

Rischi di un progresso selvaggio: inquinamento da polveri sottili

Jessica Castagna

*Assegnista di ricerca – Istituto di Metodologie per l'Analisi
Ambientale (IMAA-CNR)*

L'INQUINAMENTO INCONTROLLATO DELLA 'SORELLA TERRA'

Papa Francesco nell'**Enciclica "Laudato si"** sulla cura della casa comune:

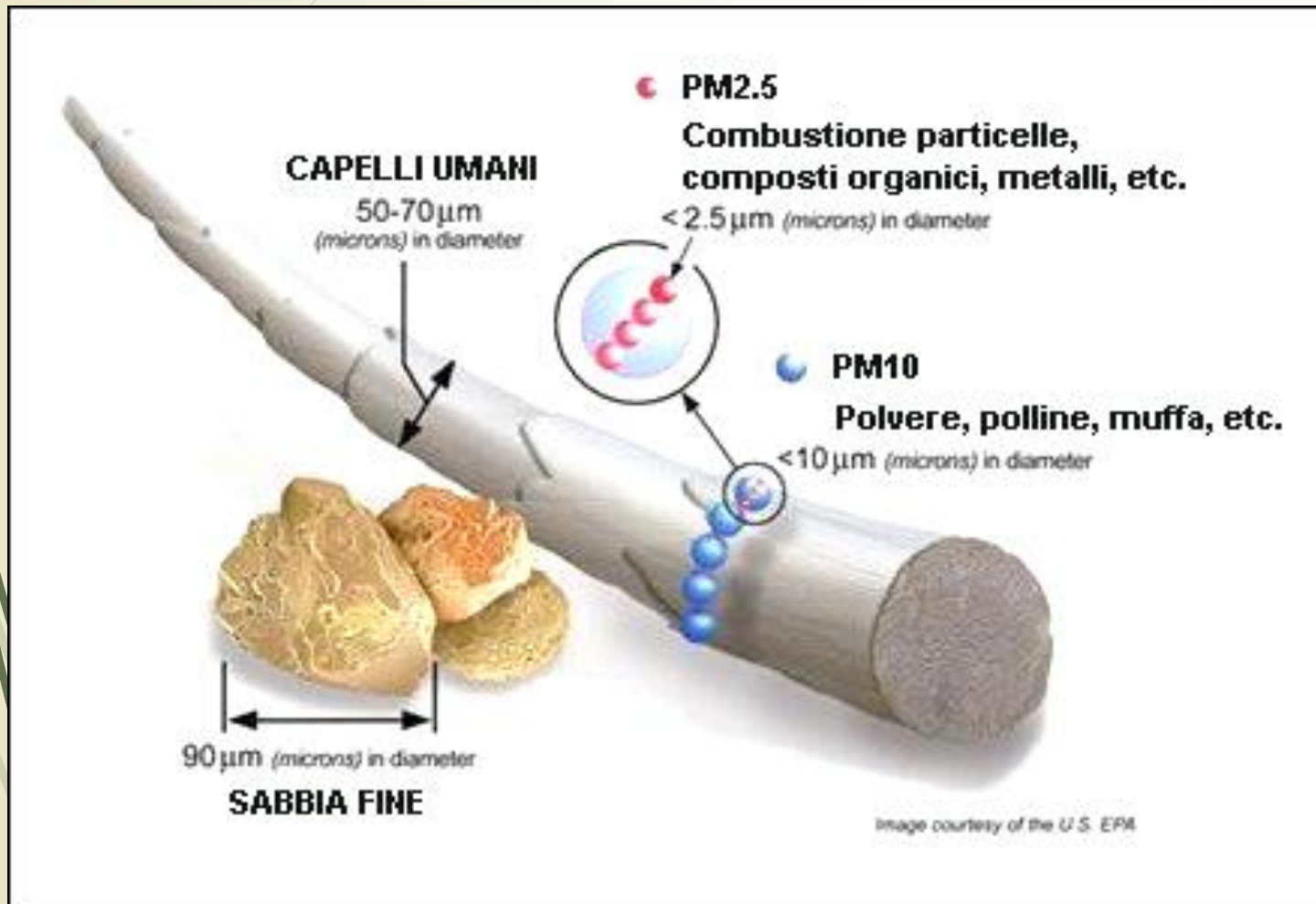
"Questa sorella protesta per il male che le provochiamo, a causa dell'uso irresponsabile e dell'abuso dei beni che Dio ha posto in lei"

"Il clima è un bene comune, di tutti e per tutti. [...] L'umanità è chiamata a prendere coscienza della necessità di cambiamenti di stili di vita, di produzione e di consumo "

EMERGENZA PER INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI



LE POLVERI SOTTILI

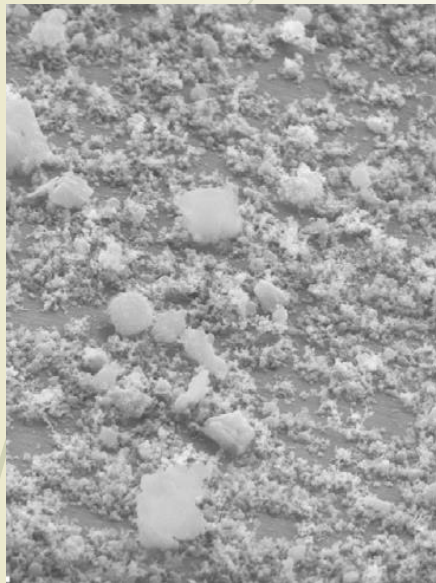


Polveri sottili o Aerosol
o Particolato (PM)

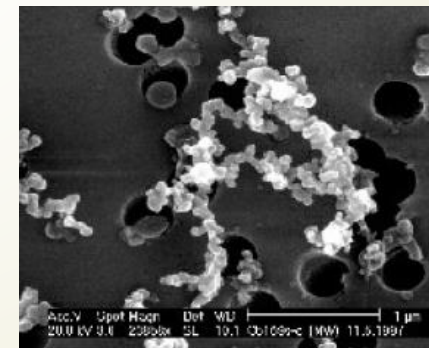
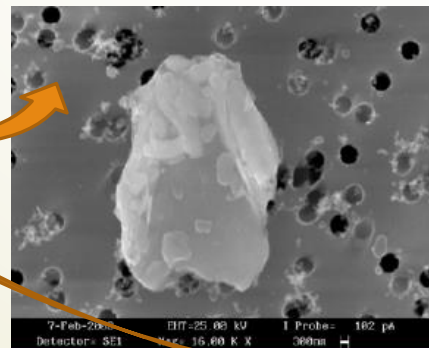
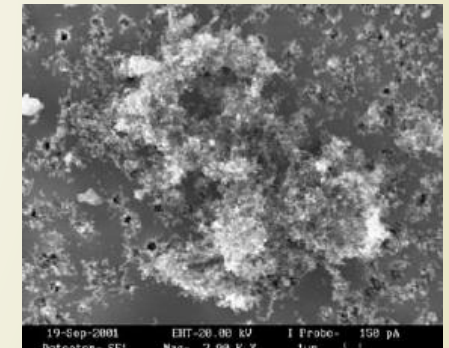
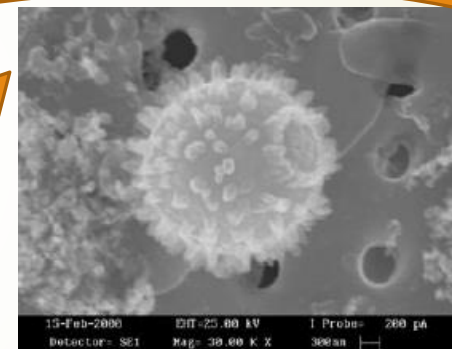
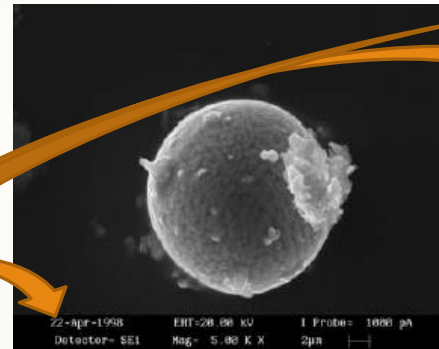
Memorandum:
 $1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm} =$
 0.000001 m

LE POLVERI SOTTILI

Le forme delle particelle sono molto variegate!



Esempio di particolato raccolto su filtro



Particelle di aerosol viste al Microscopio Elettronico (fonte: ARPA Lombardia)

ORIGINI DELLE POLVERI SOTTILI

L'origine delle polveri sottili può essere:

PRIMARIA:

Immesse direttamente
in atmosfera dalle
sorgenti

SECONDARIA:

Prodotte in atmosfera da
processi chimici e
fotochimici, in particolare
conversione gas-
particelle

ORIGINI DELLE POLVERI SOTTILI

► Sorgenti Naturali:

1. polvere, terra;
2. aerosol marino;
3. incendi;
4. microrganismi;
5. pollini e spore;
6. erosione di rocce;
7. eruzioni vulcaniche.



ORIGINI DELLE POLVERI SOTTILI

► Sorgenti Antropiche:

1. emissioni della combustione dei motori (autocarri, automobili, aeroplani, navi);
2. residui dell'usura del manto stradale, dei freni e delle gomme delle vetture;
3. inceneritori e centrali elettriche.
4. emissioni del riscaldamento domestico (in particolare gasolio, carbone e legna);
5. emissioni di lavorazioni meccaniche, dei cementifici, dei cantieri;
6. lavorazioni agricole;



ORIGINI DELLE POLVERI SOTTILI

STIME delle emissioni dalle sorgenti naturali e antropiche

Memorandum:

$1\text{Tg} = 10^{12} \text{ g} = 1$
miliardo di kg

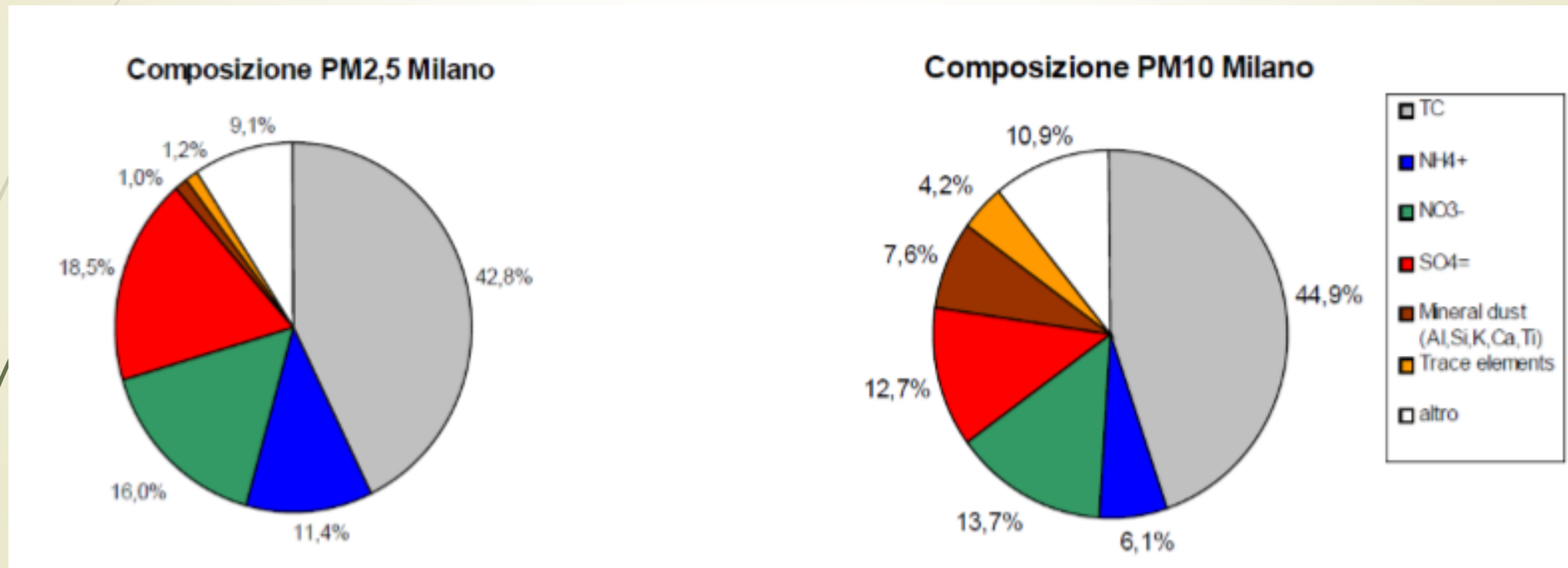
*Singh (ed), 'Composition, Chemistry and Climate of Atmosphere', 1995

Estimates of Global Emissions of Aerosols

Source	Strength (Tg year^{-1})	
	Natural	Anthropogenic
Primary particle production		
Transportation		2
Stationary fuel sources		43
Fly ash from coal		36
Non-fossil fuels		8
Petroleum combustion		2
Industrial processes		56
Iron and steel industry		9
Incineration		4
Cement production		7
Solid waste disposal		2
Miscellaneous		16-29
Soot		24
Agricultural burning		29-72
Sea salt	300-2000	
Soil dust	100-500	
Volcanic particles	25-300	
Meteoritic debris	0-10	
Forest fire smoke	3-150	
Subtotal	428-2810	215-260
Secondary particle production		
Sulfates from SO_2		70-220
Sulfates from H_2S	105-420	
Sulfates from DMS	16-32	
Sulfates from volcanoes	9	
Biomass burning		3
Nitrate from NO_x	75-700	23-40
Ammonium from NH_3	269	
Carbonates from hydrocarbons	15-200	15-90
Subtotal	195-1220	108-350
Total	623-4030	323-610

EMERGENZA PER INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI

Esempio di composizione chimica in area urbana



*ARPA LOMBARDIA 'Progetto Superstiti: La stazione di Milano via Pascal'

EFFETTI DELLE POLVERI SOTTILI

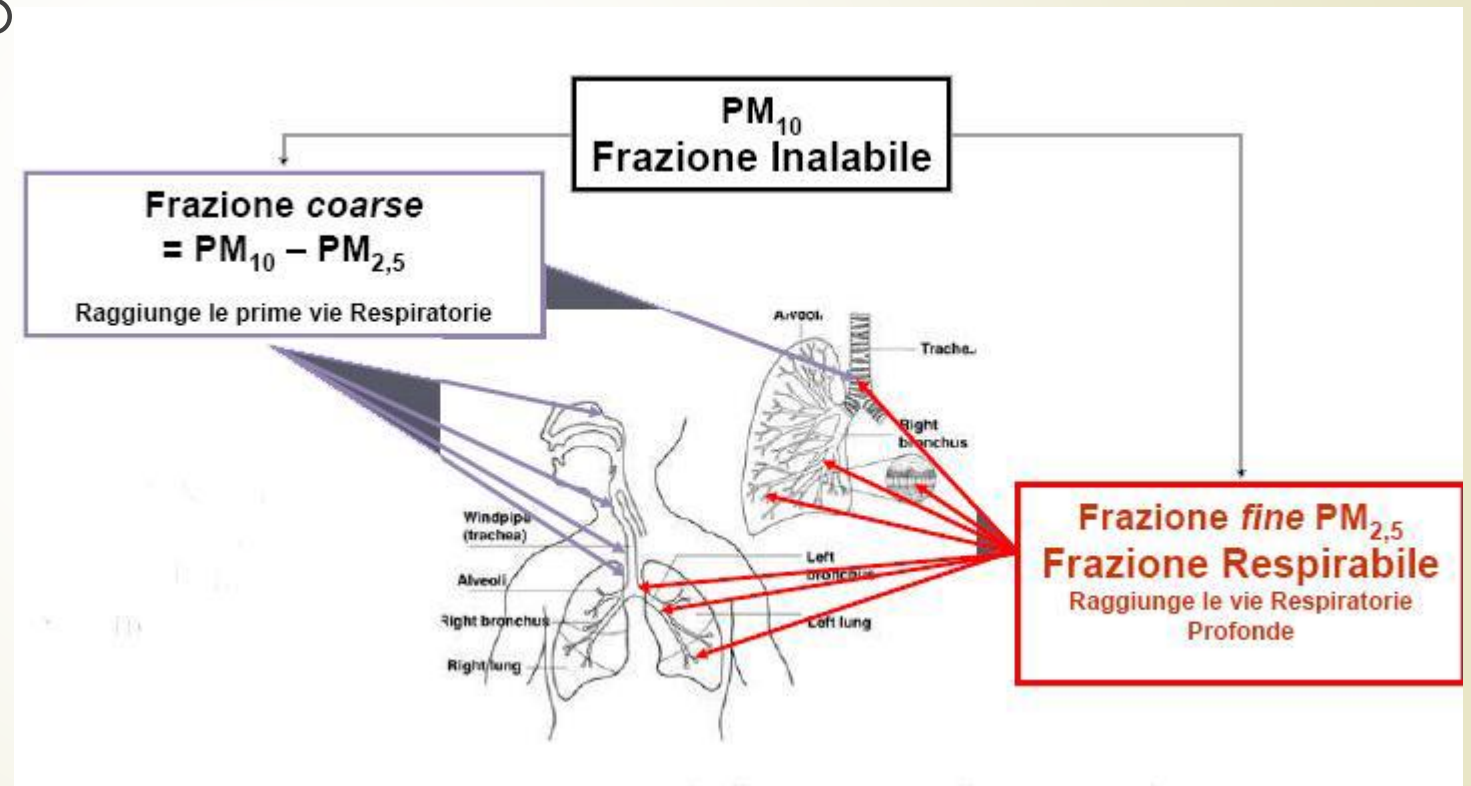
► Effetti sulla salute

Nel 2015, il PM ha causato

422000 morti premature
in 41 paesi europei

60600 morti premature
in Italia

*European Environment
Agency – Air Quality in
Europe – 2018 Report



EFFETTI DELLE POLVERI SOTTILI

► Effetti sulla visibilità

Favorisce la formazione della nebbia o smog diminuendo la visibilità



**BASSE CONCENTRAZIONI DI
PARTICOLATO**

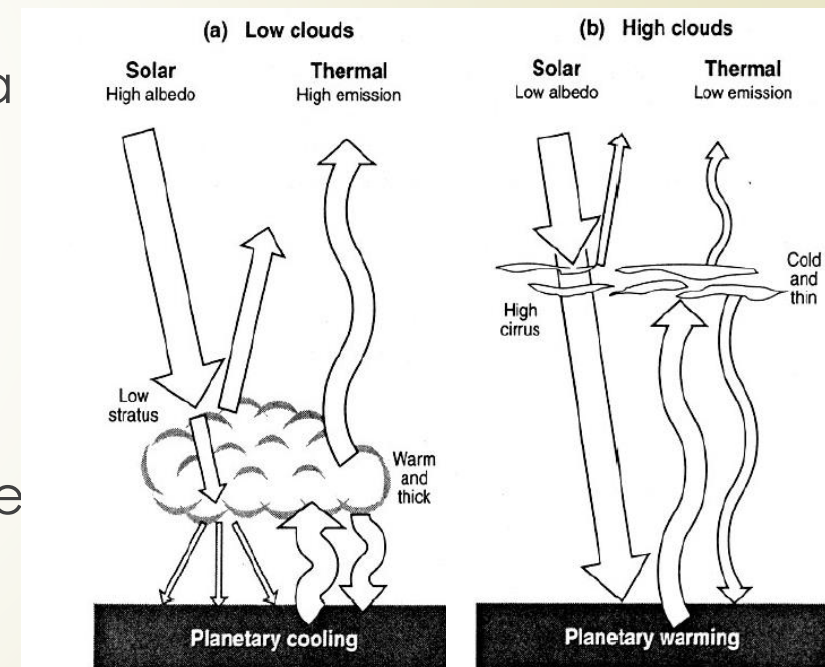
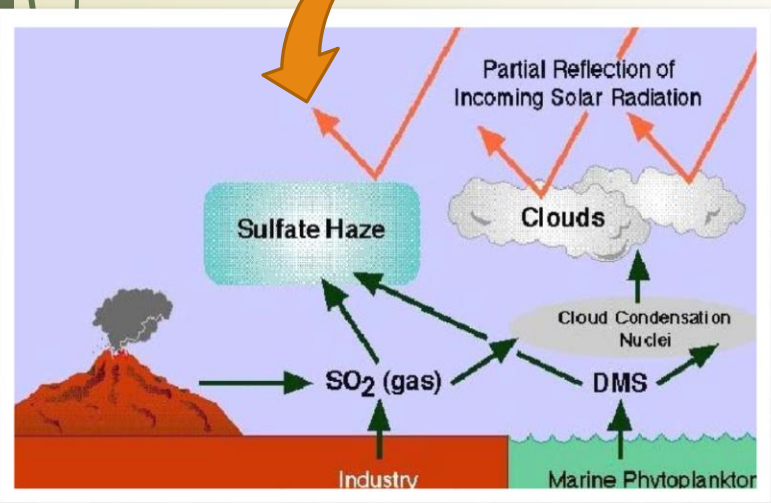


**ALTE CONCENTRAZIONI DI
PARTICOLATO**

EFFETTI DELLE POLVERI SOTTILI

➤ Effetti sul clima

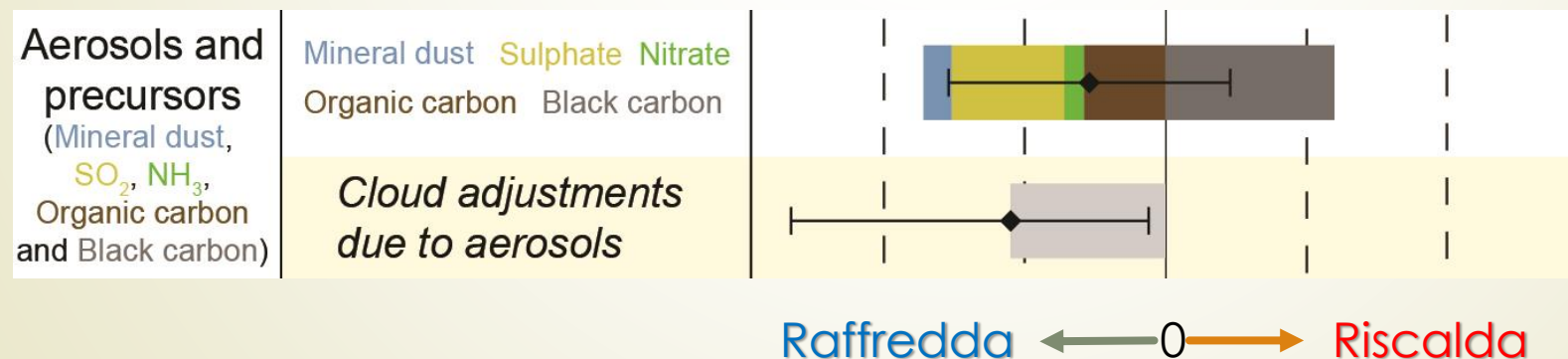
- 1) Effetto diretto: il particolato può diffondere e/o assorbire la radiazione solare, alterando la temperatura
- 2) Effetto indiretto: gli aerosol possono alterare la distribuzione dimensionale e la concentrazione delle particelle delle nubi, con effetto sull'albedo (frazione di radiazione solare che è riflessa in tutte le direzioni) e di conseguenza sulla temperatura



EFFETTI DELLE POLVERI SOTTILI

➔ Effetti sul clima

complessivamente le polveri sottili contribuiscono al raffreddamento della Terra (riflette parte della radiazione solare)



LEGISLAZIONE DELLE POLVERI SOTTILI

► Normativa Italiana: Decreto Legislativo n. 155/2010

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 216 del 15 settembre 2010 - Serie generale

Spediz. abb. post. 43% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA


PARTE PRIMA Roma - Mercoledì, 15 settembre 2010 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00198 ROMA - CENTRALINO 06-45081

N. 217/L

DECRETO LEGISLATIVO 13 agosto 2010, n. 155

Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.



PARTICOLATO ATMOSFERICO

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³

PANORAMICA ITALIANA SULLE POLVERI SOTTILI

Situazione città italiane:

Durante il 2018 ben
26 città
hanno superato
i limiti per il PM10!!!

ALARM

n.	Città	Centralina	Superamenti da gennaio 2018	data aggiornamento
1	Torino	Rebaudengo	87	31/12/2018
2	Frosinone	Frosinone scalo	83	31/12/2018
3	Lodi	Viale Vignati	78	31/12/2018
4	Milano	Marche	74	31/12/2018
5	Venezia	V. Tagliamento	63	31/12/2018
6	Padova	Arcella	60	31/12/2018
7	Alessandria	D'Annunzio	59	31/12/2018
8	Asti	Baussano	57	31/12/2018
9	Reggio Emilia	Timavo	56	31/12/2018
10	Cremona	via Fatebenefratelli	56	31/12/2018
11	Pavia	Piazza Minerva	53	31/12/2018
12	Treviso	S.Agnese	53	31/12/2018
13	Modena	Giardini	51	31/12/2018
14	Monza	via Machiavelli	51	31/12/2018
15	Rovigo	Centro	49	31/12/2018
16	Terni	Le Grazie	49	31/12/2018
17	Vicenza	Quartiere Italia	48	31/12/2018
18	Brescia	Villaggio Sereno	47	31/12/2018
19	Avellino	AV42	46	31/12/2018
20	Parma	Montebello	45	31/12/2018
21	Verona	Borgo Milano	44	31/12/2018
22	Como	Viale Cattaneo	43	31/12/2018
23	Bergamo	via Garibaldi	42	31/12/2018
24	Ferrara	Isonzo	41	31/12/2018
25	Napoli	Ferrovia	37	31/12/2018
26	Rimini	Flaminia	36	31/12/2018

Fonte: elaborazione Legambiente su dati Arpa o Regioni.

PANORAMICA ITALIANA SULLE POLVERI SOTTILI

Situazione città italiane

Media dei valori medi annuali di PM10 ($\mu\text{g}/\text{mc}$) registrati dalle centraline urbane nel 2017.

Avellino	42	Napoli	27,4	Oristano	21
Torino	41,9	Biella	27,3	Sassari	21
Cremona	41,5	Bologna	27	Siena	21
Padova	40,1	Lucca	27	Vibo Valentia	20,9
Milano	39,8	Caserta	26,4	Grosseto	20,5
Alessandria	39,5	Crotone	26	Livorno	20,5
Monza	39	Cuneo	26	Messina	20,5
Brescia	38	Pordenone	26	Teramo	20,5
Lodi	38	Pescara	25,5	Trieste	20,4
Pavia	38	Siracusa	25,4	Aosta	20
Mantova	37,3	Ancona	25,1	Bolzano	20
Vicenza	37,3	Catania	25	Cosenza	20
Venezia	37	Forlì	25	Pistoia	20
Bergamo	36,5	Caltanissetta	24,9	Rieti	20
Reggio Emilia	36,5	Pisa	24,5	Taranto	20

Treviso	36,5	Prato	24,5	Potenza	19,4
Rovigo	36	Sondrio	24,5	Reggio Calabria	19,2
Parma	35,5	Trento	24	Ascoli Piceno	19
Vercelli	35,5	Bari	23,8	Gorizia	19
Modena	35,3	Cagliari	23,6	Imperia	19
Como	34	Latina	23	Isernia	19
Piacenza	34	Udine	23	Trapani	19
Asti	33,5	Genova	22,4	Catanzaro	18,9
Terni	33	Salerno	22,3	Verbania	18
Verona	32,5	Chieti	22	Viterbo	18
Ferrara	32,2	Firenze	22	Agrigento	17
Frosinone	32	Foggia	22	Campobasso	17
Pesaro	31,2	Perugia	22	Massa	16,9
Rimini	30,5	Ragusa	22	L'Aquila	16,3
Palermo	30,2	Brindisi	21,7	Macerata	16,2
Varese	29	Arezzo	21,5	Nuoro	14,5
Benevento	28	Belluno	21,5	Enna	14,3
Lecco	28	Lecce	21,5	Matera	nd
Ravenna	28	Savona	21,3	Novara	nd
Roma	27,5	La Spezia	21		

Fonte: Ecosistema Urbano 2018 di Legambiente

PANORAMICA ITALIANA SULLE

POLVERI SOTTILI

Distribuzione Spaziale dei superamenti dei valori limiti giornalieri di

PM10

PM2.5

Mapa tematica 5.1.1 - PM10, 2017 - Superamenti del valore limite giornaliero



PM10, 2017

- > VL
- ≤ VL

VL: Valore limite giornaliero 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile

MI agg.: l'agglomerato di Milano comprende i comuni di Milano, Como, Monza e Busto Arsizio

Fonte: elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

Source: US National Park Service

Mapa tematica 5.1.3 - PM2,5 (2017) - Superamenti del valore limite annuale nelle aree urbane



PM2,5, 2017

- > VL
- ≤ VL

VL: Valore limite annuale 25 µg/m³

MI agg.: l'agglomerato di Milano comprende i comuni di Milano, Como, Monza e Busto Arsizio

Fonte: elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

Source: US National Park Service

PANORAMICA ITALIANA SULLE POLVERI SOTTILI



Emissioni di **PM10 primario** stimate per il 2015 e la variazione percentuale rispetto al 2005

- 34 città (medie o piccole dimensioni) mostrano un incremento delle emissioni di PM10 primario per l'aumento dell'uso della biomassa nel riscaldamento.
- Riduzione delle emissioni complessive che, sommando i contributi delle 120 città, passano da un totale di 45.403 tonnellate (Mg) nel 2005 a 36.712 tonnellate (Mg) nel 2015 con una riduzione del 19%.

COME RIDURRE L'INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI?



#143287498

COME RIDURRE L'INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI?

Bisogna ridurre le emissioni antropiche provenienti da:

- TRAFFICO
- SETTORE INDUSTRIALE
- RISCALDAMENTO DOMESTICO

COME RIDURRE L'INQUINAMENTO

DALLE POLVERI SOTTILI?

Limiti di emissioni [mg/km]

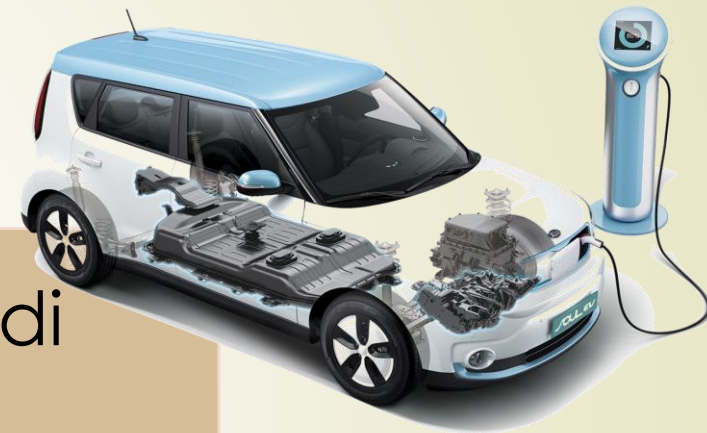
Possibili pratiche per ridurre le emissioni da TRAFFICO:

1. RIDURRE LE EMISSIONI DAGLI AUTOVEICOLI

Normativa	CO		HC		NOX		PM	
	benz	dies	benz	dies	benz	dies	benz	dies
Euro 0	-	-	-	-	-	-	-	-
Direttiva 91/441, dal 1992								
Euro 1	2720	2720	-	-	-	-	-	140
Direttiva 94/12, dal 1996								
Euro 2	2200	1000	-	-	-	-	-	80
Direttiva 98/69 A, dal 2000								
Euro 3	2300	640	200	-	150	500	-	50
Direttiva 98/69 B, dal 2005								
Euro 4	1000	500	100	-	80	250	-	25
Regolamento 715/2007, dal 2011								
Euro 5	1000	500	100	-	60	180	5	5
Regolamento 715/2007, dal 2015								
Euro 6	1000	500	100	-	60	80	5	5

COME RIDURRE L'INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI?

E LE AUTO ELETTRICHE?



NO

- Produzione da emissioni di scarico

SI

- Produzione di particolato da usura del mezzo e dell'asfalto

SI

- Produzione di particolato da centrali elettriche

COME RIDURRE L'INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI?

Possibili pratiche per ridurre le emissioni da TRAFFICO:

2. POTENZIARE IL TRASPORTO PUBBLICO

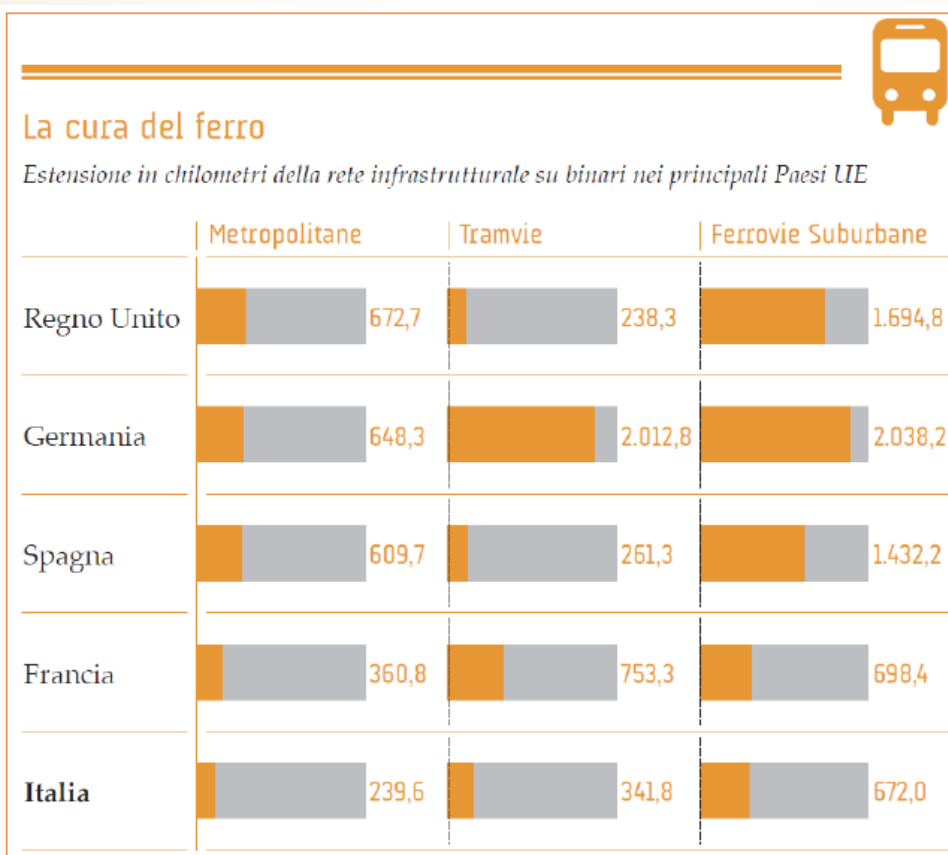


Figura 1: Elaborazioni Legambiente su dati gestori TPL, Ecosistema Urbano 2018

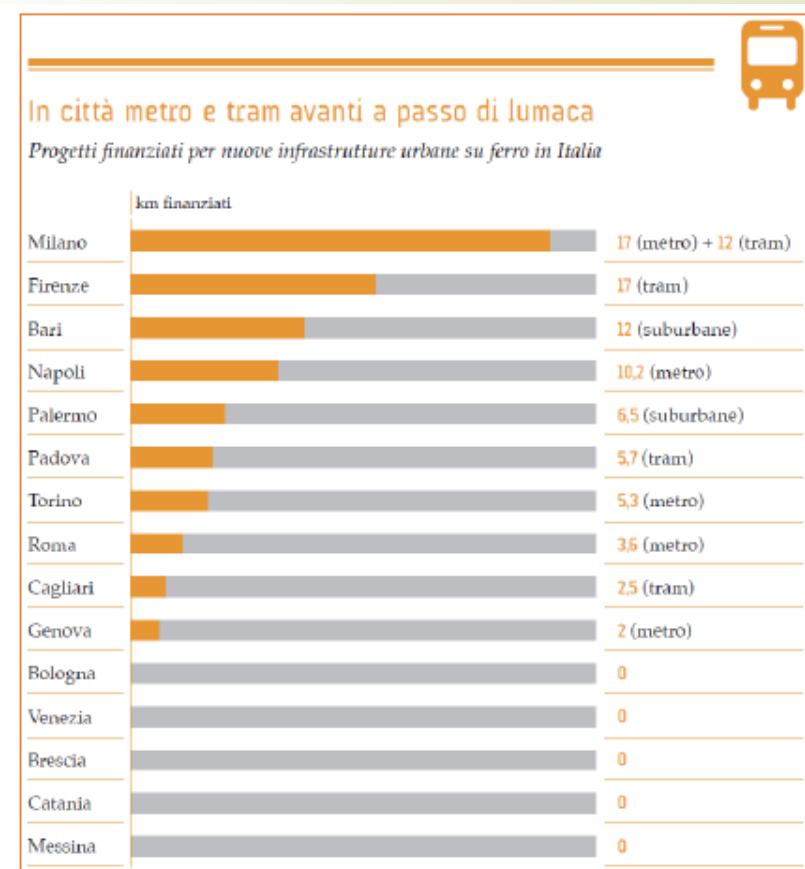


Figura 2: Elaborazioni Legambiente su dati gestori TPL, Ecosistema Urbano 2018

COME RIDURRE L'INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI?

Ulteriori possibili soluzioni
per ridurre il TRAFFICO:

3. sviluppo della
mobilità collettiva
**pedonale e
ciclabile**, crescita
della **sharing
mobility**

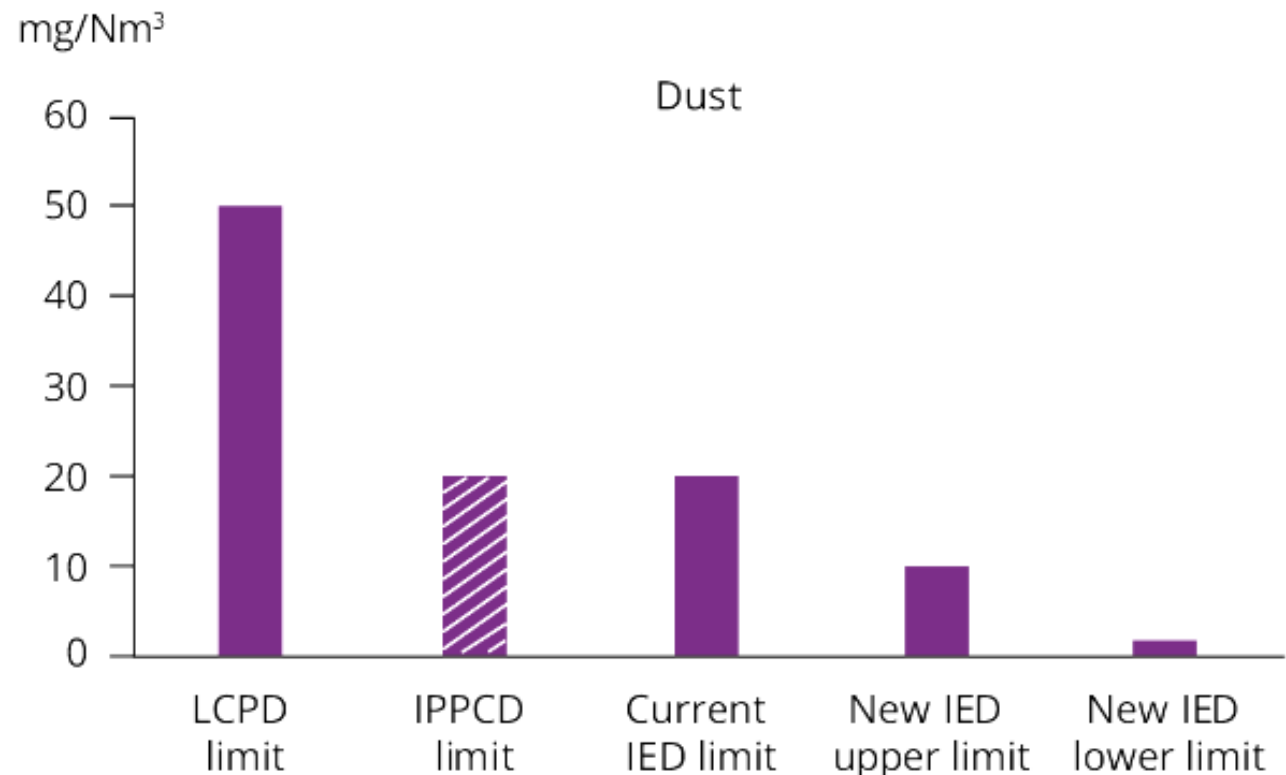


COME RIDURRE L'INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI?

Direttive Europee per ridurre le emissioni dal settore **INDUSTRIALE:**
Limiti di emissioni

mg/Nm³: milligrams per Normal cubic meter;
LCPD: Large Combustion Plants Directive 2001/80/EC;
IPPCD: Integrated Pollution Prevention and Control Directive 2008/1/EC ;
IED: Industrial Emissions Directive 2010/75/EC.

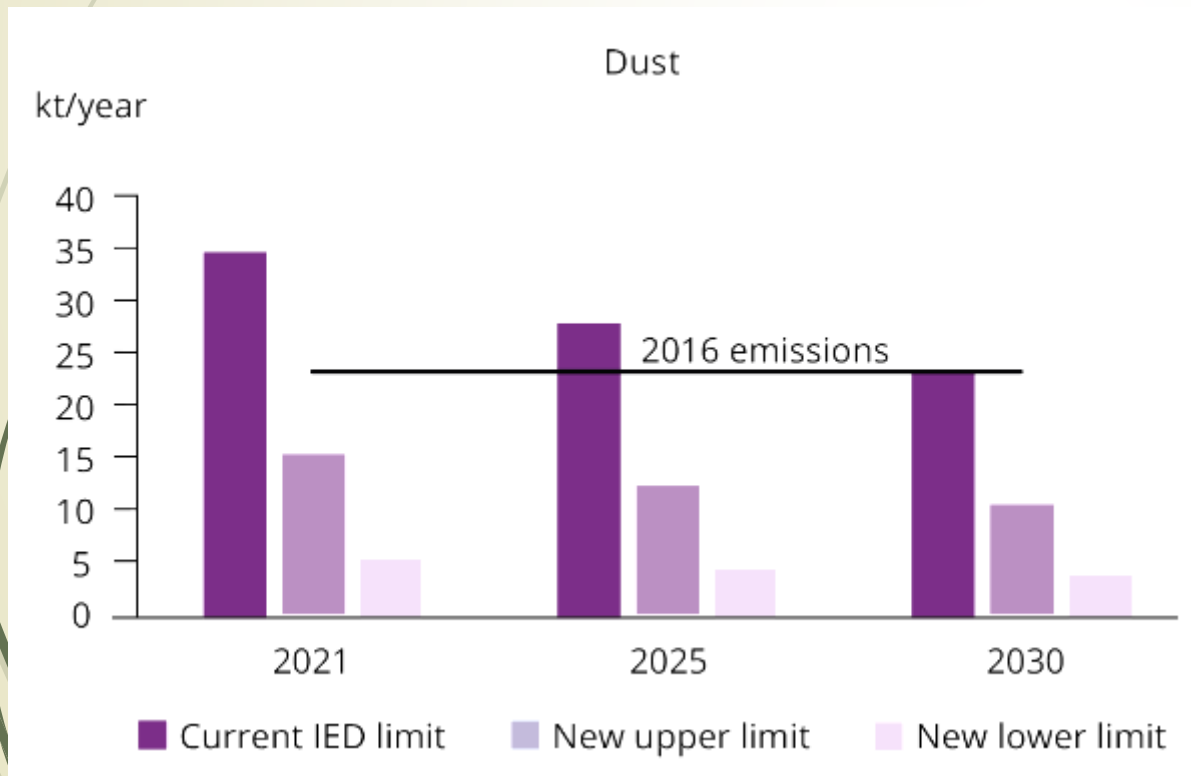
New IED: Commission Implementing Decision (EU) 2017/1442 of 31 July 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions



*Greening the power sector: benefits of an ambitious implementation of Europe's environment and climate policies - EEA

COME RIDURRE L'INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI?

Direttive Europee per ridurre le emissioni dal settore **INDUSTRIALE:**
Proiezioni delle emissioni

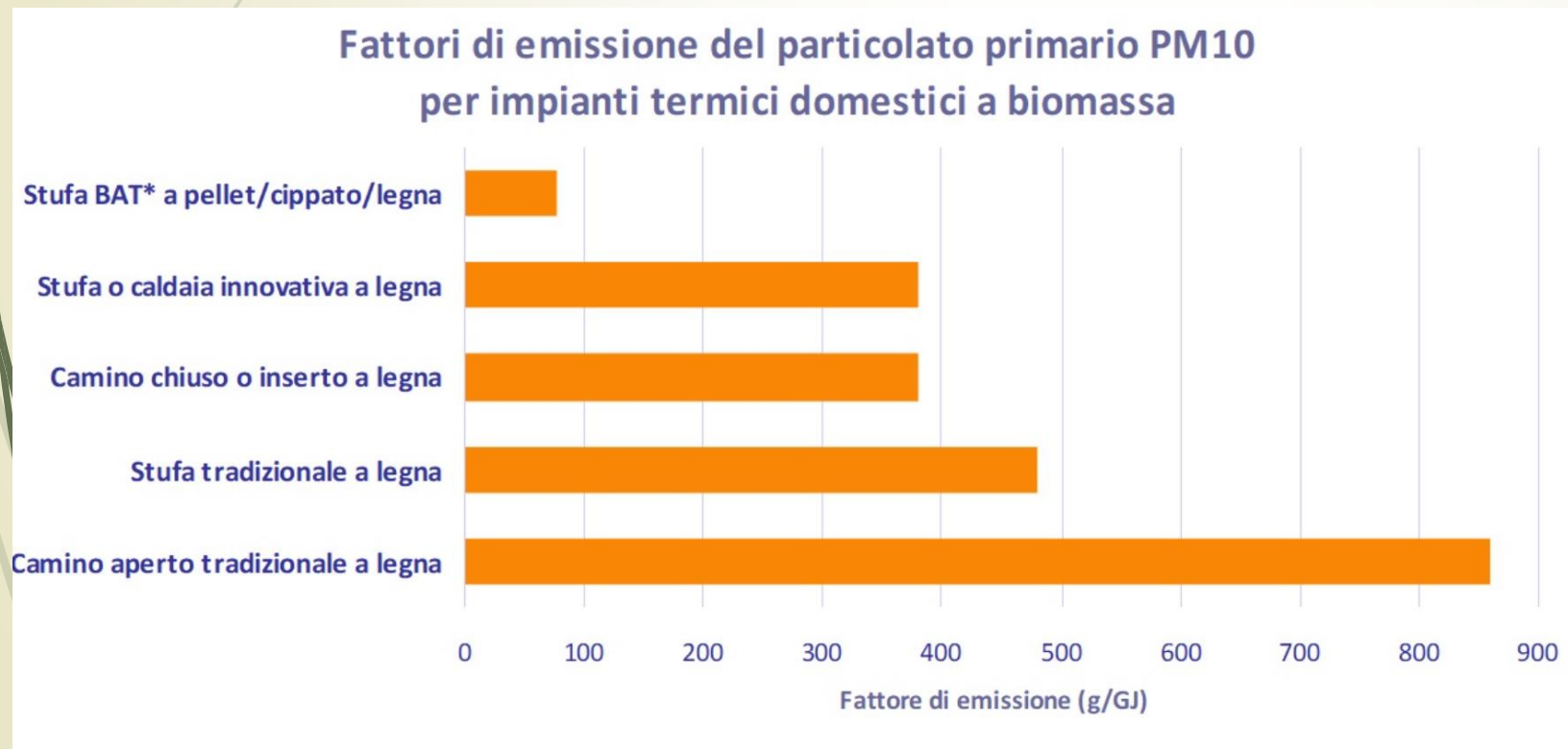


Notes: kt/year: kilotonnes per year;
IED: Industrial Emissions Directive 2010/75/EC.

*Greening the power sector: benefits of an ambitious implementation of Europe's environment and climate policies - EEA

COME RIDURRE L'INQUINAMENTO DALLE POLVERI SOTTILI?

Tecnologie per ridurre le emissioni prodotte dal
RISCALDAMENTO DOMESTICO



➤ BAT - Best Available Technology migliore tecnologia disponibile

* INEMAR (INventario Emissioni ARia)



CONCLUSIONI

- ▶ Le polveri sottili (o particolato) rappresentano una minaccia per l'uomo (è responsabile di migliaia di morti premature per anno) e per il clima (è un climalterante);
 - ▶ È necessario ridurre le emissioni di polveri sottili dalle sorgenti antropiche: TRAFFICO, INDUSTRIE E RISCALDAMENTO DOMESTICO;
 - ▶ È dovere di ognuno di noi impegnarci per cercare di limitare le emissioni delle polveri sottili e degli inquinanti in generale.
- 