

EXPERT PANEL FOR POLLUTING EMISSIONS REDUCTION EXPAPER

Elettrificazione del parco veicolare e produzione di energia. Impatti sulla qualità dell'aria e le emissioni di gas serra

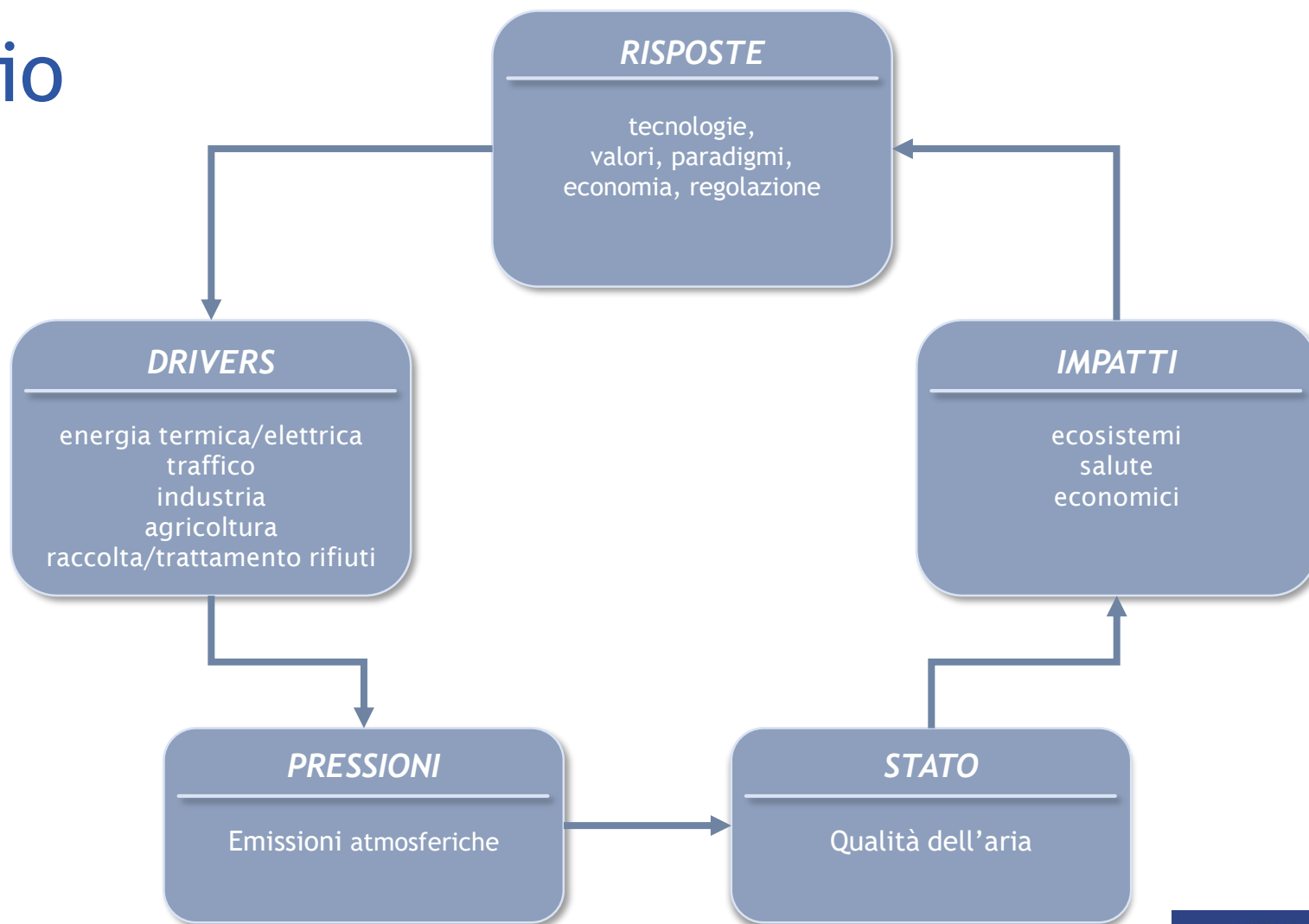
Michele Arrighini, Laura Zecchi, Marialuisa Volta

Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of
Brescia (IT)

Obbiettivi dello studio

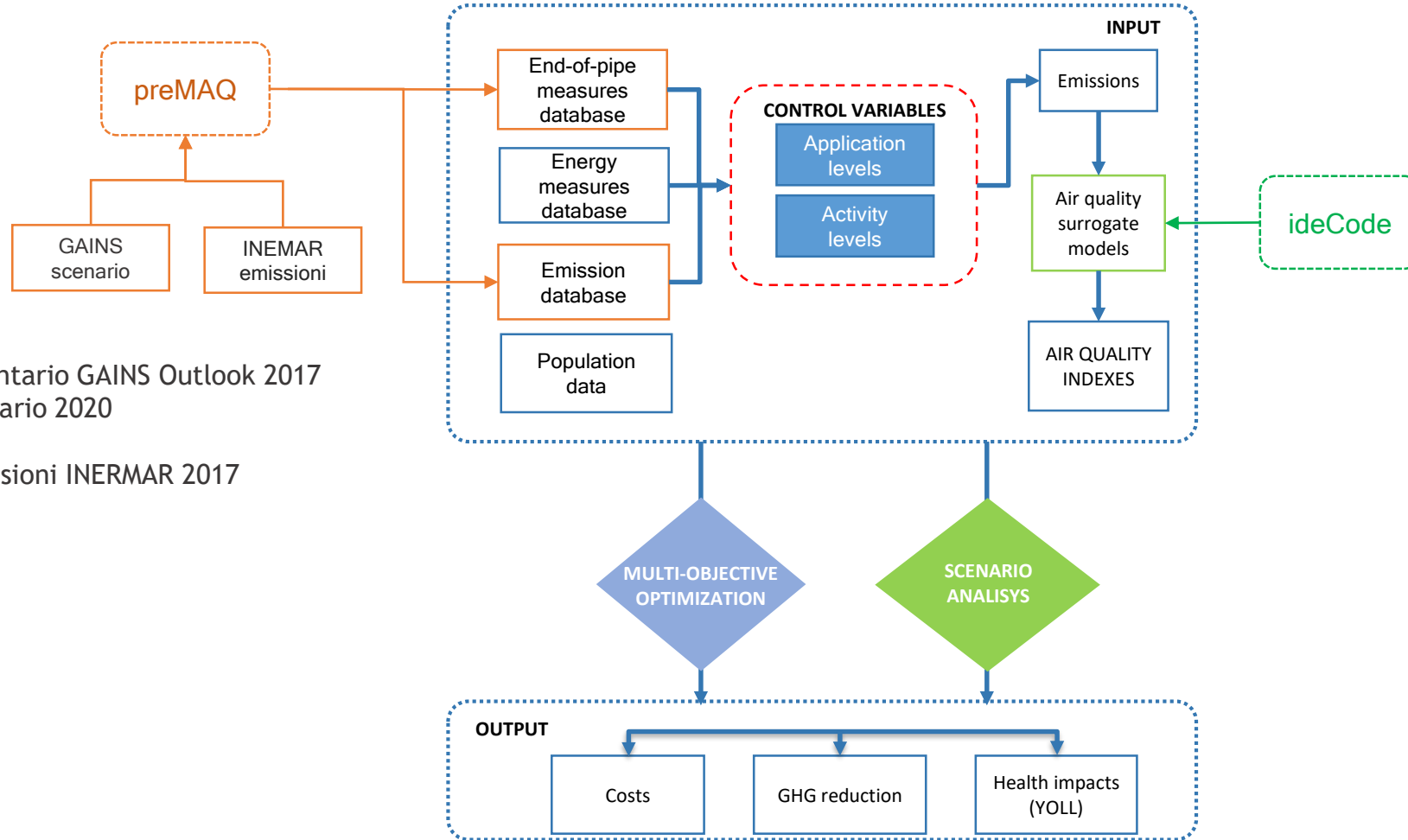
Valutazione integrata di scenari di traffico su strada:

1. elettrificazione di parte del parco veicoli leggeri
2. fuel cell ad ossido solido

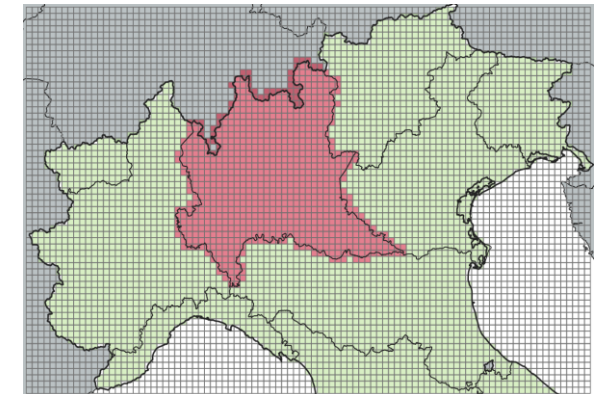


Strumenti modellistici

Modello MAQ (Multi-dimensional air quality)



- Inventario GAINS Outlook 2017 scenario 2020
- Emissioni INERMAR 2017



Italy
external domain
Impact assessment domain

Dominio di 5890 celle (6 x 6km)

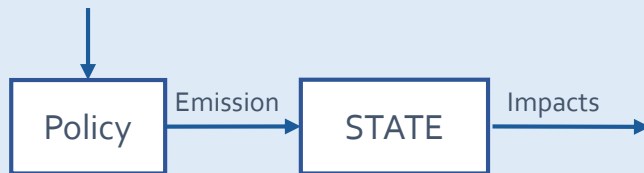
Approcci modellistici

Scenario analysis

IAM assesses the impacts of proposed actions defined by:

Experts

Source-Apportionment



$$AQI = f(E(\theta))$$

F is the function linking emission and air quality index:

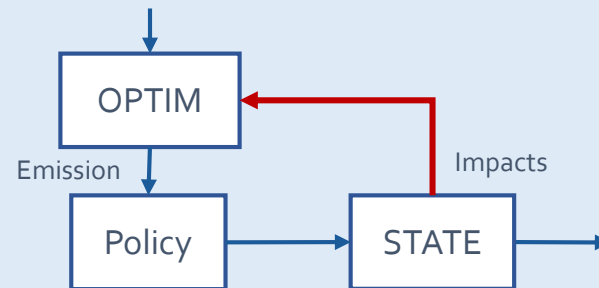
- Chemical Transport Model
- Surrogate models

Optimization approach

IAM identifies efficient emission reduction measures

Cost-Effectiveness

Multiobjective



Analisi di scenario

$$AQI_n = f(E(\Theta)) \text{ with } n=1, \dots, N$$

Indici di qualità dell'aria

- PM10, PM2.5, NO2: Concentrazione media annua
- Ozono: SOMO35

Misure di riduzione delle emissioni:

- Misure end-of-pipe
- Misure energetiche
- Misure di switch

Scenari

Scenario 1: elettrificazione del parco

1. Stima della domanda di energia elettrica
2. Mix energetico
3. Produzione di biometano e impatto sulle attività agricole

Stima della domanda di energia elettrica

Energia disponibile per l'elettrificazione

$$AL_{ev} = \Delta AL_{MS1} \cdot \eta_{dist}$$

Energia necessaria per l'intera elettrificazione della flotta

$$AL_{ev_M7} = \sum_s \sum_k \frac{AL_{s,k} \cdot \eta_{s,k}}{\eta_{ev}}$$

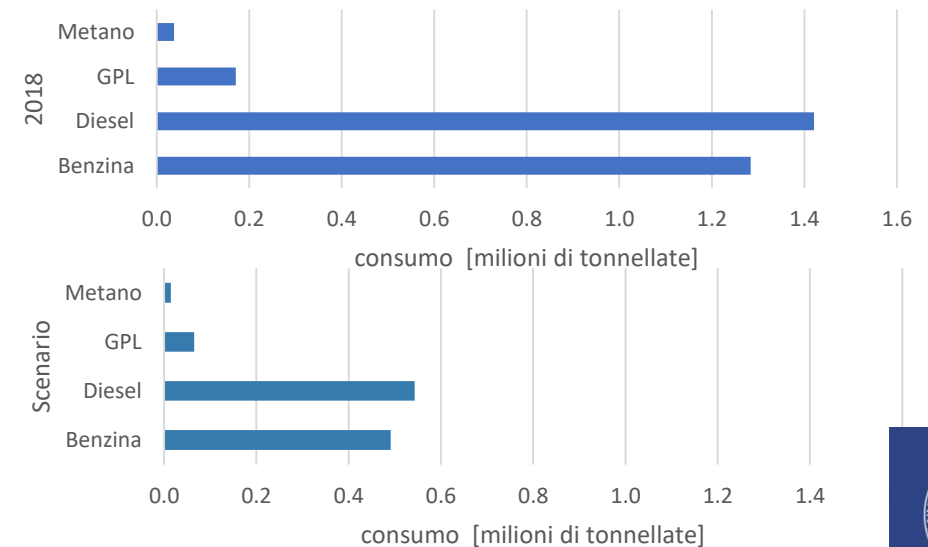
s tipologia di veicolo
 k tipo di carburante

Elettrificazione

$$\%_{ev} = \frac{AL_{ev}}{AL_{ev_M7}} = 57.4\%$$

Efficienza η

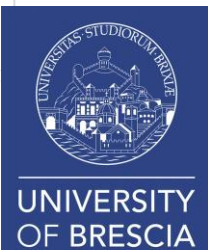
Efficienza di distribuzione della rete elettrica	0.9
Veicoli a diesel	0.4
Veicoli a benzina	0.3
Veicoli LPG	0.3
Veicoli a metano	0.3
Veicoli elettrici	0.82



Consiglio Nazionale delle Ricerche

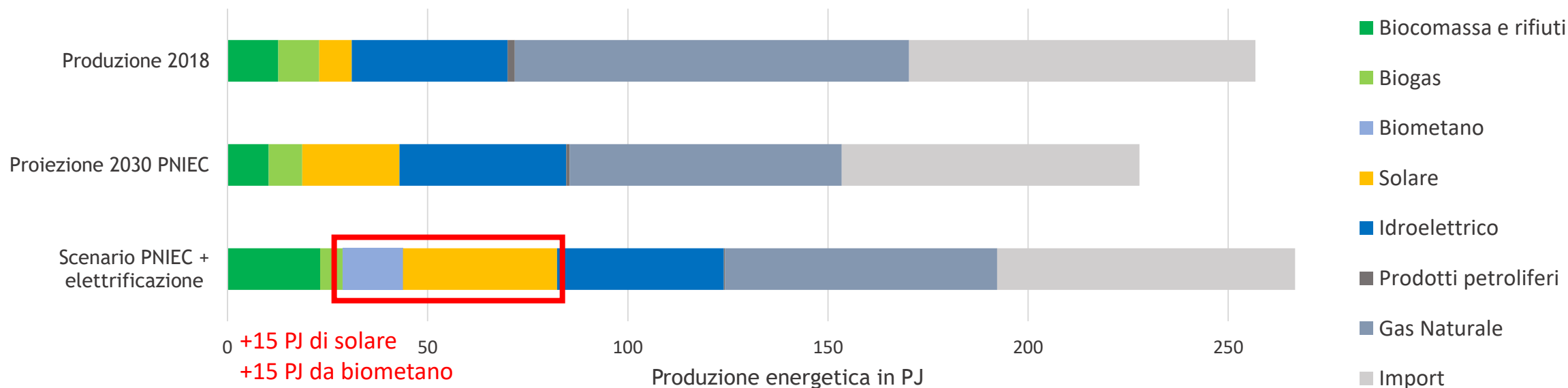


EXPAPER, NAPOLI 24-25 NOVEMBRE 2022



Produzione di Energia

Il caso base al 2018 è definito a partire dai report regionali TERNA e dal rapporto statistico GSE sull'utilizzo di forme rinnovabili

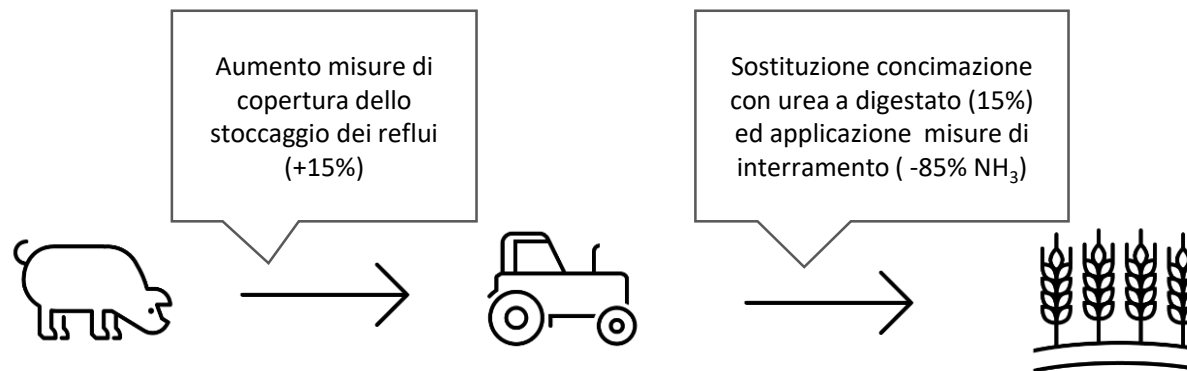


La proiezione al 2030 segue le direttive del Piano Nazionale Integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC), lo scenario con elettrificazione prevede un aumento di produzione energetica da FER secondo proiezioni del Piano Regionale Energia Ambiente e Clima (PREAC).

Produzione biometano

- Incremento di emissioni dovute alla produzione del biometano
- Miglioramento nella gestione dello stoccaggio e dello spargimento dei reflui zootecnici

Fattori di emissione produzione biometano [ton/anno]					
NOx	VOC	NH3	PM10	PM2.5	SO2
7.439	1.555	0.004	0.029	0.019	0



Risultati: stima delle Emissioni

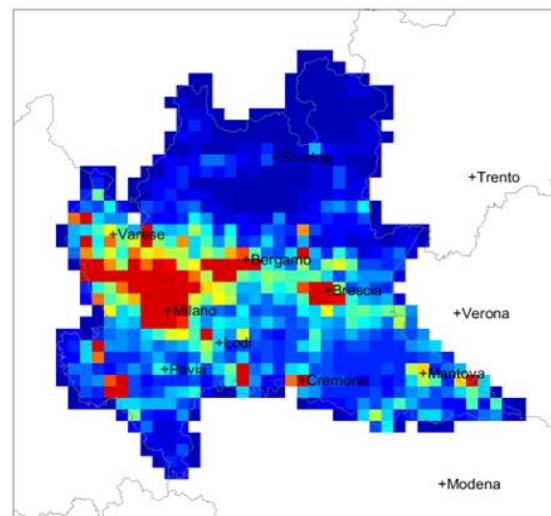
Emissioni bc2018

	NO _x	VOC	NH ₃	PM _{2.5}	SO ₂	CO _{2eq}
	kton	kton	kton	kton	kton	kton
Produzione di energia	9.73	1.58	0.07	0.18	3.51	9080
Trasporto	53.76	15.99	1.17	2.80	0.18	18206
Altro	41.88	228.20	93.60	10.52	7.10	47987
Totale	105.3	245.77	94.84	13.49	10.79	75273

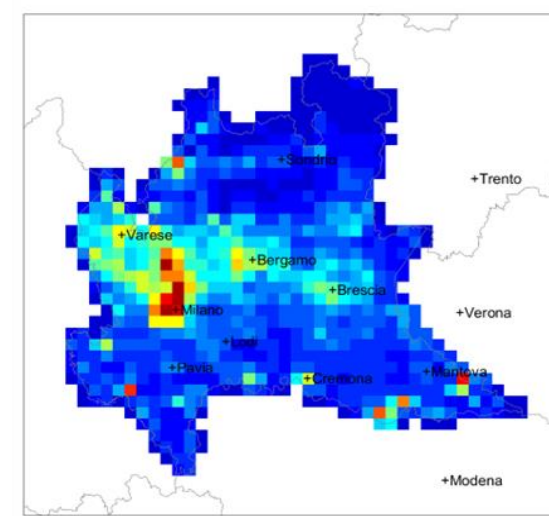
Variazione emissioni scenario rispetto bc2018

	NO _x	VOC	NH ₃	PM _{2.5}	SO ₂	CO _{2eq}
Produzione di energia	-20%	-13%	-24%	-18%	-36%	-56%
Trasporto	-35%	-46%	-58%	-18%	-32%	-26%
Altro	1%	0%	-1%	0%	0%	0%
Totale	-19%	-3%	-2%	-4%	-12%	-11%

ton/anno

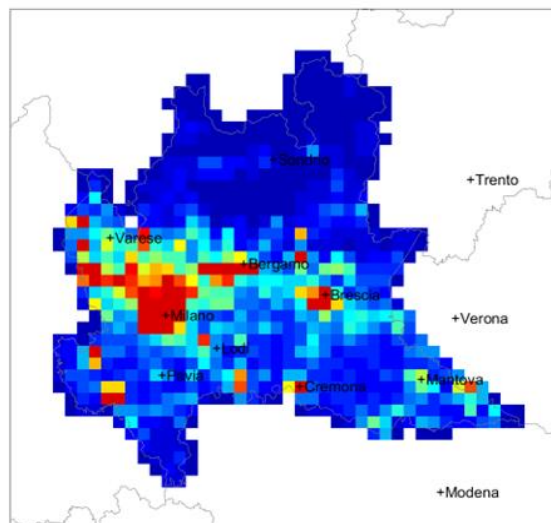


ton/anno

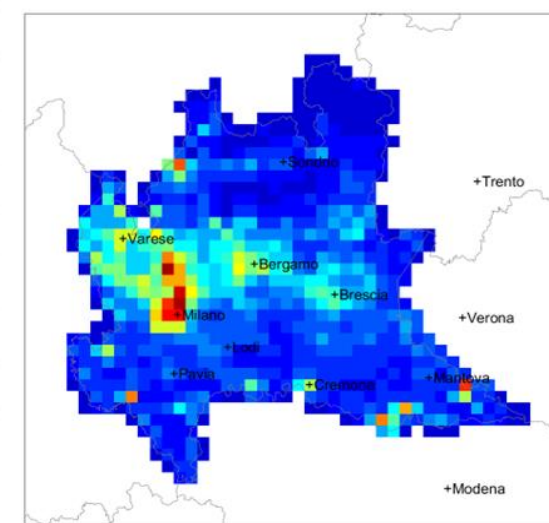


bc 2018

ton/anno



ton/anno



Scenario 2030

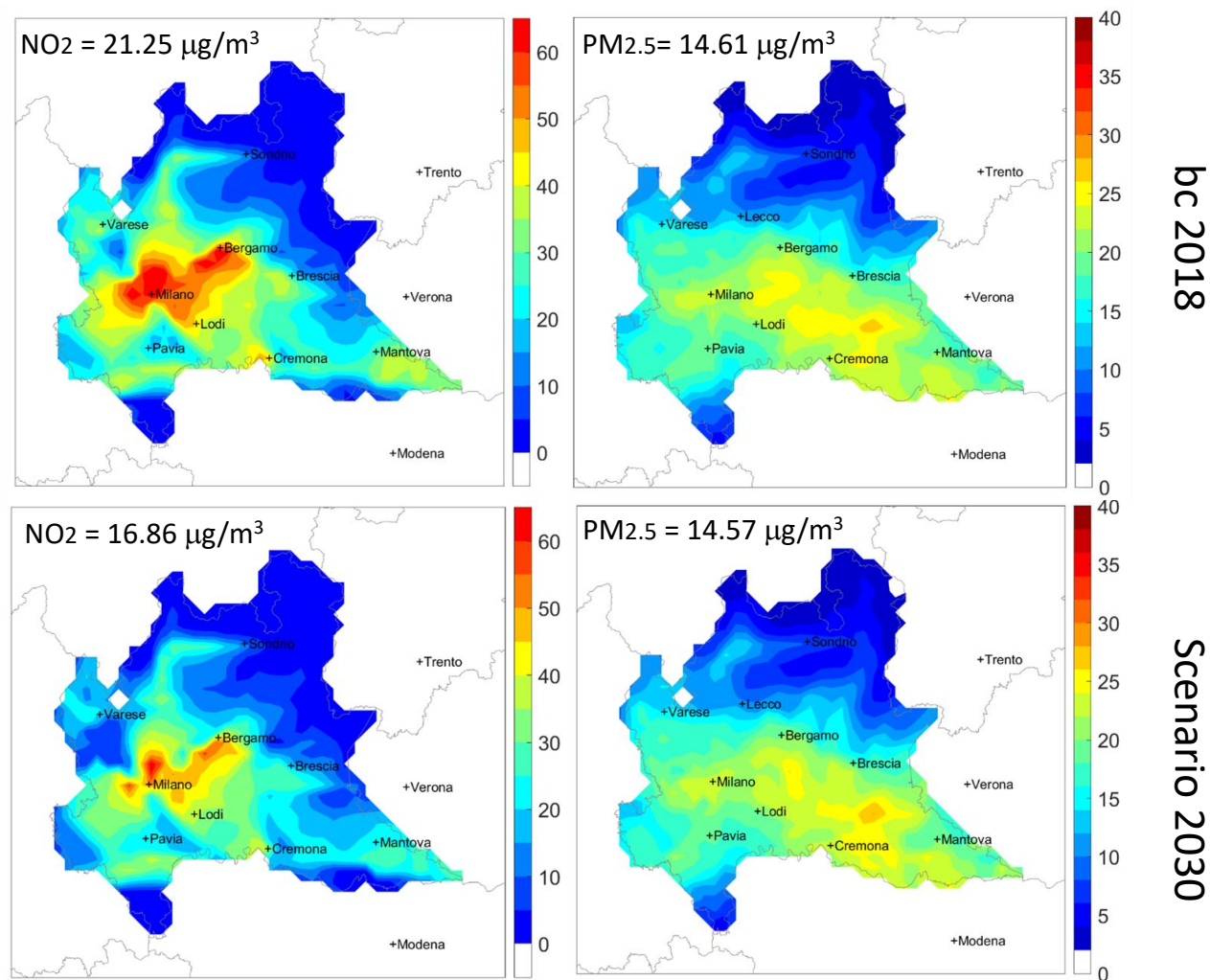
Consiglio Nazionale delle Ricerche



EXPAPER, NAPOLI 24-25 NOVEMBRE 2022



Risultati: Stima delle concentrazioni medie annue



Scenario 2: veicoli con fuel cell

1. Definizione dell'architettura del veicolo
2. Stima della domanda di biometano e produzione energetica
3. Bilancio energetico

Tecnologia SOFC

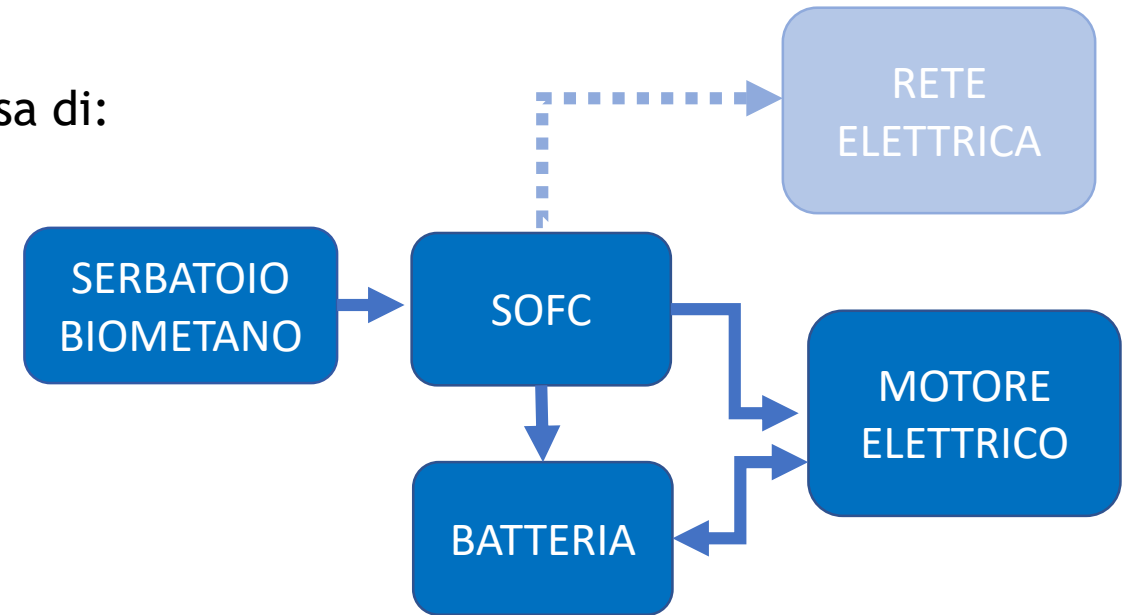
Fuel Cell ad Ossido Solido (SOFC) consentono di effettuare il processo di reforming a bordo del veicolo.

Oggi viene utilizzata solo per applicazioni statiche, a causa di:

- tempi di accensione e transitori lenti
- temperatura di esercizio elevata (600-1000 °C)

IPOTESI APPLICATIVA:

- SOFC sempre attiva
- durante la trazione alimenta motore elettrico
- durante lo stallo ricarica la batteria o invia alla rete elettrica



Domanda di biometano e produzione energetica

Ipotesi

Potenza della
SOFC: 3 kW

Cicli guida
veicolo a
missione fissa

Consumo di
biometano:
0.23 m³/kWh

Dati per singolo veicolo per ciclo annuo

Energia per la trazione	2.38E-05	PJ
Energia alla rete	7.23E-05	PJ
Metano necessario	6143.76	m ³

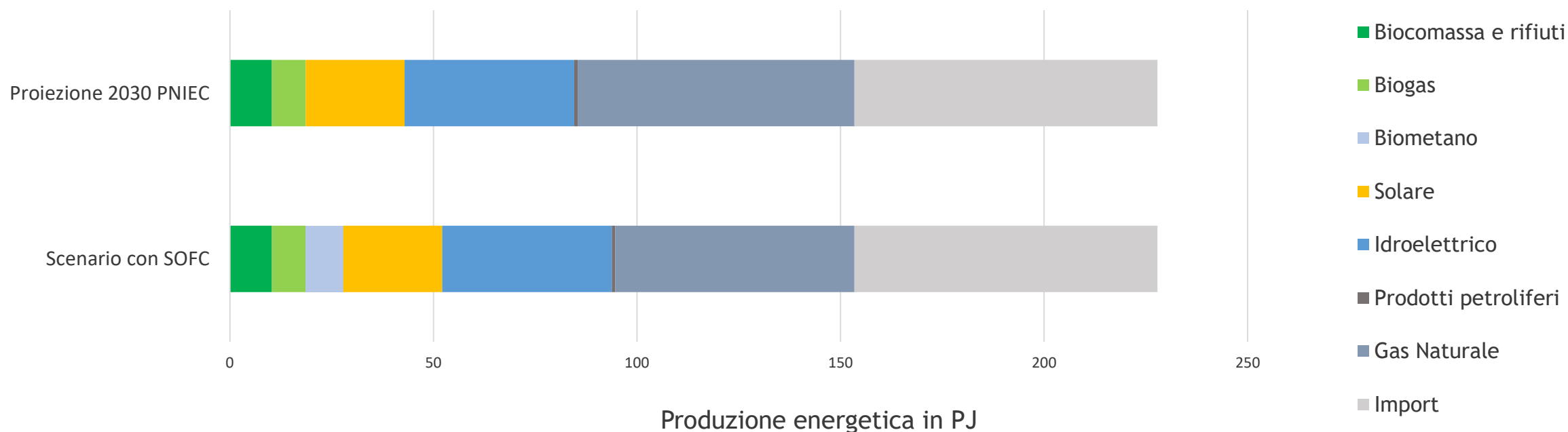
Dati per flotta veicoli commerciali leggeri

Biometano disponibile	783.3E06	m ³
Numero veicoli leggeri alimentabili	127497	
Energia per la trazione	3.04	PJ
Energia alla rete	9.22	PJ

Viene sostituito il 20% della flotta veicoli commerciali leggeri con veicoli a SOFC

Bilancio energetico

L'energia ricavata con i veicoli a SOFC sostituisce parte dell'energia prodotta con metano fossile



Risultati: stima delle Emissioni

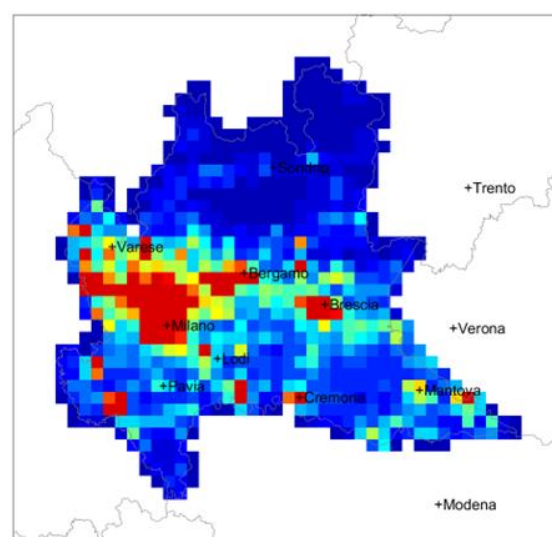
Emissioni bc2018

	NO _x	VOC	NH ₃	PM _{2.5}	SO ₂	CO _{2eq}
	kton	kton	kton	kton	kton	kton
Produzione di energia	9.73	1.58	0.07	0.18	3.51	9080
Trasporto	53.76	15.99	1.17	2.80	0.18	18206
Altro	41.88	228.20	93.60	10.52	7.10	47987
Totale	105.3	245.77	94.84	13.49	10.79	75273

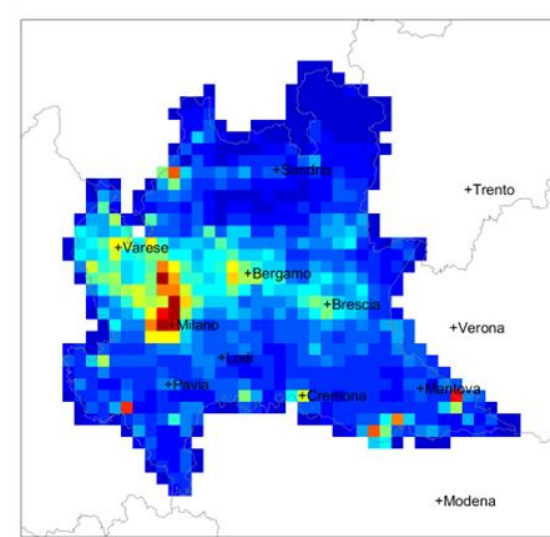
Variazione emissioni scenario rispetto bc2018

	NO _x	VOC	NH ₃	PM _{2.5}	SO ₂	CO _{2eq}
Produzione di energia	-32%	-22%	-26%	-30%	-37%	-40%
Trasporto	-4%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%
Altro	1%	0%	-1%	0%	0%	0%
Totale	-5%	0%	-1%	-1%	-12%	-5%

ton/anno

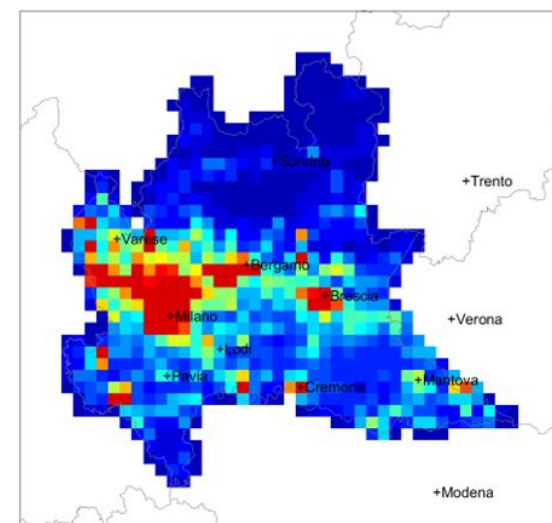


ton/anno

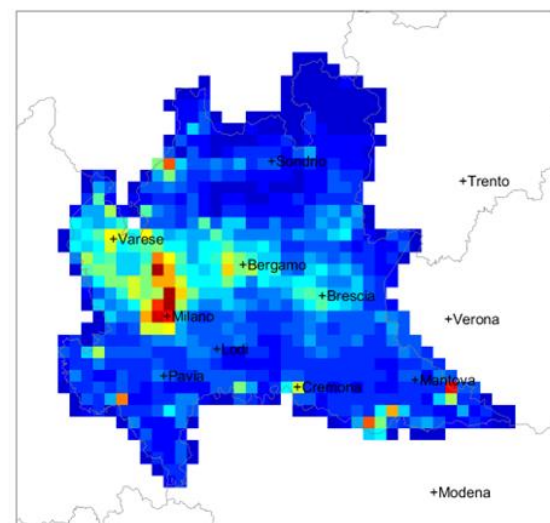


bc 2018

ton/anno



ton/anno



Scenario 2030

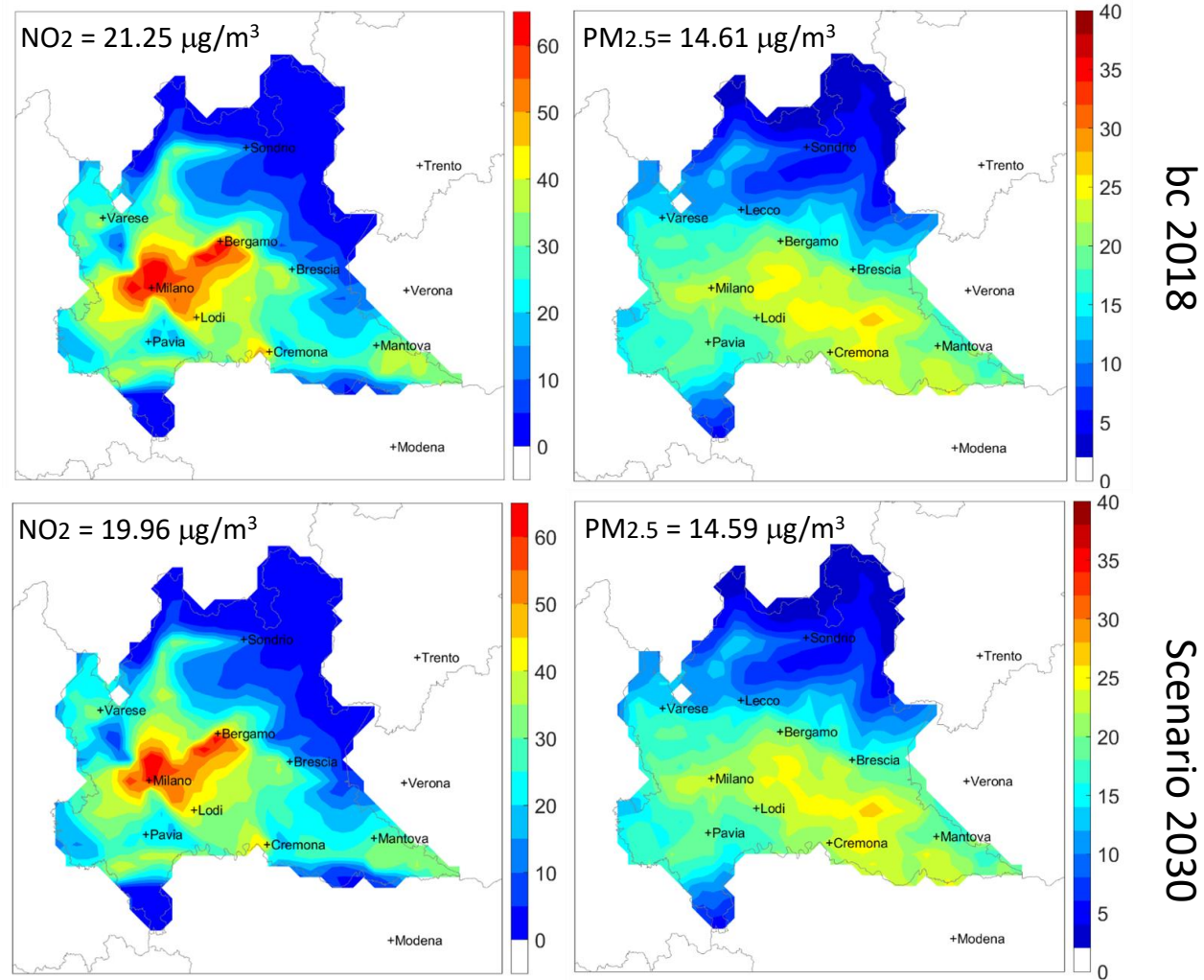
Consiglio Nazionale delle Ricerche



EXPAPER, NAPOLI 24-25 NOVEMBRE 2022



Risultati: Stima delle concentrazioni medie annue



Grazie per l'attenzione

l.zecchi@unibs.it