000000000	0.056401622	0.000000000	
13	0.000159454		0.003029629	0.000000000	0.026974689	0.000000000	
14	0.001208901		0.022969121	0.000000000	0.258663978	0.000000000	
15	0.000612439		0.011636339	0.000000000	0.131041222	0.000000000	
16	0.000644392		0.012243452	0.000000000	0.137878156	0.000000000	

Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

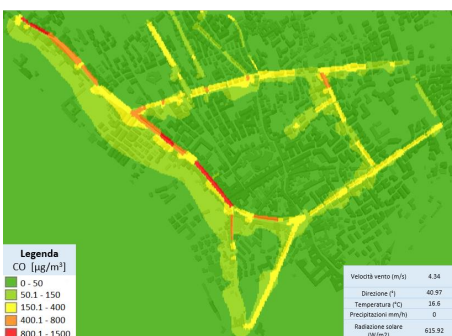
Concentrazioni di fondo



Date	N02	O3	PM
15/02/2019 00:00	51.2	16	19.5
15/02/2019 01:00	47.2	16.9	19.5
15/02/2019 02:00	21.3	55.6	19.5
15/02/2019 03:00	13.7	58.4	19.5
15/02/2019 04:00	13.6	64.2	19.5
15/02/2019 05:00	12.6	85	19.5
15/02/2019 06:00	11.6	72.8	19.5
15/02/2019 07:00	40.7	56.3	19.5
15/02/2019 08:00	34.1	39.8	19.5
15/02/2019 09:00	8.2	85.4	19.5
15/02/2019 10:00	8.1	87.8	19.5
15/02/2019 11:00	8.5	89.6	19.5
15/02/2019 12:00	7.1	92.7	19.5
15/02/2019 13:00	6.9	91.3	19.5
15/02/2019 14:00	7.2	91.8	19.5
15/02/2019 15:00	8.1	88	19.5
15/02/2019 16:00	10.5	85.9	19.5
15/02/2019 17:00	14.9	77.7	19.5
15/02/2019 18:00	21.9	64.3	19.5
15/02/2019 19:00	10.5	80.2	19.5
15/02/2019 20:00	8.9	81	19.5
15/02/2019 21:00	6.8	81.3	19.5
15/02/2019 22:00	4.8	83.8	19.5
15/02/2019 23:00	3.2	86.4	19.5

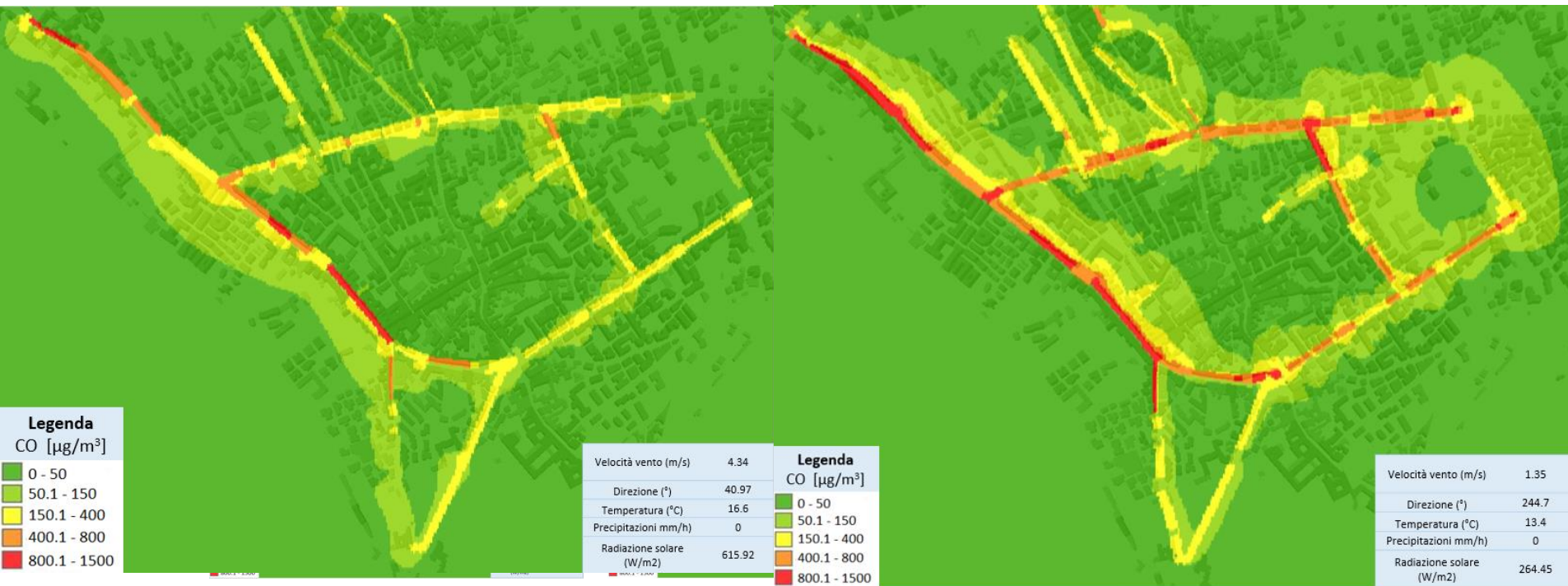
Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

Scenari di simulazione CO



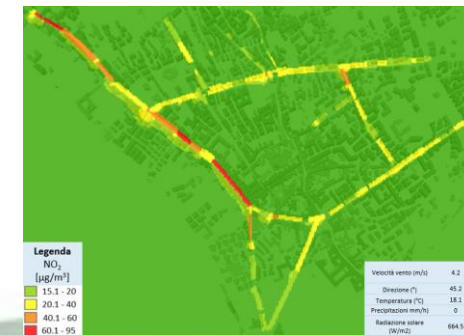
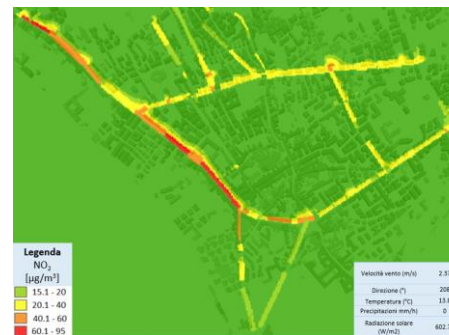
Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

Scenari di simulazione CO



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale della città di Portici

Scenari di simulazione NO_2



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

Scenari di simulazione NO₂



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale della città di Portici

Scenari di simulazione O_3



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

Scenari di simulazione

O_3



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale della città di Portici



Validazione del modello

MONICA (MONItoraggio Cooperativo della qualità dell'Aria)
ENEA CR Portici

Sistema multisensoriale mobile in grado di misurare gli agenti
inquinanti dell'aria



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

Validazione del modello

MONICA (MONItoraggio Cooperativo della qualità dell'Aria)
ENEA CR Portici

Sistema multisensoriale mobile in grado di misurare gli agenti
inquinanti dell'aria



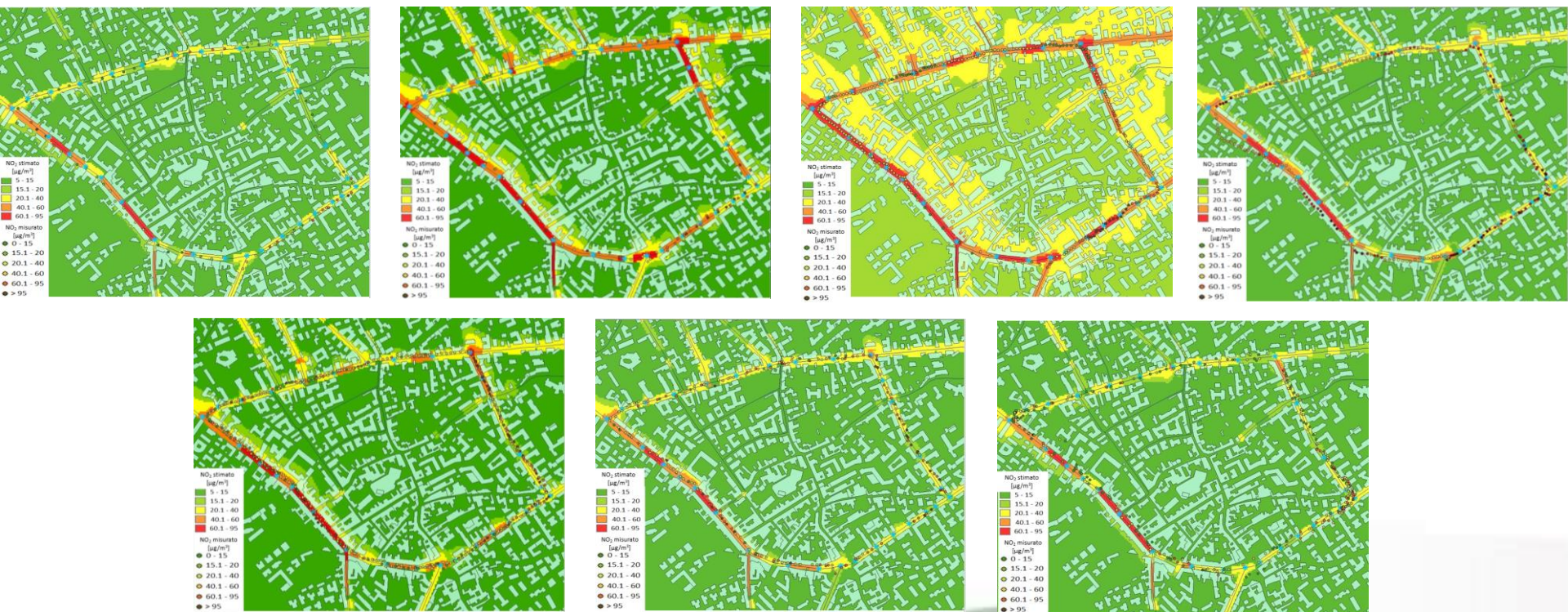
Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici

Mappe delle concentrazioni di CO misurate con MONICA



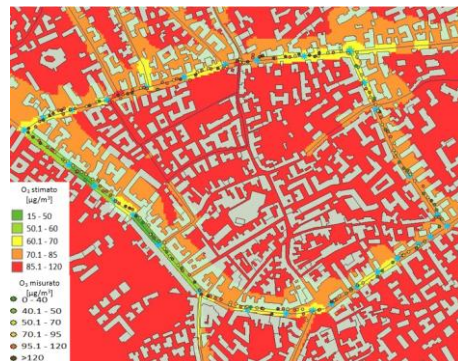
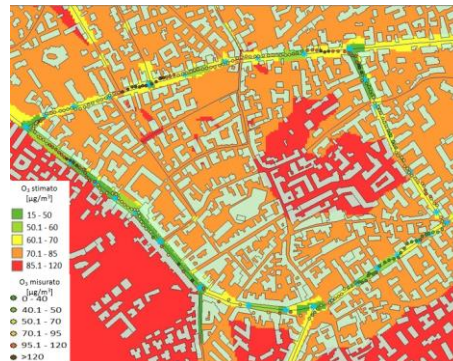
Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale della città di Portici

Mappe delle concentrazioni di NO_2 misurate con MONICA



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale della città di Portici

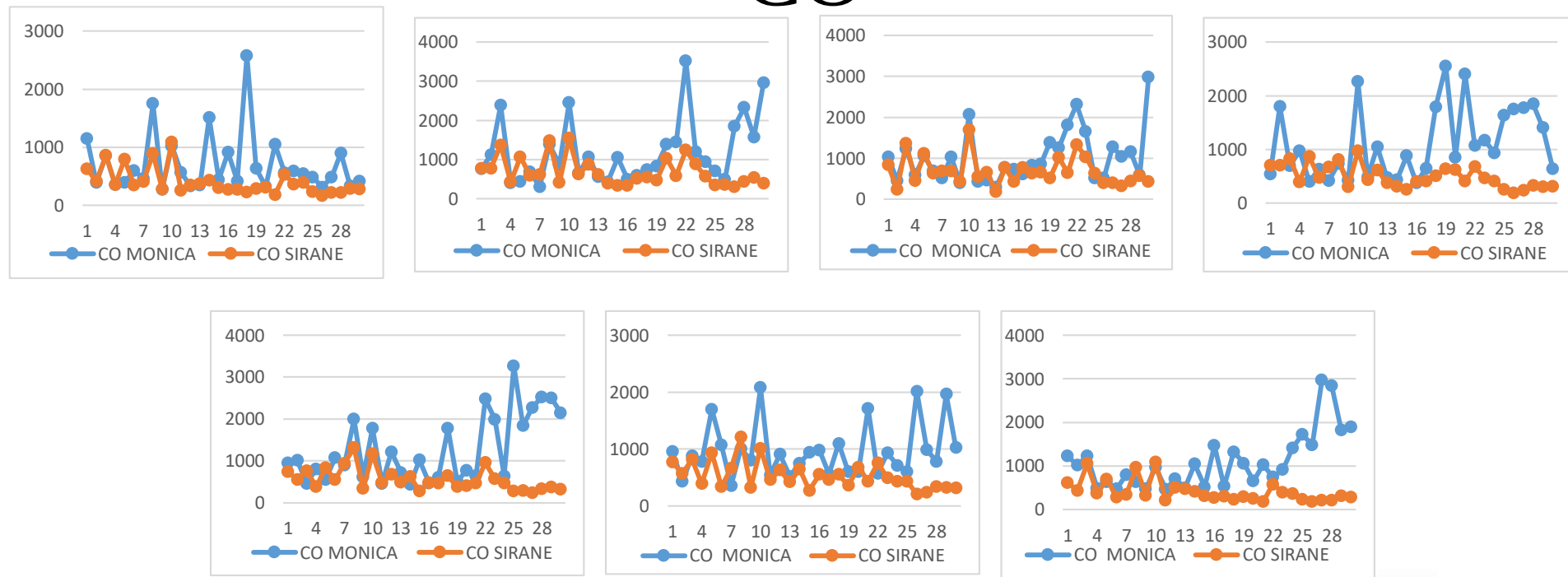
Mappe delle concentrazioni di O_3 misurate con MONICA



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale della città di Portici

Confronto valori misurati vs valori stimati

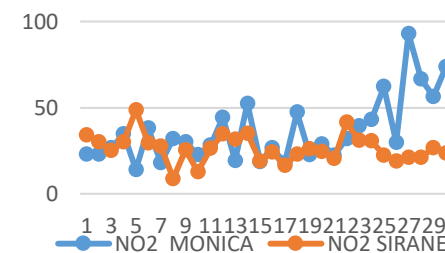
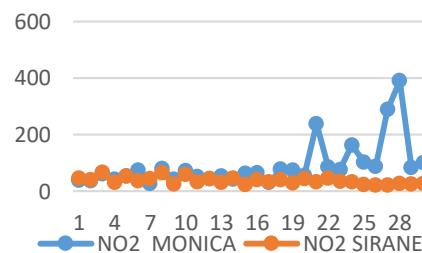
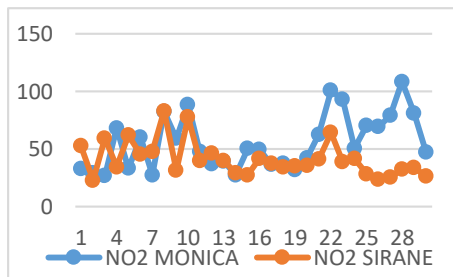
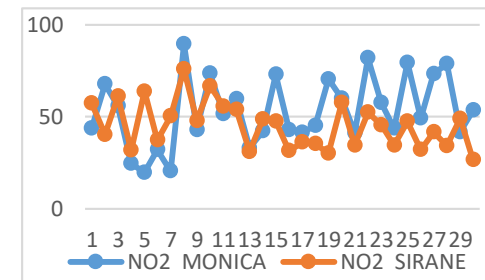
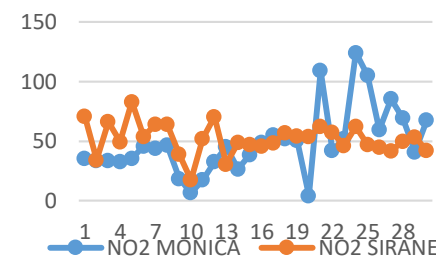
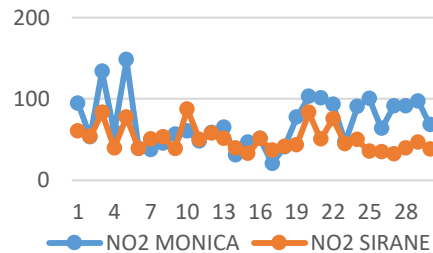
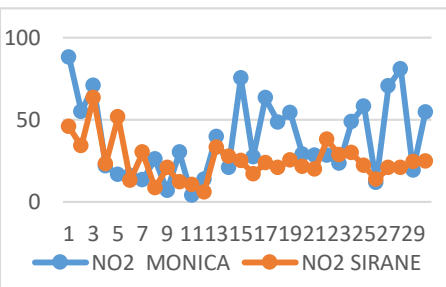
CO





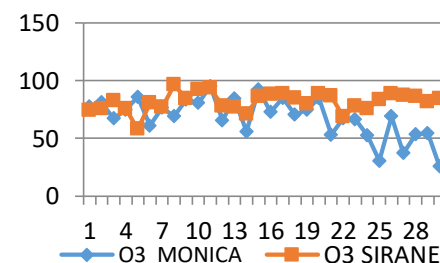
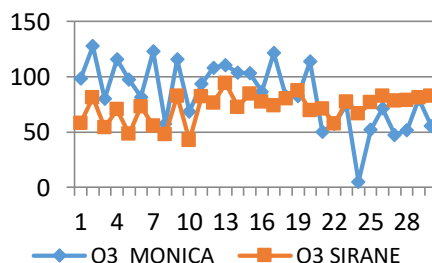
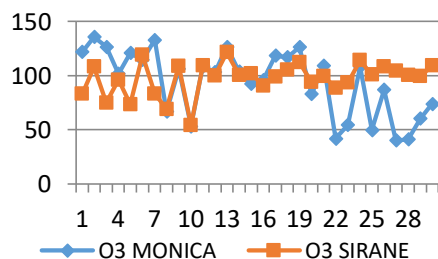
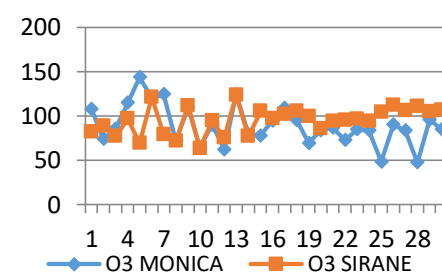
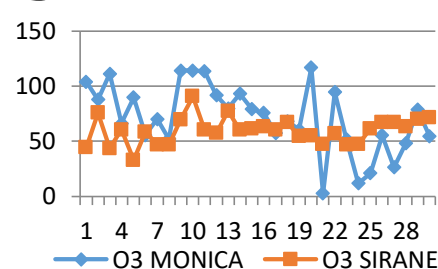
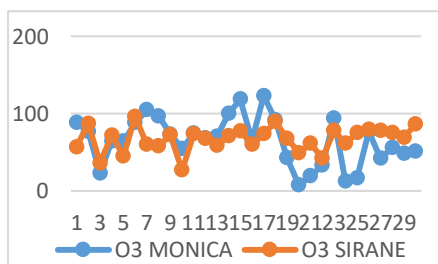
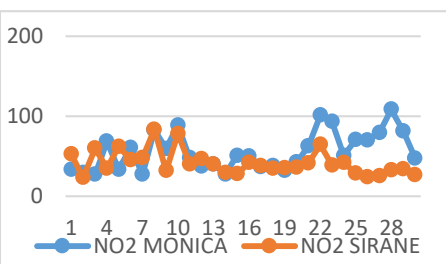
Confronto valori misurati vs valori stimati

NO₂

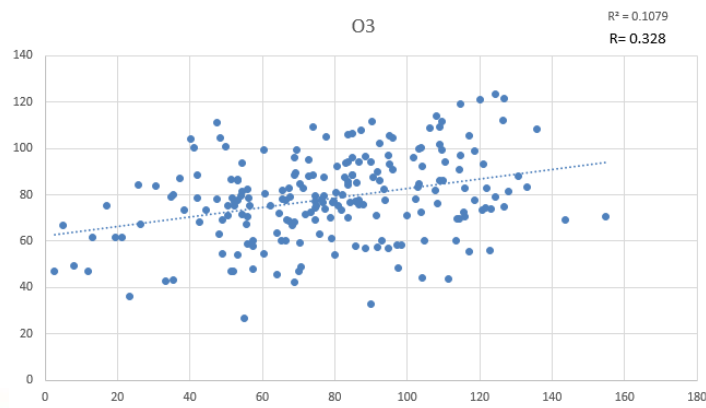
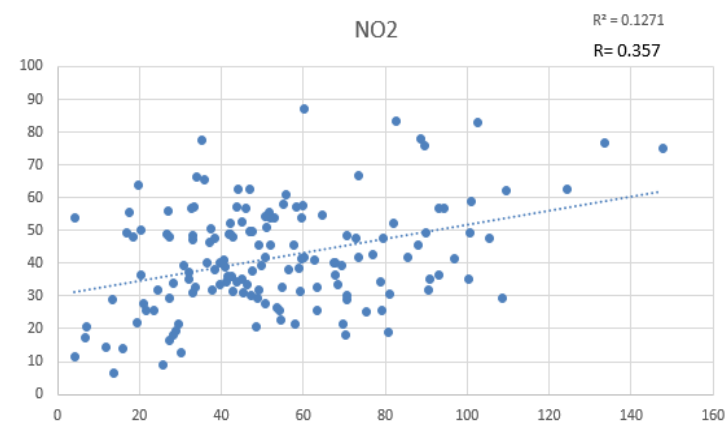
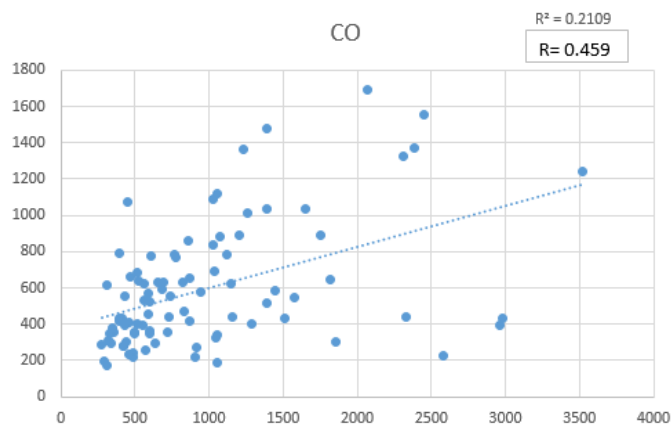


Confronto valori misurati vs valori stimati

O_3



Correlazione tra valori misurati e valori stimati



Antonella Cornelio - Il modello SIRANE per valutare la qualità
dell'aria a scala urbana. Il caso studio reale
della città di Portici



Conclusioni

Attraverso l'elaborazione di mappe di qualità dell'aria, SIRANE ci ha permesso di individuare le zone critiche presenti nella città di Portici

Nonostante il dataset limitato e le semplificazioni fatte si è potuto osservare una buona correlazione fra le stime spazio-temporali di SIRANE e le misurazioni in campo eseguite con MONICA.

Sviluppi futuri:

- Intensificare le campagne del traffico
- Considerare il contributo di altre sorgenti inquinanti (e.g. riscaldamento domestico)
- Aumentare il numero di MONICA circolanti per avere un maggior grado di dettaglio sulla situazione dell'inquinamento nelle diverse ore del giorno

Three young women are standing together, smiling for a photo. They are all wearing blue short-sleeved shirts with the ENEC logo on the chest. The woman in the center is also wearing a blue baseball cap with the ENEC logo. They are all wearing lanyards with identification badges. The woman on the left is holding a white baseball cap. They are standing in front of a display board that has several posters on it, including one titled 'ELABORANDO L'IN...' and another titled 'GEOGRA... GIS'. The background is a light-colored wall.

**GRAZIE A TUTTI
PER
L'ATTENZIONE!**