

Qualità dell'aria ed impatto sanitario ed economico nelle 14 città metropolitane

Ing. Cassandra Montiroli , CNR-IIA



MOBILITARIA 2024 – CHE COSA E' STATO ANALIZZATO?

- ANALISI DELLA QUALITA' DELL'ARIA RELATIVA A 3 INQUINANTI nell'anno **2023**

nelle 14 Città Metropolitane

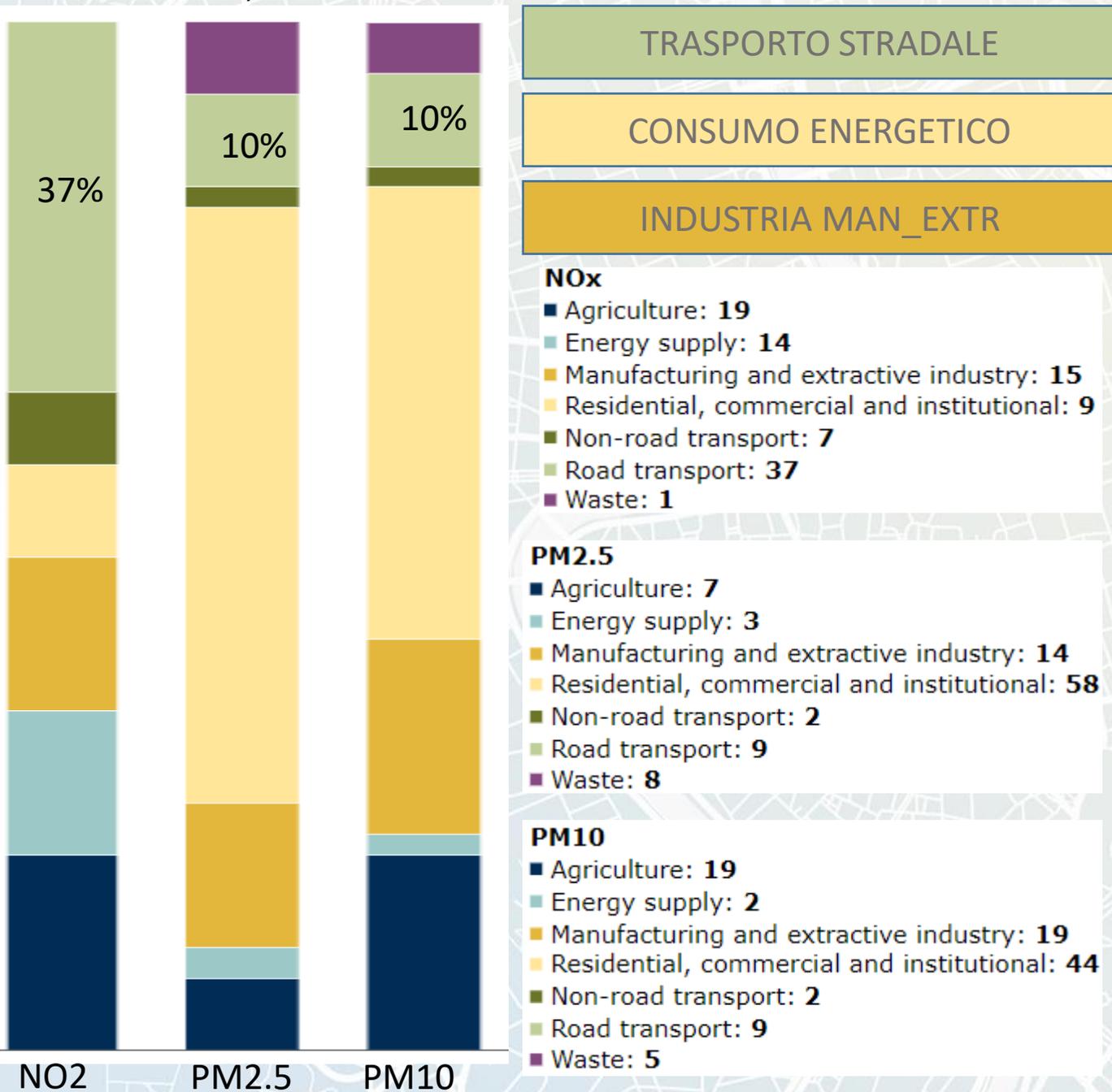
- BIOSSIDO DI AZOTO –NO₂
 - PM₁₀
 - PM_{2.5}
- impatto sanitario ed economico dell'inquinamento atmosferico nelle principali città italiane

Anno **2021**



The background is a stylized map of a city, likely Rome, showing a dense grid of streets and a prominent river winding through the center. The map is rendered in light blue and white lines on a light yellow background. The text is centered over the map.

ANALISI DELLA QUALITA' DELL' ARIA ANNO 2023



TRASPORTO STRADALE

NO2

- scarichi dei veicoli (in particolare motori diesel)
- quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, la produzione di NO2 si incrementa all'aumentare del rapporto aria/combustibile

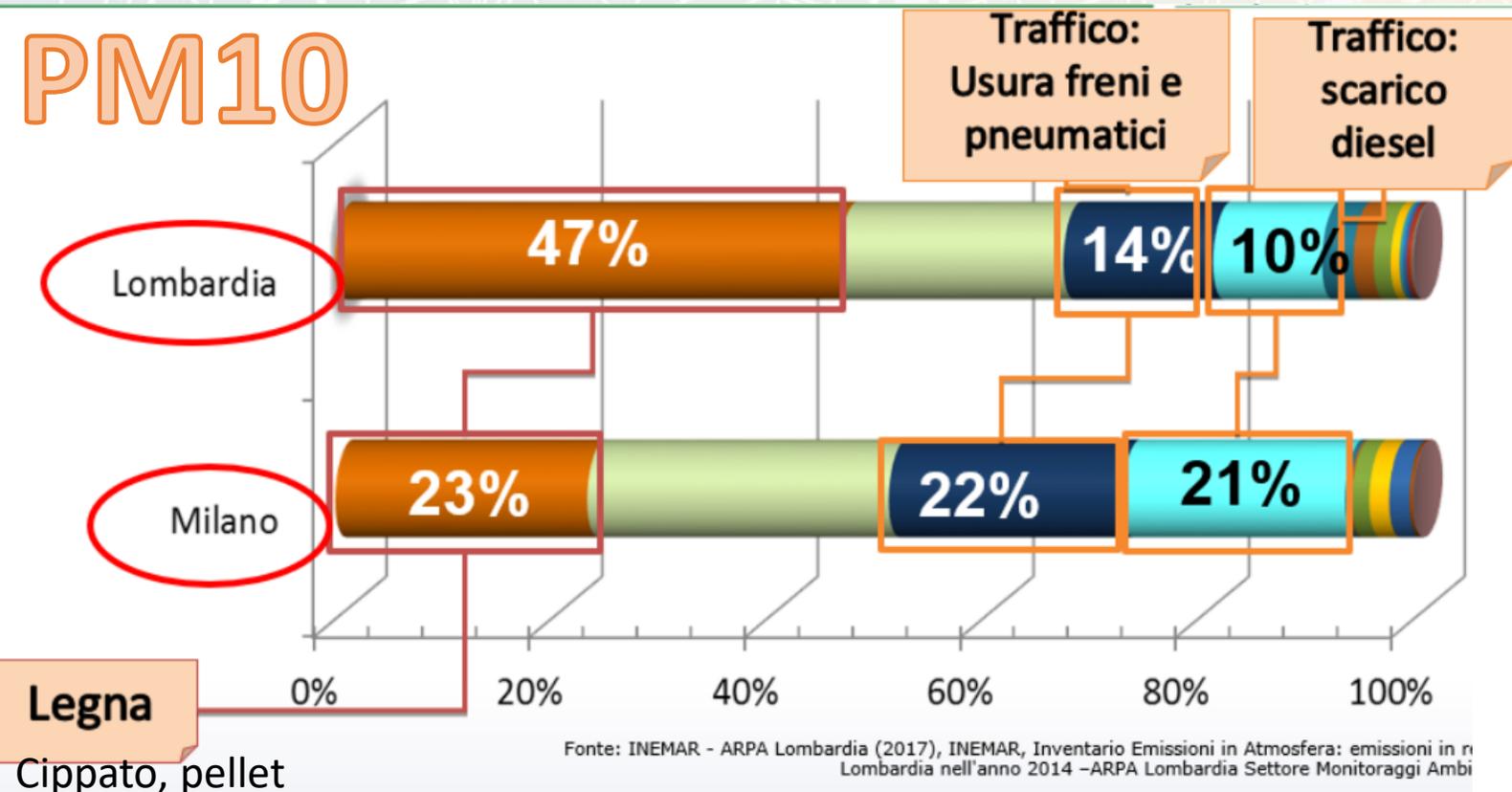
PARTICOLATO (PM10 E PM2.5)

- emissioni dagli scarichi
- nelle aree urbane ha origine anche dall'usura dell'asfalto, degli pneumatici, dei freni, delle frizioni.
- risollevarimento polvere stradale

PM10

Fonte: ARPAL E ARPAP

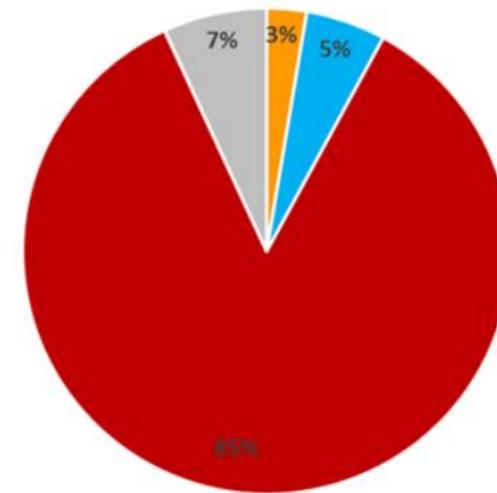
Nei centri Cittadini...



CITTA' DI TORINO
EMISSIONI DI PARTICOLATO PM10 PRIMARIO
Contributo percentuale annuale



- Industria
- Riscaldamento
- Trasporti
- Agricoltura e zootecnia
- Altro



SU SCALA CITTADINA, E QUINDI NEI CENTRI URBANI PIU' TRAFFICATI, SI EVIDENZIA UNA CRESCITA DI LIVELLI DI INQUINAMENTO GENERATI DAL TRAFFICO

LIMITI

PM10

Limite giornaliero	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria da non superare più di 35 giorni/anno
Limite annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media annua

PM2.5

Limite annuale	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media annua
-----------------------	---

d.lgs. 155 del 2010

Tabella A: NO₂ - Valori limite per la protezione della salute umana

	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite orario	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile
Valore limite annuale	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂

LA QUALITA' DELL'ARIA NELLE AREE URBANE



3 tipologie di INQUINANTI

NO₂
PM₁₀
PM_{2.5}

14 CITTA' METROPOLITANE

2 TIPOLOGIE DI STAZIONI DI MONITORAGGIO

- ❖ DI TRAFFICO
- ❖ DI FONDO

4 tipologie di DATI:

- ❖ MEDIE
- ❖ TRAFFICO
- ❖ FONDO
- ❖ SUPERAMENTI DEI LIMITI



Trend decrescente

NO2

µg/m³

IN ITALIA NEL 2023

VALORI TREND 22-23

CITTA'			
	MEDIA	TRAFFICO	FONDO
ROMA	32	38	27
ROMA (%)	-3%	-3%	-10%
TORINO	34	39	29
TORINO (%)	-8%	-11%	-3%
FIRENZE	29	36	16
FIRENZE (%)	-12%	-10%	-11%
MILANO	35	37	28
MILANO (%)	-8%	-5%	-20%
BARI	23	31	18
BARI (%)	0%	11%	-5%
BOLOGNA	25	43	16
BOLOGNA (%)	0%	10%	-6%

➤ RIDUZIONE DEI VALORI MEDI NELLA MAGGIOR PARTE DELLE CITTA' (media 6%)

➤ RESTANO INVARIATE I VALORI MEDI DI CAGLIARI BOLOGNA E BARI

➤ A BARI E BOLOGNA CRESCONO I VALORI NELLE STAZIONI DI TRAFFICO

NO2

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

IN ITALIA NEL 2023

SUPERAMENTI TREND 22-23

CITTA'	MEDIA	TRAFFICO	FONDO
CAGLIARI	14	15	11
CAGLIARI (%)	0%	0%	10%
GENOVA	27	37	15
GENOVA (%)	-13%	-12%	-12%
NAPOLI	39	43	21
NAPOLI (%)	-3%	-2%	-5%
VENEZIA	27	31	22
VENEZIA (%)	-4%	0%	0%
MESSINA	23	28	17
MESSINA (%)	-4%	-3%	-15%
PALERMO	34	39	14
PALERMO (%)	-6%	-5%	-13%
CATANIA	33	40	19
CATANIA (%)	-3%	-2%	-10%

- VALORE LIMITE ORARIO SOTTO SOGLIA per tutte, la maggior parte con superamenti nulli
- Solo Napoli e Cagliari presentano superamenti del limite orario (5 e 1)
- Nessuna città supera il limite della media annuale* Bologna/napoli/palermo/roma con le stazioni di traffico raggiungono limite

- valore limite orario (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di concentrazione media oraria da non superare più di 18 volte in un anno)
- Media annua 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

µg/m³

PM10

IN ITALIA NEL 2023

VALORI TREND 22-23

CITTA'	MEDIA	TRAFFICO	FONDO
ROMA	24	26	23
ROMA (%)	-4%	0%	-8%
TORINO	30	33	25
TORINO (%)	-12%	-11%	-17%
FIRENZE	24	29	19
FIRENZE (%)	4%	7%	-5%
MILANO	28	28	27
MILANO (%)	-20%	-20%	-16%
BARI	22	23	21
BARI (%)	-4%	-8%	-9%
BOLOGNA	21	22	20
BOLOGNA (%)	-16%	-19%	-17%

-8 citta: Roma, Torino
Milano, Genova, Bari,
Bologna, Cagliari,
Napoli si è registrato
un calo

-Messina, Palermo e
Firenze in aumento

-Catania e Venezia
stabile

CITTA'	PM ₁₀ (µg/m ³)		
	MEDIA	TRAFFIC	FONDO
		0	
CAGLIARI	25	29	17
CAGLIARI (%)	-4%	-3%	-6%
GENOVA	18	20	16
GENOVA (%)	-5%	-5%	-6%
NAPOLI	26	28	17
NAPOLI (%)	-4%	0%	-15%
VENEZIA	31	31	30
VENEZIA (%)	0%	-3%	50%
MESSINA	23	21	24
MESSINA (%)	10%	0%	9%
PALERMO	26	27	22
PALERMO (%)	4%	4%	-4%
CATANIA	28	32	23
CATANIA (%)	0%	10%	-8%

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM10

IN ITALIA NEL 2023

TREND

22-23

Superamenti CRITICI

Superamenti lim. GIORN	Città	stazione
66	TORINO	GRASSI
49	MILANO	SENATO
50	CAGLIARI	CREPELLANI
37	NAPOLI	OSPED. SANTOBONO
60	VENEZIA	TAGLIAMENTO

- **IN 8 CITTA' NON SI REGISTRANO SUPERAMENTI SOPRA AL LIMITE DESIGNATO**



NONOSTANTE I VALORI SOPRA IL LIMITE, RISPETTO ALL'ANNO 22 I VALORI SONO IN CALO

- DA 98 A 66 TORINO
- DA 84 A 49 A MILANO
- DA 70 A 50 A CAGLIARI
- DA 70 A 60 A VENEZIA

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte/anno

PM2.5

IN ITALIA NEL 2023

TREND VALORI 22-23

CITTA'	PM _{2.5} (µg/m ³)			GENOVA (µg/m ³)	10	12	9
	MEDIA	TRAFFICO	FONDO				
ROMA (µg/m ³)	13.00	13.00	13.00	ROMA (µg/m ³)	14	15	11
ROMA (%)	-7%	-7%	-7%	ROMA (%)	-13%	-12%	-8%
TORINO (µg/m ³)	17	20	16	TORINO (µg/m ³)	21	20	23
TORINO (%)	-23%	-13%	-24%	TORINO (%)	-5%	-13%	5%
FIRENZE (µg/m ³)	12.00	14.00	11.00	FIRENZE (µg/m ³)	11		11
FIRENZE (%)	-8%	0%	-8%	FIRENZE (%)	0%		0%
MILANO (µg/m ³)	19	20	16	MILANO (µg/m ³)	13	14	12
MILANO (%)	-17%	-17%	-24%	MILANO (%)	-7%	-7%	-8%
BARI (µg/m ³)	12	12	11	BARI (µg/m ³)	12.00		12.00
BARI (%)	-8%	-8%		BARI (%)	-8%		-8%
BOLOGNA (µg/m ³)	13	14	13	BOLOGNA (µg/m ³)			
BOLOGNA (%)	-19%	-18%	-7%	BOLOGNA (%)			
CAGLIARI (µg/m ³)	14	19	9	CAGLIARI (µg/m ³)			
CAGLIARI (%)	-7%	-10%	0%	CAGLIARI (%)			

Nessuna criticità

la concentrazione più bassa risulta essere quella della città di Genova pari a 10 µg/m³ mentre quella più alta risulta essere Venezia con 21 µg/m³

The background of the slide is a stylized, light-colored map of a city street grid. A prominent river or canal winds through the center of the map, curving from the top left towards the bottom right. The street lines are thin and light gray, creating a complex network of blocks and paths. The overall color palette is muted, with shades of light blue, green, and beige.

IMPATTO SANITARIO ED ECONOMICO DEGLI EFFETTI DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO NELLE PRINCIPALI CITTÀ ITALIANE

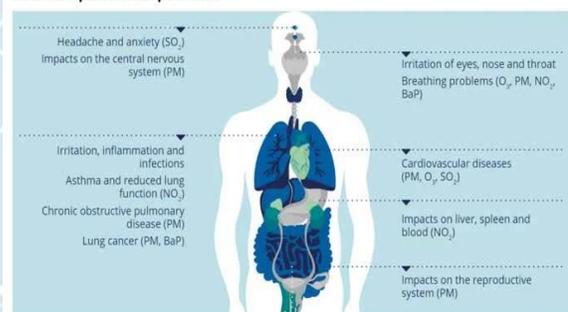
Impatto sanitario dell' inquinamento atmosferico nelle aree urbane



Health impacts

Country	Med. Population (x1000)	Population- weighted annual mean (PM _{2.5})	Attributable deaths (PM _{2.5})	Population- weighted annual mean (NO ₂)	Attributable deaths (NO ₂)	Population- weighted SOMO35 (O ₃)	Attributable deaths (O ₃)
Italy	59.235	13,9	46.790	17,8	11.280	6.149	5.120
EU27	442.519	11,4	253.000	14,4	52.000	3.794	22.000

Health impacts of air pollution



Note: Particulate matter with a diameter of 2.5 µm or less (PM_{2.5}), particulate matter with a diameter of 10 µm or less (PM₁₀), ozone (O₃), nitrogen dioxide (NO₂), benzo(a)pyrene (BaP) and sulphur dioxide (SO₂).

Source: EEA, "Healthy environment, healthy lives," 2019

EAA stima per l'italia nel 2021 più di 40.000 morti premature all'anno attribuibili all'esposizione a concentrazioni ambientali al di sopra degli standard europei per il particolato atmosferico (PM2.5) e più di 16.000 morti per il biossido di azoto (NO2) e l'ozono (O3)

Impatto sanitario: i dati 2021 EEA

MORTI PREMATURE (MP)

- Imputate agli alti livelli **concentrazione dei principali inquinanti atmosferici**

ANNI DI VITA PERSI (YLL, YEARS OF LIFE LOST)

- indica il numero di anni di vita persi a causa di una morte prematura e tiene conto sia della frequenza dei decessi che dell'età in cui si verificano (OMS, 2018).

PER OZONO, BIOSSIDO DI AZOTO E PM2.5

2021

città	MP	YLL	population	MP ogni 10.000AB
Torino Totale	1922	17087	942619	20
Milano Totale	2959	26312	1481490	20
Venezia Totale	372	3310	227517	16
Bologna Totale	464	4135	403285	12
Napoli Totale	1345	11952	1172806	11
Roma Totale	3168	28162	2777130	11
Catania Totale	371	3300	376719	10
Firenze Totale	364	3237	383327	9
Palermo Totale	600	5341	664462	9
Bari Totale	265	2361	304754	9
Genova Totale	453	4042	535256	8
Messina Totale	168	1496	224717	7
Reggio C Totale	126	1128	177646	7
Cagliari Totale	106	950	206483	5

- TORINO MILANO E VENEZIA LE CITTÀ CON IL PIU ALTO VALORE DI MORTI PREMATURE
- LE CITTA DEL CENTRO NORD CON CATANIA, PALERMO E BARI FRA LE 8 E LE 12 MP
- AL SUD I VALORI PIÙ BASSI

NUMERO DI MORTI MAGGIORE dipende da CONCENTRAZIONI PIÙ ELEVATE e da MAGGIORE POPOLAZIONE ESPOSTA

Impatto ECONOMICO degli effetti dell' inquinamento atmosferico nelle aree urbane

Calcolo
Impatto
ECONOMICO

Calcolo
Impatto salute

esposizione

EMISSIONI

- PM10
- PM2.5
- NO2

Lo studio

questo studio
ricalca un analisi
dell'EEA che
analizza i costi
ESTERNI
ambientali
provocati dalle
industrie in
Europa

mobilitaria24

Lo studio prevede di calcolare l'entità del danno associato all'inquinamento atmosferico sia in termini di impatto economico che di impatto sanitario

come

Attraverso 2 indicatori: il **VSL** o *valore di una vita statistica* e le **morti premature evitabili**

A cosa serve

SERVE A COMPRENDERE IL POTENZIALE DI SOLUZIONI SPECIFICHE per il problema affrontato

CALCOLO IMPATTO SALUTE: MORTI PREMATURE EVITABILI

CALCOLO DELL'IMPATTO SULLA SALUTE:

- Tool di calcolo open-source BENMAP-CE fornito dall'EPA



- **SCENARIO BASE** DI ESPOSIZIONE prolungata ALLE CONCENTRAZIONI 2021 EFFETTIVE



- **SCENARIO OTTIMALE** CON ESPOSIZIONE prolungata A CONCENTRAZIONI AL LIMITE DI SALVAGUARDIA DELL'OMS



- **CONCENTRAZIONE DIFFERENZA** fra scenario di base e ottimale



CALCOLO MORTI PREMATURE EVITABILI
(funzione dose-risposta)
PER OGNI INQUINANTE

AQG OMS 2021

Inquinante	Tempo di mediazione	Note	OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore attuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM _{2,5}	annuale		5	25
	giornaliero	18 volte l'anno	15	-
PM ₁₀	annuale		15	40
	giornaliero	18 volte l'anno	45	50 (35 volte)
NO ₂	annuale		10	40
	giornaliero	18 volte l'anno	25	-
	orario	1 volta l'anno	-	200 (18 volte)

L'IMPATTO SULLA SALUTE RIFLESSO SULL'IMPATTO ECONOMICO CON IL VSL

CALCOLO IMPATTO ECONOMICO: VSL

In sintesi

IL VSL O VALORE DI UNA VITA STATISTICA **STIMA il valore di una vita sulla base del valore attribuito a una piccola variazione del rischio di morte (EPA 2017), cioè QUANTO** la società sia disposta a spendere per eliminare tale rischio

- Tool di calcolo open-source BENMAP-CE fornito dall'EPA

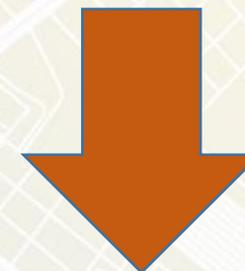


- Si moltiplica il **VSL italiano** **attualizzato per ogni città** per le morti evitabili associate ai livelli di inquinamento



- **CALCOLO VALORE DI UNA VITA STATISTICA**

Funzione di tanti aspetti, come il reddito pro capite, fascia d'età, fascia sociale, stato di salute cittadino



il valore della riduzione dei rischi per la salute e del salvataggio di vite umane.

		MORTI PREMATURE EVITABILI (MPE)	VSL, Milioni (€)	POP.
MILANO	NO2	1,024	7176	1481490
	PM2.5	582	4077	1481490
	PM10	453	3175	1481490
ROMA	NO2	1,445	6535	2777130
	PM2.5	470	2125	2777130
	PM10	841	3805	2777130
TORINO	NO2	549	2203	942619
	PM2.5	163	656	942619
	PM10	147	589	942619
NAPOLI	NO2	683	1625	1172806
	PM2.5	228	544	1172806
	PM10	279	664	1172806
GENOVA	NO2	306	1268	535256
	PM2.5	83	344	535256
	PM10	41	170	535256
PALERMO	NO2	396	930	664462
	PM2.5	137	322	664462
	PM10	200	469	664462
BOLOGNA	NO2	185	921	403285
	PM2.5	186	923	403285
	PM10	190	943	403285

Nel 2021: VSL

Premesso che:

il valore della riduzione dei rischi per la salute umana espresso in funzione delle morti premature evitabili

IL VSL è quindi

- **Legato alle MPE** che sono maggiori laddove c'è più popolazione e maggiore inquinamento (laddove c'è maggiore differenza fra le concentrazioni effettive e i LIMITI OMS)

- **Legato al VSL attualizzato per ogni città**

NO2

- ROMA, TORINO e MILANO HANNO I VALORI PIU ALTI, DAI 7000 AI 2000 MILIONI di EURO
- seguono NAPOLI, GENOVA, PALERMO E BOLOGNA, DAI 1600 AI 900 MILIONI di EURO
- SEGUONO FIRENZE E CATANIA NELL'ORDINE DEI 500 FINO AI 200 MILIONI DI EURO
- BARI MESSINA CAGLIARI E REGGIO CALABRIA SOTTO I 150 MILIONI DI EURO

Mortalità attribuibile alla variazione tra lo scenario base e le AQG

		MORTI PREMATURE EVITABILI (MPE)	VSL, Milioni (€)	POP.
FIRENZE	NO2	109	500	383327
	PM2.5	62	284	383327
	PM10	37	170	383327
CATANIA	NO2	97	221	376719
	PM2.5	58	133	376719
	PM10	108	247	376719
BARI	NO2	54	146	304754
	PM2.5	57	155	304754
	PM10	43	118	304754
MESSINA	NO2	63	142	224717
	PM2.5	35	77	224717
	PM10	47	105	224717
CAGLIARI	NO2	19	62	206483
	PM2.5	22	73	206483
	PM10	5	18	206483
REGGIO CALABRIA	NO2	25	53	177646
	PM2.5	26	56	177646
	PM10	28	61	177646

- SITUAZIONE SIMILE PER IL PM MA CON VALORI DI VSL MAGGIORI RISPETTO AI PRECEDENTI PER LE CITTÀ DI BOLOGNA E CATANIA

L'OBBIETTIVO

...dell'analisi è avere una base da cui partire per poi intraprendere l' **Analisi Costi-Benefici:**
i benefici monetari calcolati (utilizzando il VSL) vengono confrontati con i costi delle politiche ambientali e valutare cioè se tali politiche sono giustificate economicamente

IN CONCLUSIONE

il traffico, nonostante il progressivo miglioramento, rimane fra le principali fonti di inquinamento atmosferico nelle città

Qualità
dell'aria

- I TREND NEL 2023 SONO IN CALO POSITIVO NELLA MAGGIORANZA DELLE STAZIONI E DELLE CITTA' RISPETTO ALL'ANNO 2022



La riduzione dell'inquinante e quindi

- **La riduzione del rischio di mortalità** correlato all'inquinamento atmosferico preserva vite umane e porta a notevoli risparmi economici



- **Riduzione spese DIRETTE** (spese sanitarie associate a patologie, ricoveri, a carico del sistema sanitario)
- **Maggiore produttività legata alle buone condizioni di salute delle persone**
- **Riduzione costi INDIRETTI (VSL)** il quale



- traduce i miglioramenti nella salute pubblica in termini economici
- **facilita la valutazione e la giustificazione delle politiche ambientali in un linguaggio comprensibile e comparabile per i decisori politici e gli economisti**
- Quantifica l'efficacia delle **SOLUZIONI MESSE IN CAMPO**

Impatto
Sanitario -
Impatto
Economico

**GRAZIE AI COLLEGHI E
GRAZIE DELL'ATTENZIONE!**

