

La qualità dell'aria in Lombardia

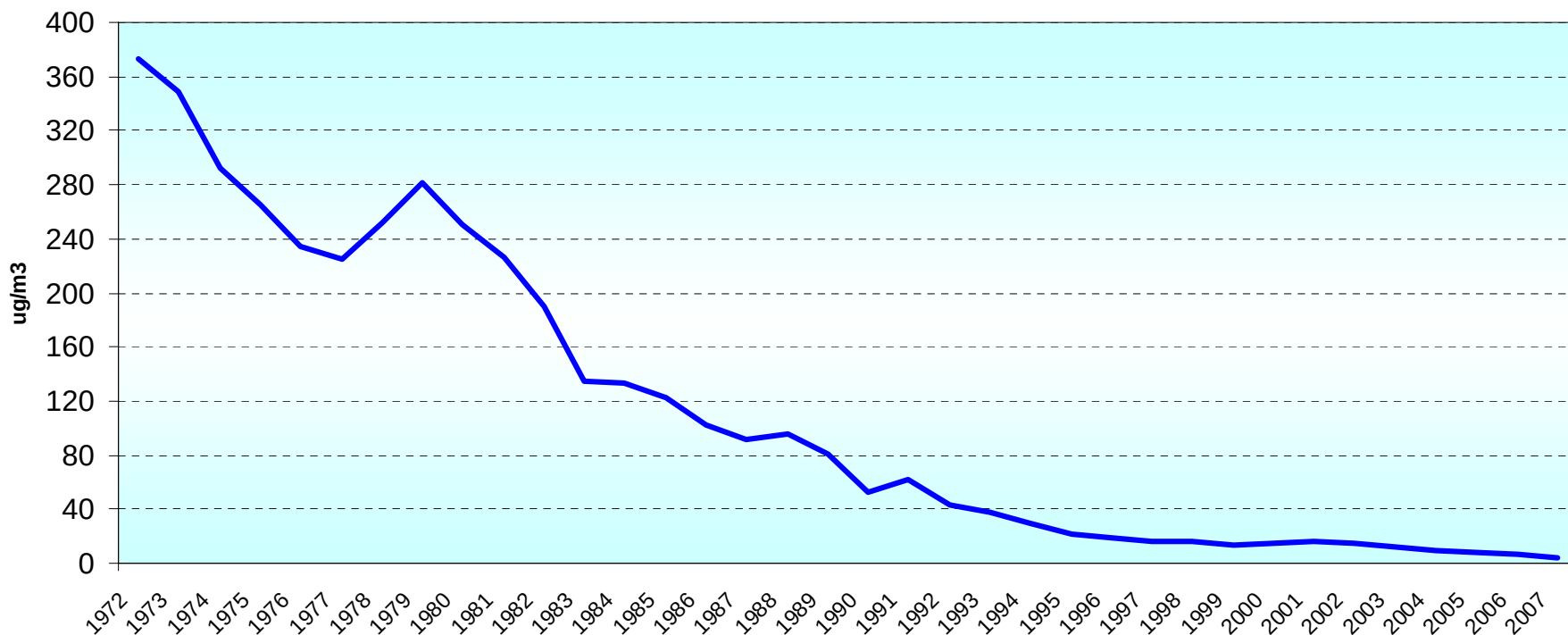


Angelo Giudici
Direttore – Settore Aria e Agenti Fisici
Arpa Lombardia

Monza, 16 giugno 2008

Concentrazioni di SO₂ a MILANO

Biossido di zolfo: Concentrazione media annua a Milano



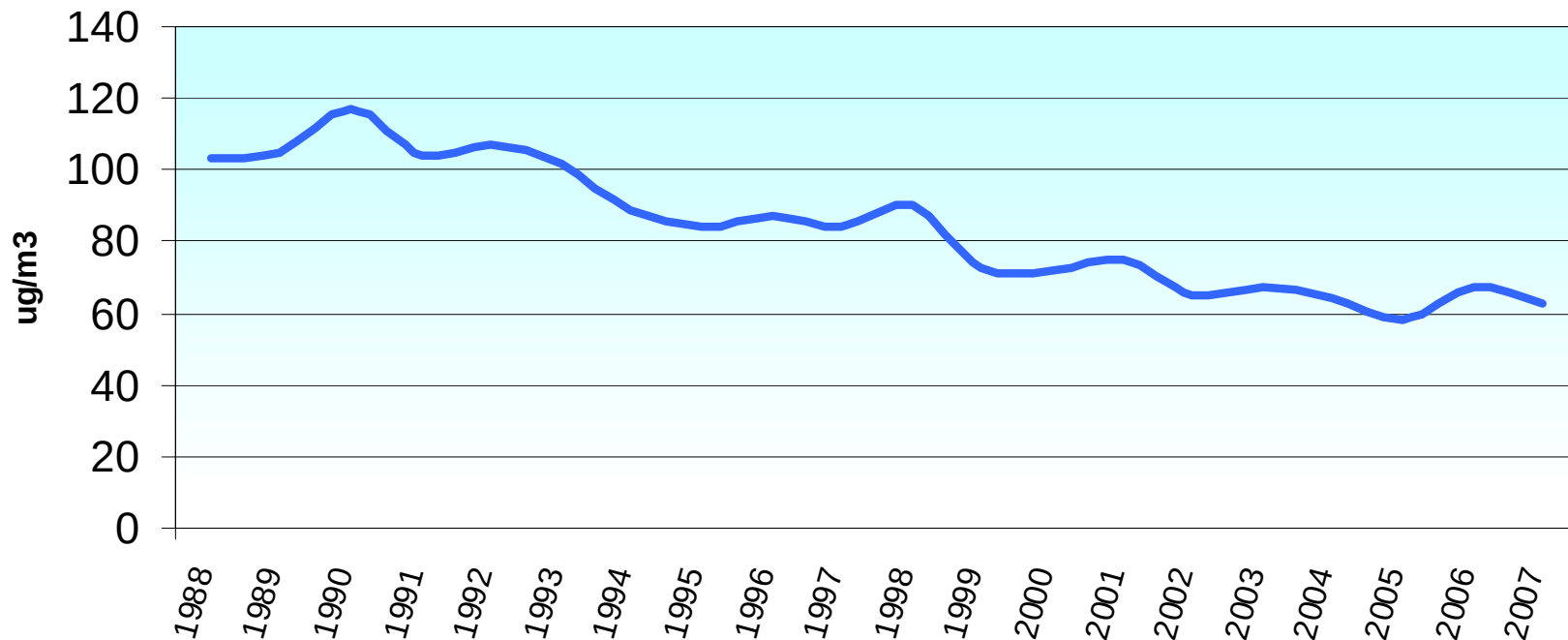
La riduzione delle concentrazioni di SO₂ è legata:

alla trasformazione delle CTE da ciclo a vapore (F.E. 10.000 mg/kWh) a ciclo combinato (F.E. 0);

trasformazione impianti termici civili da O.C. a gasolio o G.N. (F.E. 1720 mg/kWh – 340 – 0 - rispettivamente)

Concentrazioni di NO₂ a Milano

Biossido di azoto: concentrazione media annua a Milano



1980 – 1990: l'incremento delle concentrazioni è attribuibile all'incremento del numero di veicoli circolanti

Dal 1991: la riduzione delle concentrazioni è connessa: all'introduzione di veicoli meno inquinanti:

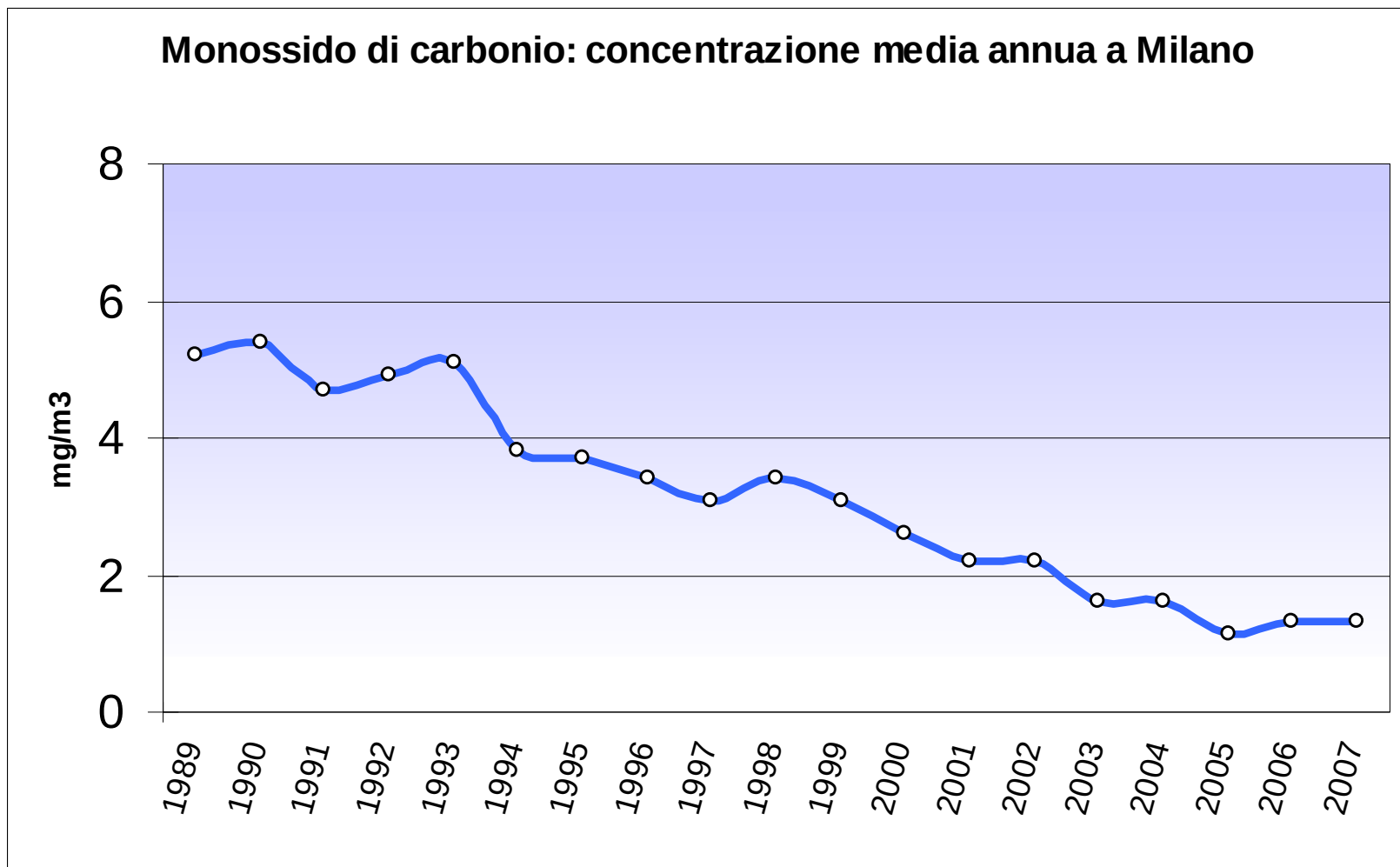
Pre EURO benzina F.E. 2.100 mg/km - EURO IV F.E. 23 mg/km

Diesel Pre EURO F.E. 824 mg/km ; EURO IV F.E. 398 mg/km

Trasformazione impianti termici civili da Olio, gasolio, gas naturale F.E. mg/kWh 860, 200, 90

Trasformazione C.T.E. ciclo vapore F.E. 1.400 mg/kWh a 160 mg/kWh per ciclo combinato

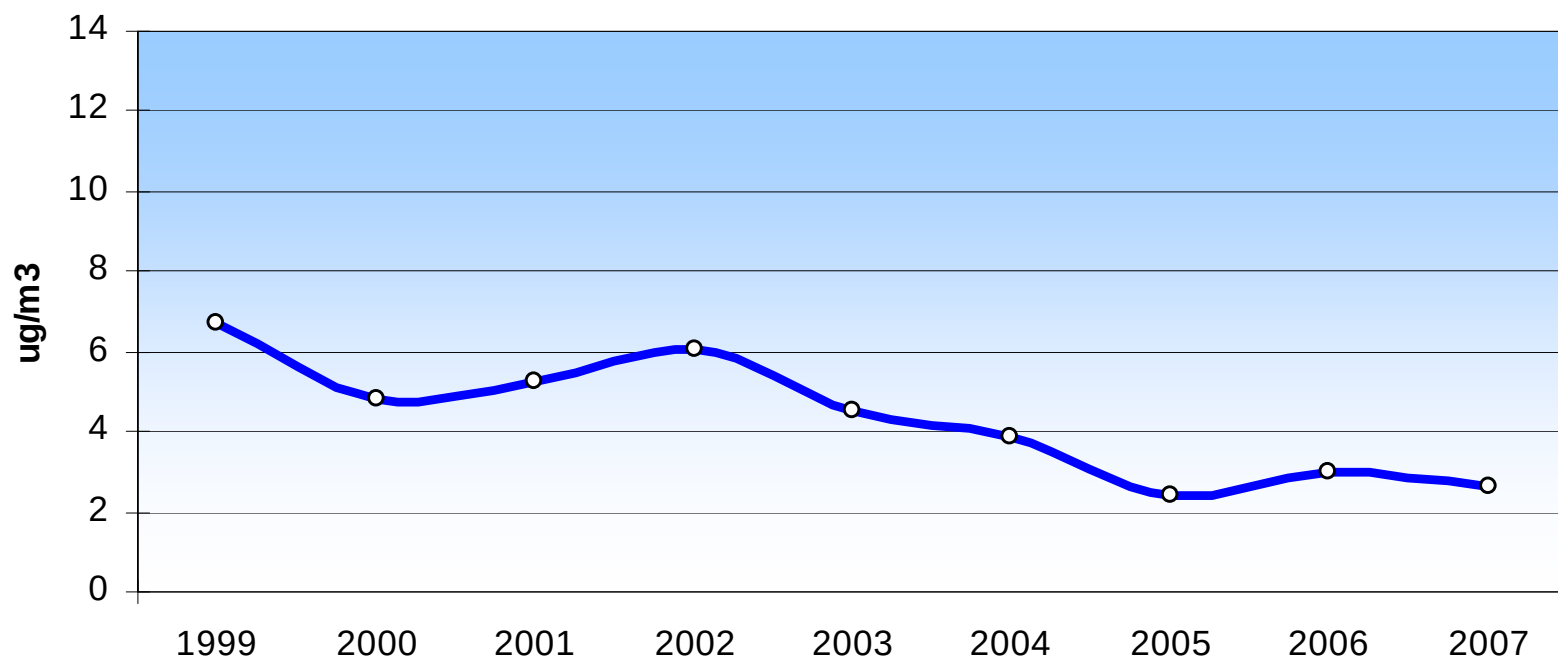
Concentrazioni di CO a Milano



Dal 1990 la riduzione delle concentrazioni è connessa all'introduzione di veicoli catalizzati
Veicolo Pre EURO benzina F.E. in g/km. 9; EURO IV F.E. in g/km. 1; Diesel F.E. < 0,6 g/km.

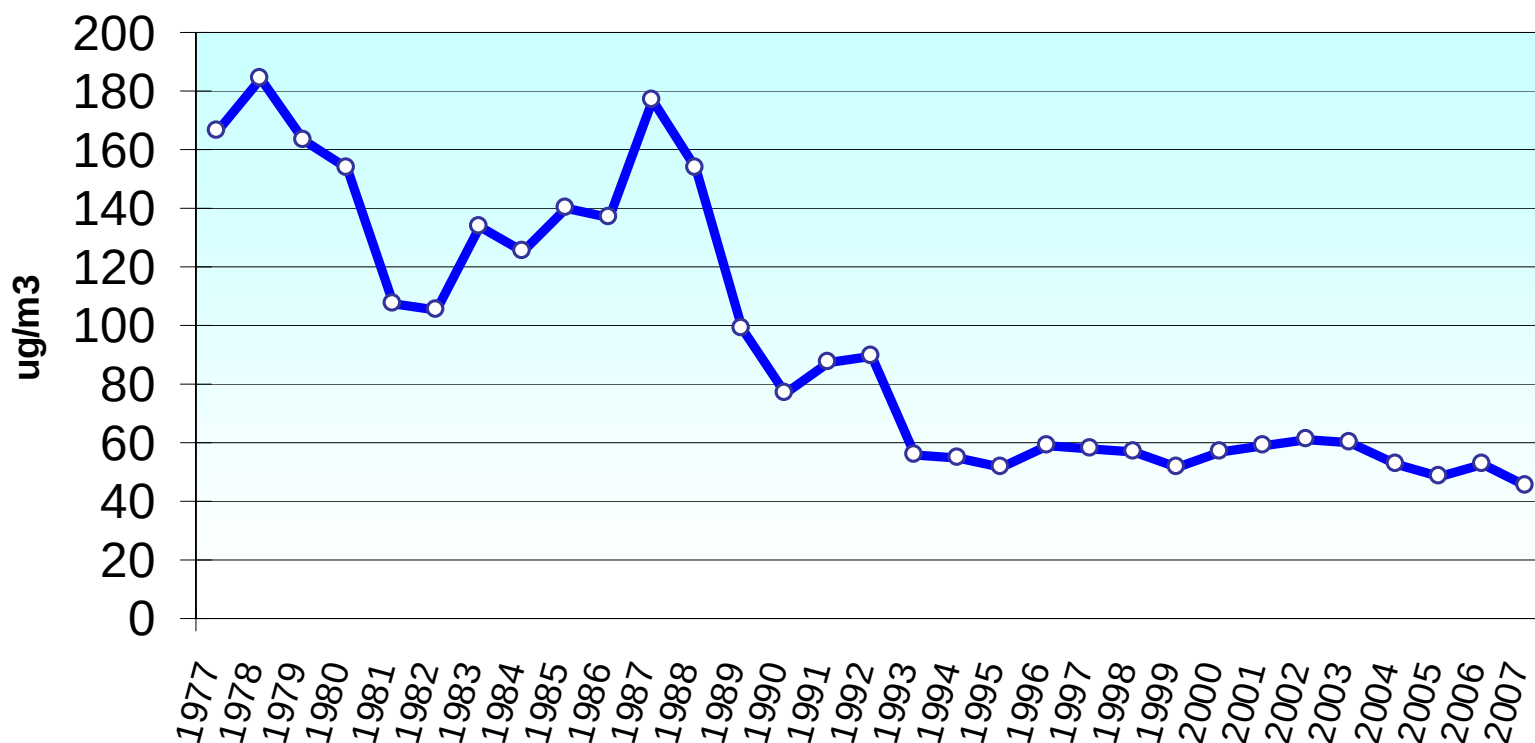
Concentrazione di C_6H_6

Benzene: concentrazione media annua a Milano



Concentrazioni di polveri a Milano

Particolato: concentrazione media annua a MILANO



Il decremento delle concentrazioni di polveri totali (di cui i PM10 sono circa l'80-85 %) è attribuibile:

1. Adozione miglior tecnologia (D.P.R. 203/88 - Autorizzazione Ambientale Integrata)
2. Al trasferimento delle industrie
3. Alla riduzione delle emissioni di inquinanti primari (ossidi di zolfo e ossidi di azoto)

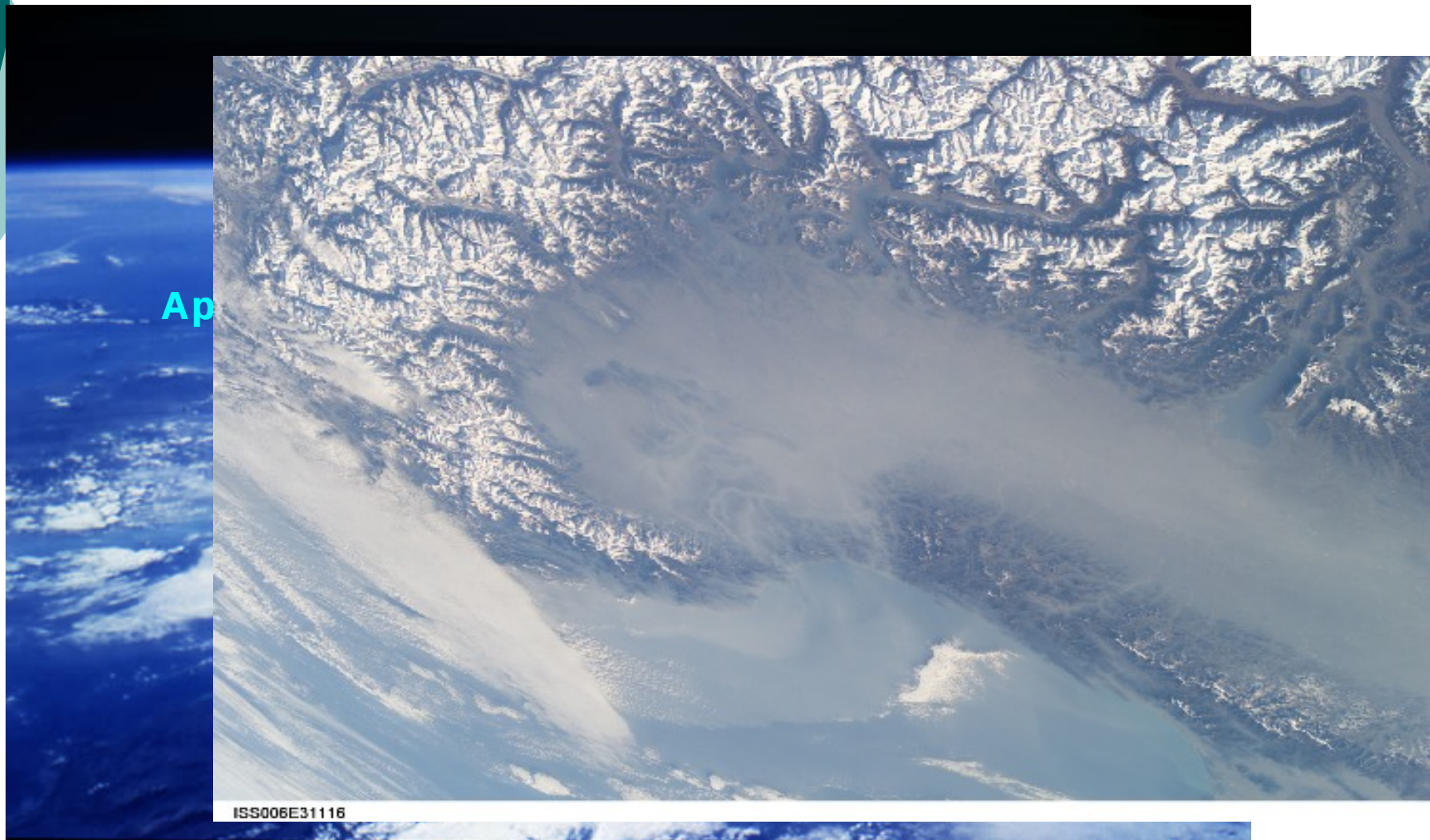
La qualità dell'aria

Limite protezione salute/Agglomerato	PM10		NO2		O3			CO	SO2		C6H6
	Limite giornaliero	Limite annuale	Limite orario	Limite annuale	Soglia informazione	Soglia allarme	Valore bersaglio salute	Valore limite	Limite orario	Limite giornaliero	Valore limite
Unica (Milano/Como/Sempione)											
Bergamo											
Brescia											
Cremona											
Mantova											
Sondrio											
Lecco											
Varese											
Lodi											
Pavia											
Zona risanamento A											
Zona risanamento B											
Zona mantenimento											

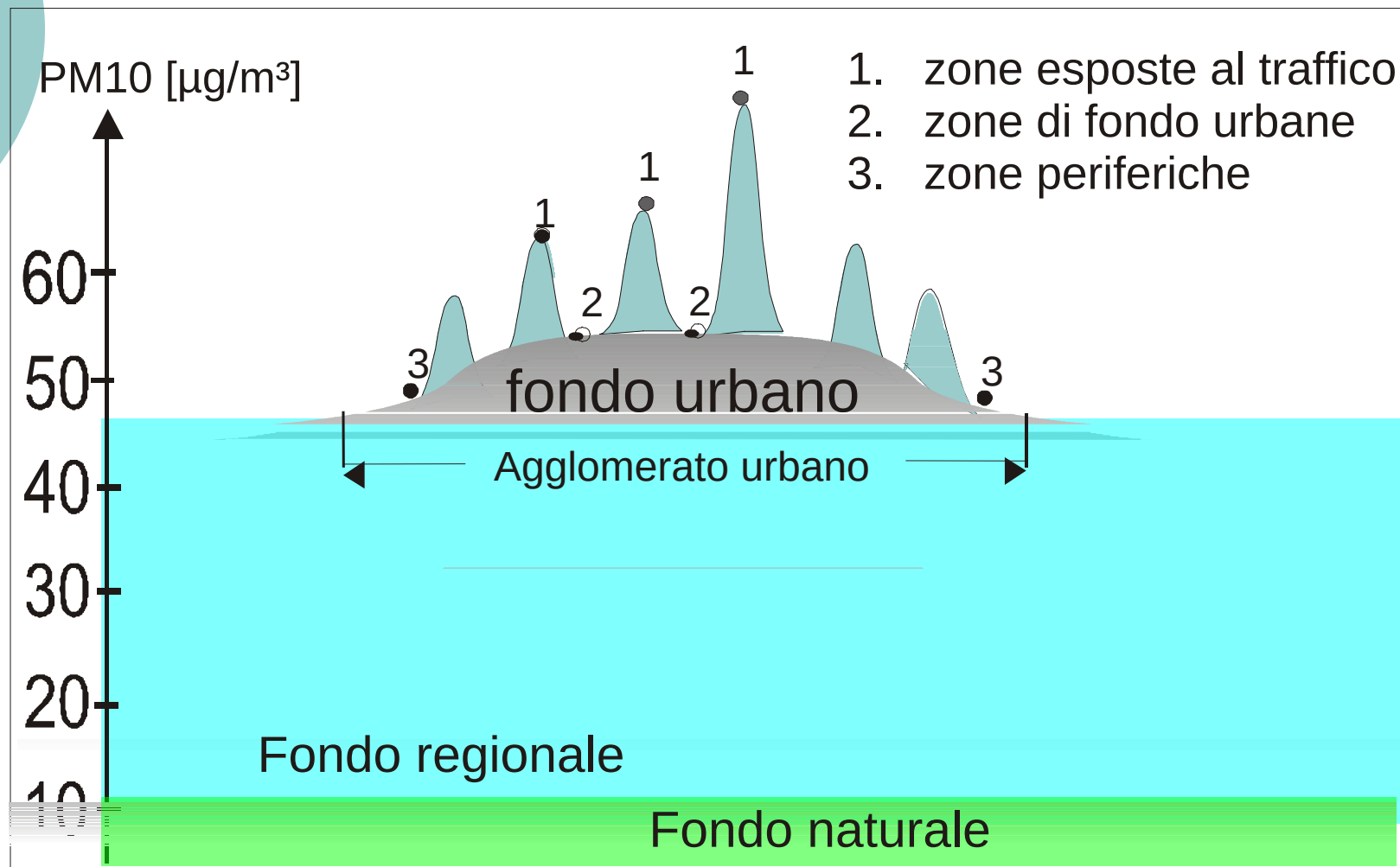
LEGENDA

	minore del valore limite
	compreso tra valore limite e valore limite + margine di tolleranza (o tra obiettivo a lungo termine e valore bersaglio per l'ozono)
	maggiore del valore limite + margine di tolleranza (o superiore al valore bersaglio per l'ozono)

Il caso del bacino padano



La distribuzione spaziale del PM10



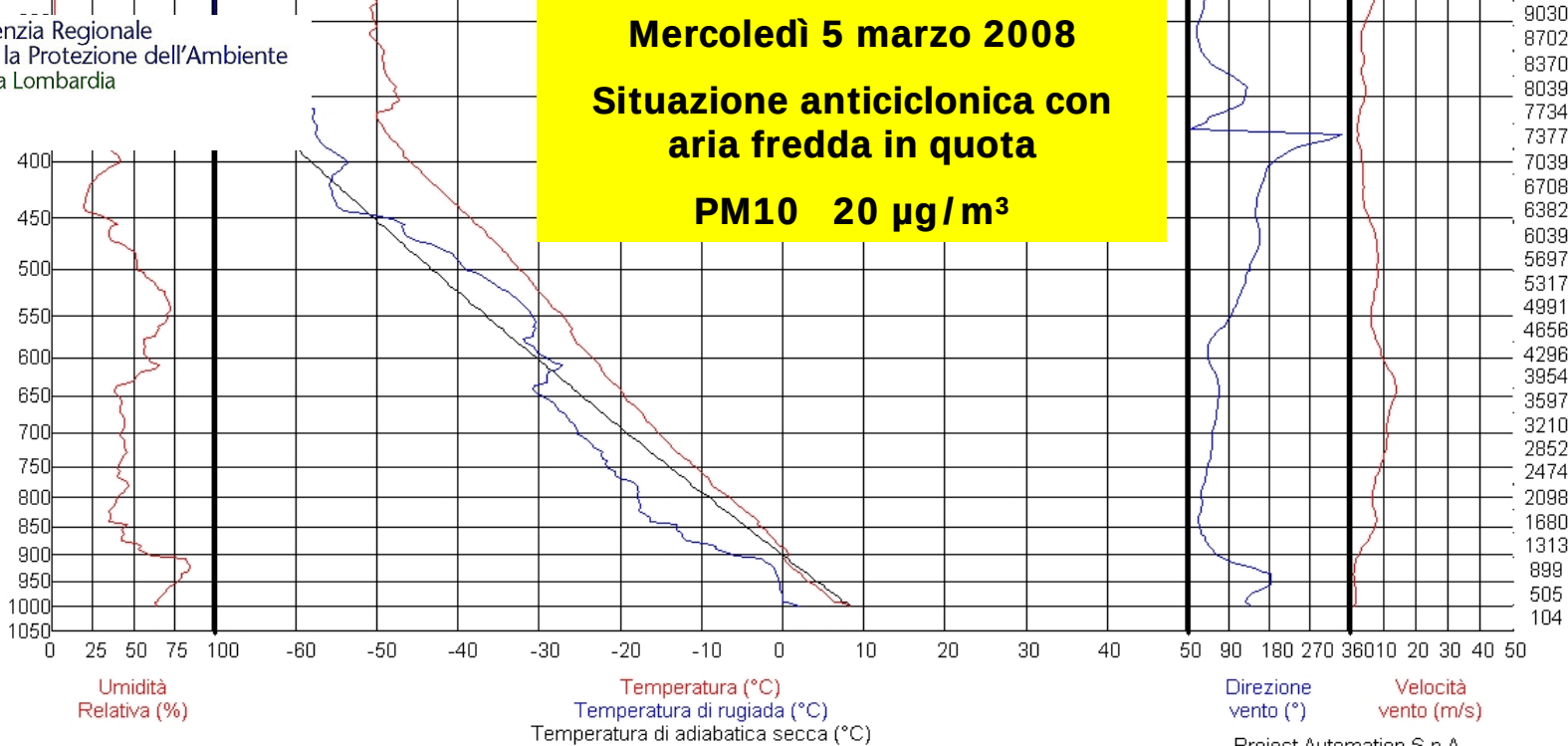
L'importanza della meteorologia

1980-1989 – Annual Mean

City	Nation	Temp.	Rain	Wind velocity		City	Nation	Temp.	Rain	Wind velocity
		°C	mm	m/s				°C	mm	m/s
Torino	Italia	11.08	847	0,4		Vienna	Austria	10.02	472	3,2
Lubiana	Slovenia	8.06	1222	0,9		Stoccolma	Svezia	6.01	435	3,3
Milano	Italia	12.04	996	0,9		Atene	Grecia	17.06	431	3,4
Bucarest	Romania	10.06	517	1,5		Genova	Italia	15.06	855	3,4
Napoli	Italia	15.07	1034	1,8		Anversa	Belgio	10.01	692	3,5
Zagabria	Croazia	9.09	800	1,8		Helsinki	Finlandia	4.06	542	3,5
Zurigo	Svizzera	8.09	900	1,9		Londra	Gran Bretagna	10.07	479	3,6
Madrid	Spagna	14.01	395	2,1		Palermo	Italia	18.06	623	3,6
Oslo	Norvegia	6.01	721	2,2		Parigi	Francia	10.08	520	3,6
Mosca	Russia	5.02	513	2,3		Birmingham	UK	9.03	522	3,7
Budapest	Ungheria	10.03	416	2,4		Berlino	Germania	9.03	435	3,8
Monaco	Germania	7.09	773	2,8		Goteborg	Svezia	7.01	706	4,0
Barcellona	Spagna	15.01	598	2,9		Lilla	Francia	10.00	566	4,0
Tolosa	Francia	12.09	538	3,0		Amsterdam	Olanda	9.05	625	4,8
Francoforte	Germania	9.07	515	3,2		Copenagen	Danimarca	8.00	453	5,1

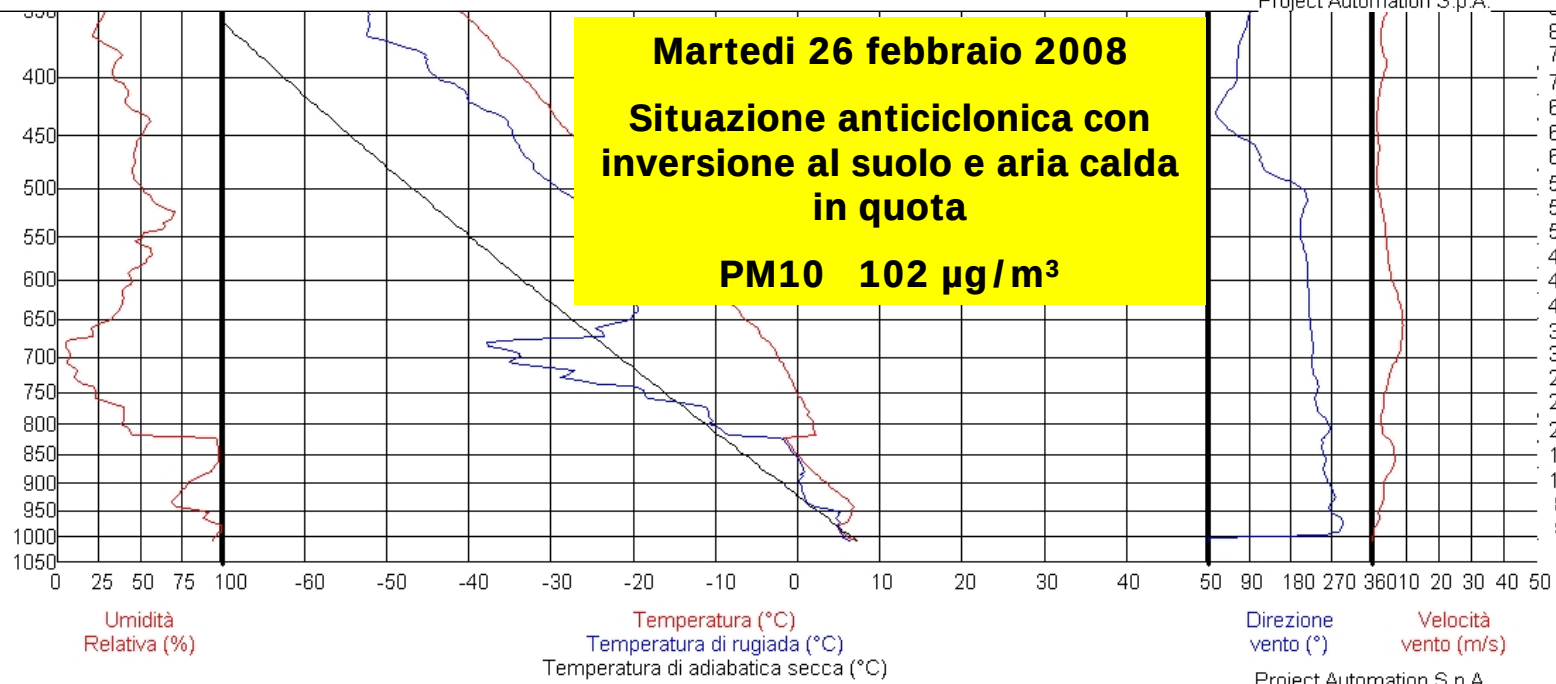


Mercoledì 5 marzo 2008
Situazione anticiclonica con
aria fredda in quota
PM10 20 µg/m³



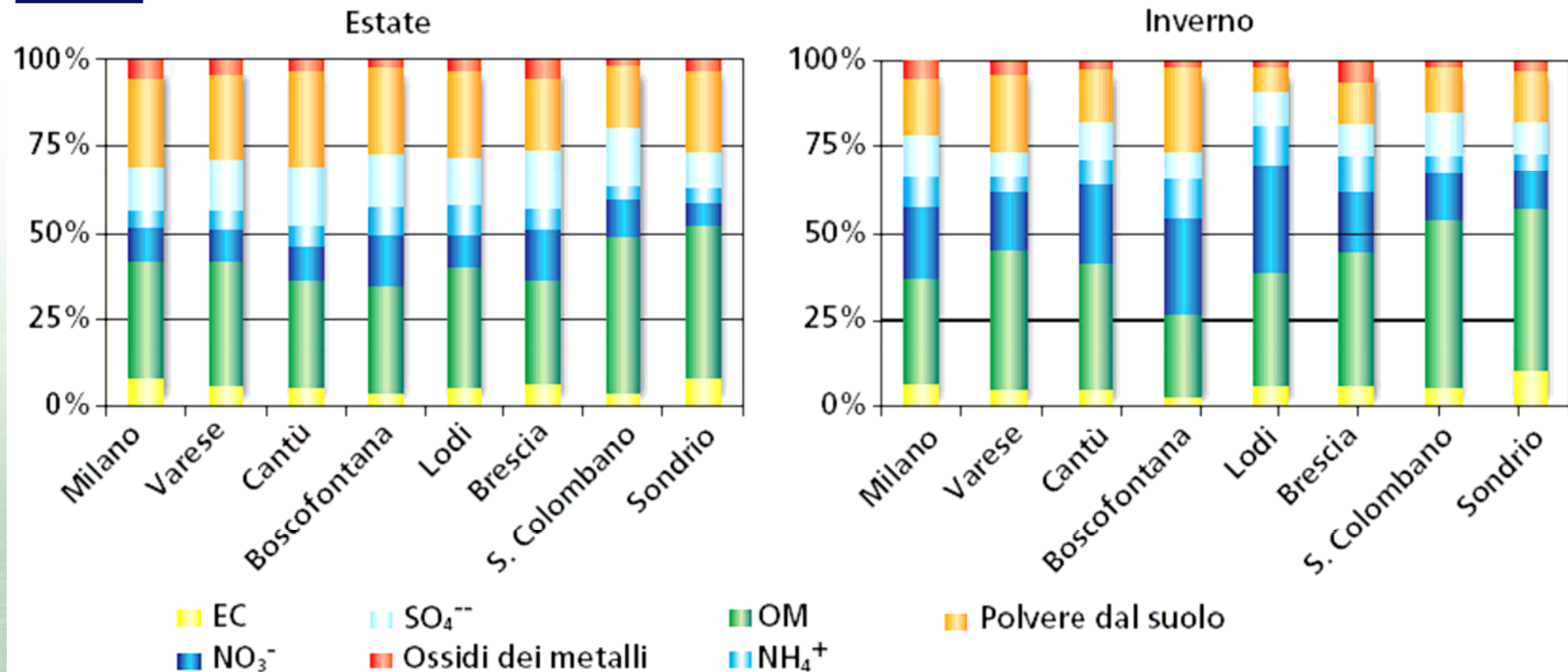
9030
8702
8370
8039
7734
7377
7039
6708
6382
6039
5697
5317
4991
4656
4296
3954
3597
3210
2852
2474
2098
1880
1313
899
505
104

Martedì 26 febbraio 2008
Situazione anticiclonica con
inversione al suolo e aria calda
in quota
PM10 102 µg/m³



8014
7692
7320
6977
6598
6243
5875
5509
5163
4792
4413
4042
3653
3280
2899
2523
2088
1676
1290
883
508
104

Composizione PM10



Circa il 30 % è di origine secondaria inorganica (solfati, nitrati e ammonio)

Dal 15 al 25 % è terrigeno

Circa il 30 % è materia organica

Si stima che complessivamente almeno il 50% della massa totale di PM sia di origine secondaria (organico + inorganico)

Regione Lombardia

Inventario regionale INEMAR 2005

	SO ₂	NO _x	COV	NH ₃	PM10	PTS
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
1-Produzione energia e trasform. combustibili	12.817	13.974	886	2,2	451	528
2-Combustione non industriale	3.616	18.630	33.474	264	6.325	6.586
3-Combustione nell'industria	7.749	38.988	6.271	78	1.352	1.758
4-Processi produttivi	3.798	3.383	28.412	1.932	1.484	1.854
5-Estrazione e distribuzione combustibili			9.685			
6-Usi di solventi	0,9	68	179.182	8	409	489
7-Trasporto su strada	3.068	88.786	58.418	2.572	6.891	8.291
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	547	24.921	5.679	3,1	3.142	3.364
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	303	2.511	136	166	74	78
10-Agricoltura		1.749	1.479	95.483	2.163	3.541
11-Altre sorgenti e assorbimenti	31	135	27.184	31	796	813
Totale	31.931	193.144	350.806	100.539	23.087	27.301

Fattori di emissione e classi di veicoli

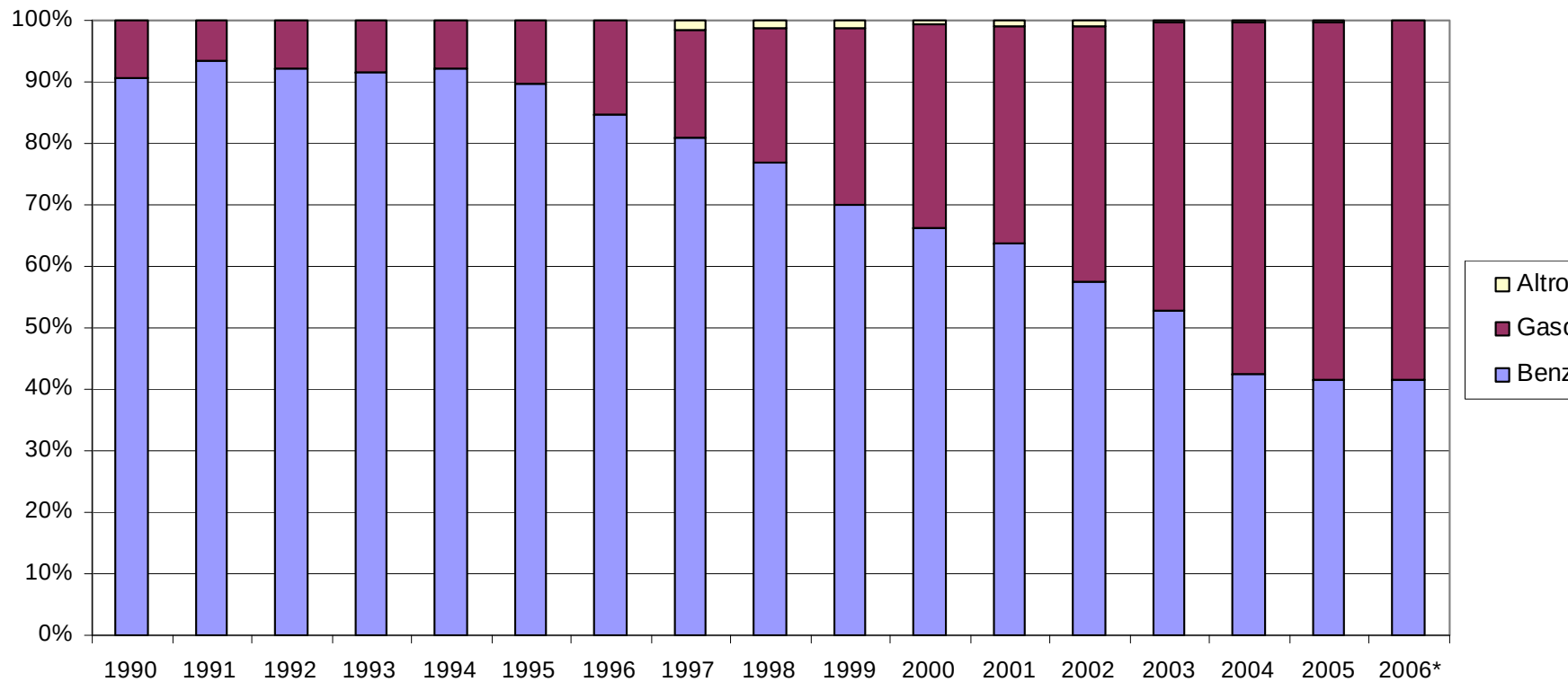


Dati in mg/km	TIPO LEGISLATIVO	COMB.	Emissioni PM10 primario			Emissioni di NOx
			Totale PM10	Scappamento	Freni pneumatici abrasione	
Automobili	pre - Euro	benzina	55	28	27	1.955
Automobili	EURO 4	benzina	26	0,8	25	23
Automobili	pre - Euro	gasolio	265	238	26	896
Automobili	EURO 4	gasolio	46	20	25	398
Automobili	EURO 4 FILTRO	gasolio	27	2	25	398
Veicoli leggeri < 3.5 t	pre - Euro	gasolio	362	324	38	2.020
Veicoli leggeri < 3.5 t	EURO 4 FILTRO	gasolio	41	3	38	863
Veicoli pesanti > 3.5 t	pre - Euro	gasolio	621	488	133	11.190
Veicoli pesanti > 3.5 t	EURO 4 FILTRO	gasolio	153	3	150	2.400

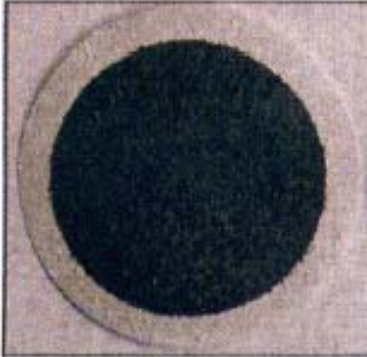
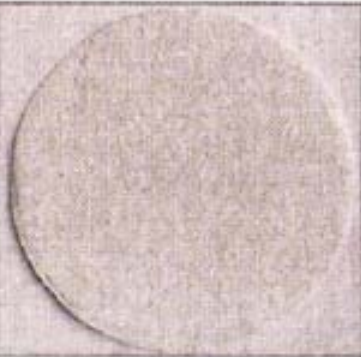
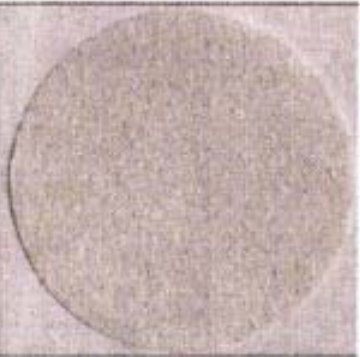
Ripartizione immatricolazioni

L'avanzata delle auto Diesel

Prime iscrizioni autovetture



Il filtro antiparticolato – alcune prove

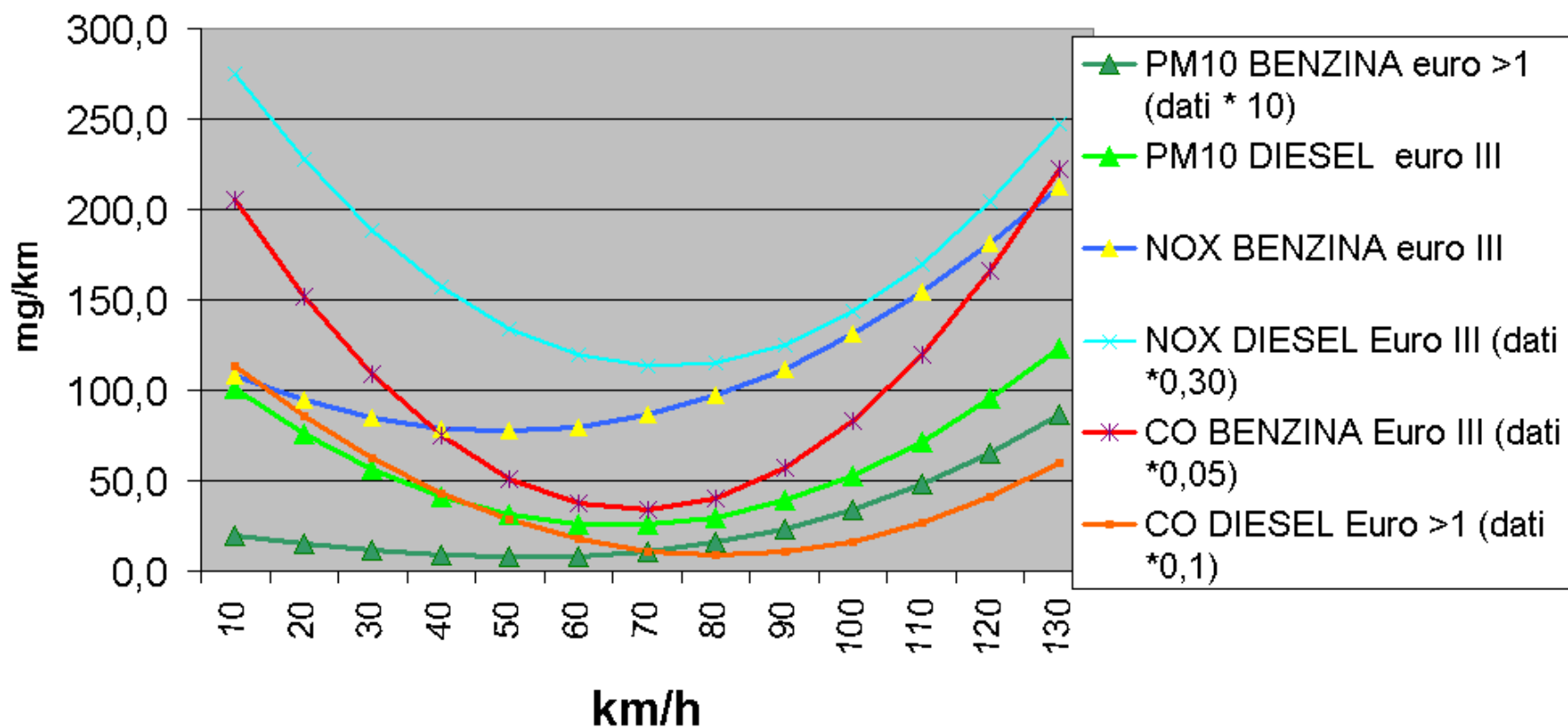
Peugeot 406: SENZA FAP		Peugeot 307: CON FAP	
			
PEUGEOT 406-ECE	PEUGEOT 406-EUDC	PEUGEOT 307-ECE	PEUGEOT 307-EUDC
TPM = 44,9 mg/km	TPM = 36,4 mg/km	TPM = 7,4 mg/km	TPM = 4,3 mg/km

– Campioni di particolato totale (in massa) raccolti sui filtri nelle due fasi del ciclo di guida NEDC.

Da: Avella, Faedo, La rivista dei combustibili, 2002

La relazione con la velocità

Fattori Emissioni & velocità



Fattori di rischio per alcuni contaminanti

Fattori di rischio unitario di alcuni contaminanti tossici dell'aria presenti nelle emissioni da traffico	
<i>Contaminanti tossici dell'aria</i>	<i>Rischio unitario/milione di persone*</i>
ACETALDEIDE	2.7
BENZENE	29
1,3 – BUTADIENE	170
FORMALDEIDE	6
PARTICOLATO DIESEL	300**

* il rischio unitario rappresenta l'incremento di casi di cancro associate all'esposizione di 1 µg/m³ di una sostanza per i 70 anni di vita per un uomo.

** il valore 300 del rischio unitario del particolato diesel viene citato nell'articolo "Risk Reduction Plan to Reduce Particulate Matter Emission from Diesel-Fueled Engines and Vehicles" (ARB, Ottobre 2000)

Il problema della legna

Sistema di combustione

Fattore emissione

Stufa tradizionale	500 g/GJ (300 - 900)
Camino aperto	700 g/GJ
Camino chiuso	300 g/GJ
Stufa innovativa	150 g/GJ (50 - 250)
BAT (stufa automatica a pellets o cippato)	50 g/GJ (30 - 100)
Combustione gas naturale	0.2 g/GJ (0.03 - 1)
Combustione gasolio	5 g/GJ (0.5 - 50)
Combustione olio	40 g/GJ (3 - 60)

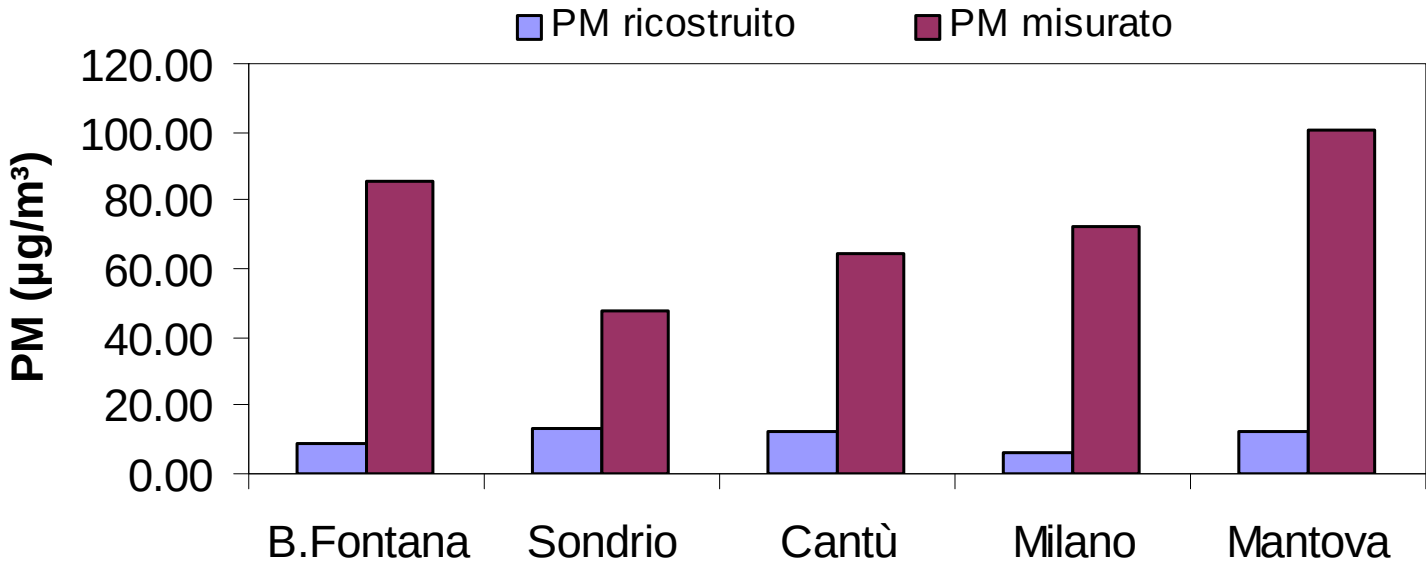
Combustibile	PM10 t/anno
benzina verde	652
carbone	17
diesel	6.766
gas di raffineria	125
gasolio	692
GPL	1,9
kerosene	21
legna e similari	6.303
metano	243
olio combust	362

Consumi ed emissioni per combustioni non industriali (riscaldamento)

Combustibile	PCI GJ/t	Consumi t/anno	Consumi TJ/anno	%	FE CO ₂ lorda kg/GJ	CO ₂ lorda kt/anno	FE PM10 g/GJ	PM10 t/anno	FE NO _x kg/GJ	NO _x t/anno
gasolio	42,20	589.850	25.175	8,3 %	73	1.848	5,0	125	50	1.249
GPL	46,02	209.936	9.661	3,2 %	62	605	0,2	1,9	50	484
kerosene	43,12	7.000	302	0,1 %	73	22	-		50	15
metano - 35 MJ/m ³	48,93	4.959.083	242.648	79,9 %	56	13.467	0,2	49	50	12.243
olio combustibile	40,72	14.783	602	0,2 %	75	45	33	20	150	89
legna e similari	12,50	2.034.001	25.425	8,4 %	104	2.648	203	6.021	70	1.755
Totali		7.814.653	303.813	100 %		18.634		6.217		15.835

INEMAR 2005 – Regione Lombardia

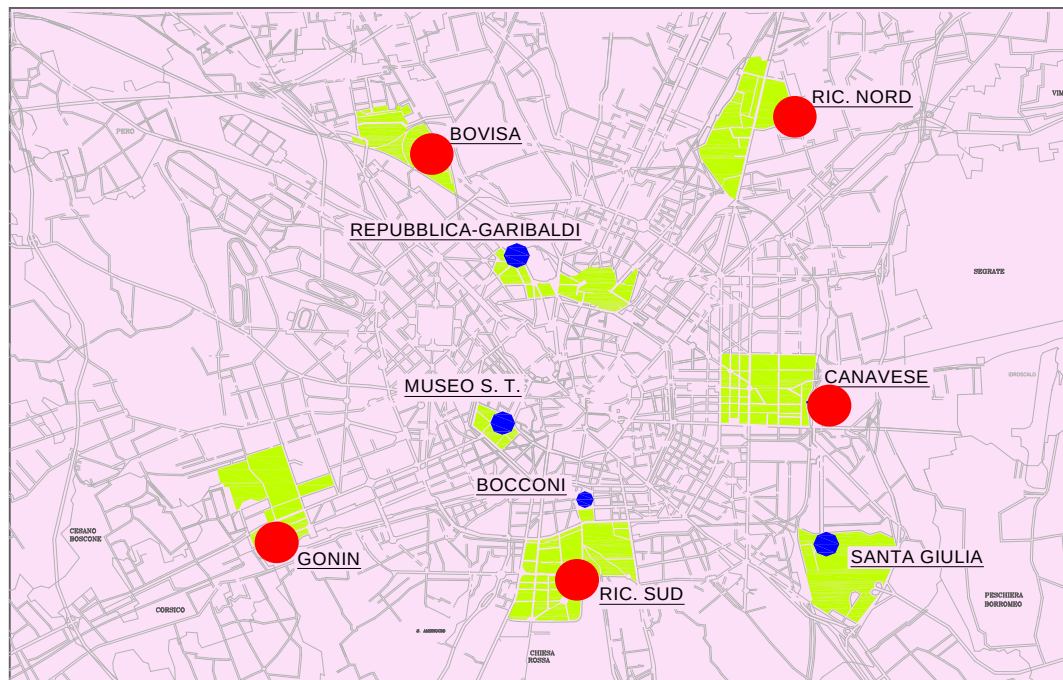
PM da biomassa burning **variazione al variare del fattore di emissione** (inverno 2005)



	B.Fontana	Sondrio	Cantù	Milano	Mantova
% PM da biomass burning	10.0%	28.5%	18.7%	9.5%	10.6%

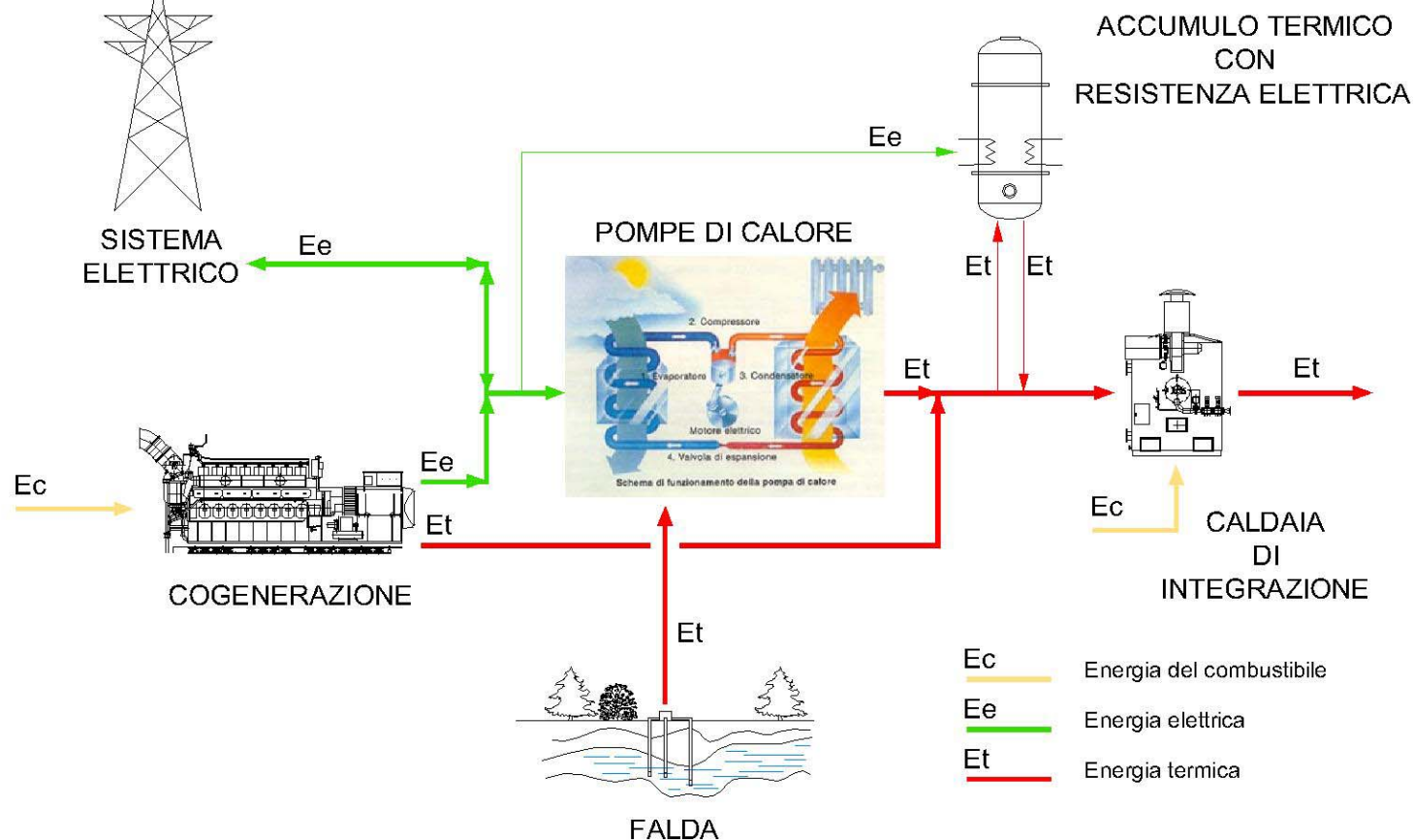
Dimensioni del progetto

- **50 MWt** per ogni impianto realizzato;
- **650.000.000 kWh/anno** di calore fornito;
- **20.000.000 m³** di stabili serviti.



Centrale standard : schema di impianto

IMPIANTO A POMPA DI CALORE PER TELERISCALDAMENTO



Centrale Canavese: configurazione d'impianto

- L'assetto impiantistico a regime è il risultato di un'analisi di fattibilità condotta da AEM con l'ausilio di un codice di ottimizzazione matematica. La produzione termica è garantita da:
 - **30 MW_{th}** da pompe di calore, mediante n. 2 pompe di calore da 15 MW_{th} ciascuna
 - **13.5 MW_{th}** da cogenerazione mediante n. 3 motori a gas da circa 4.5 MW_{th} e 5 MWe ciascuno
 - **30 MW_{th}** da caldaie a gas, mediante n. 2 caldaie da 15 MW_{th} ciascuna
 - tre serbatoi d'accumulo ad acqua calda della capacità di 80 MWh_{th} e di potenza pari a 20 MW_{th}
 - una riserva costituita da n. 1 caldaia a gas da 15 MW_{th}

Centrale Canavese: riduzione dell'inquinamento atmosferico

Azzeramento delle emissioni di polveri e SO₂.

Riduzione del 67% delle emissioni di NOx

BILANCIO EMISSIVO [t/a]		UTENZA SOSTITUITA	CENTRALE DI CANAVESE	DIFFERENZA	
OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Emissioni annue	37,36	18,92		
	Emissioni evitate per surplus di energia elettrica cogenerata	-	-19,63		
	Riduzione di emissioni			-38,07	-67%
	Riduzione di emissioni locali			-18,44	-49%
OSSIDI DI ZOLFO (SO ₂)	Emissioni annue	30,21	0,32		
	Emissioni evitate per surplus di energia elettrica cogenerata	-	-32,72		
	Riduzione di emissioni			-62,62	-99%
	Riduzione di emissioni locali			-29,9	-99%
POLVERI SOTTILI (PM ₁₀)	Emissioni annue	2,88	0,13		
	Emissioni evitate per surplus di energia elettrica cogenerata	-	-1,31		
	Riduzione di emissioni			-4,06	-97%
	Riduzione di emissioni locali			-2,75	-96%

Termoutilizzatore

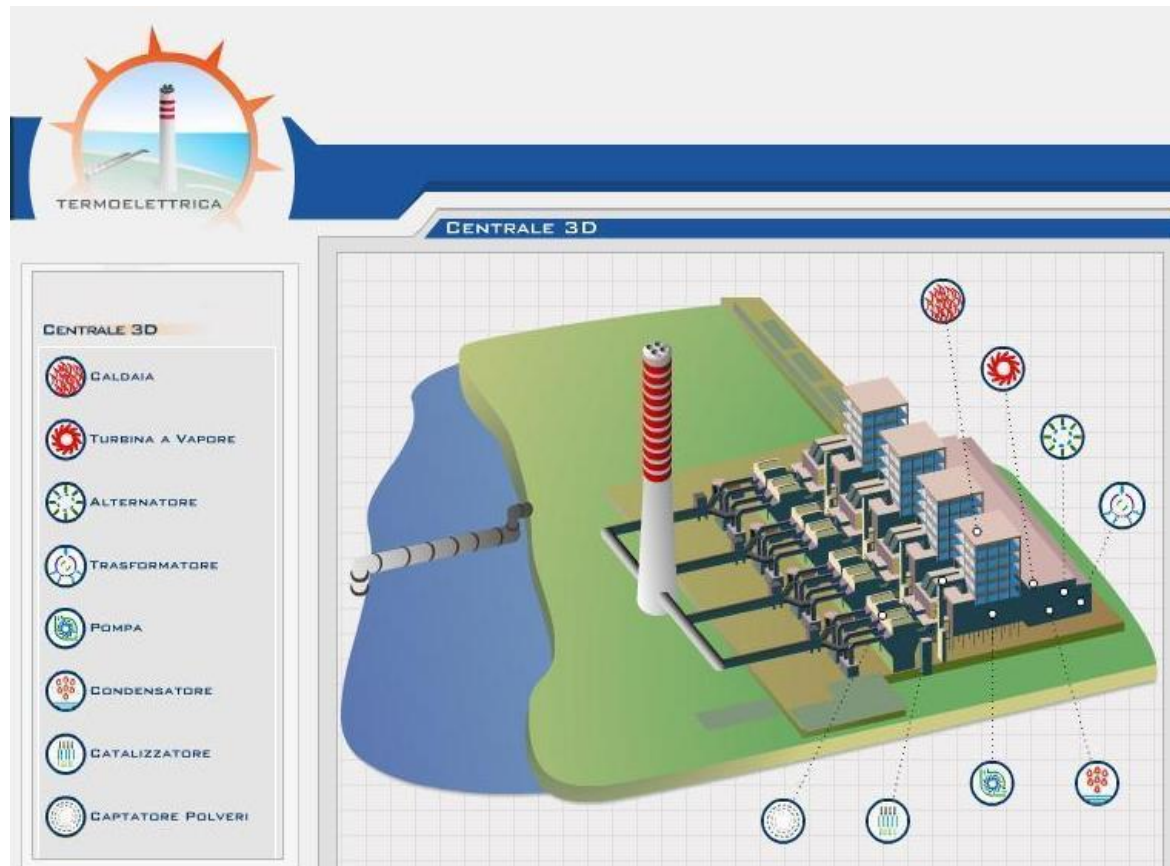


TERMOUTILIZZATORE

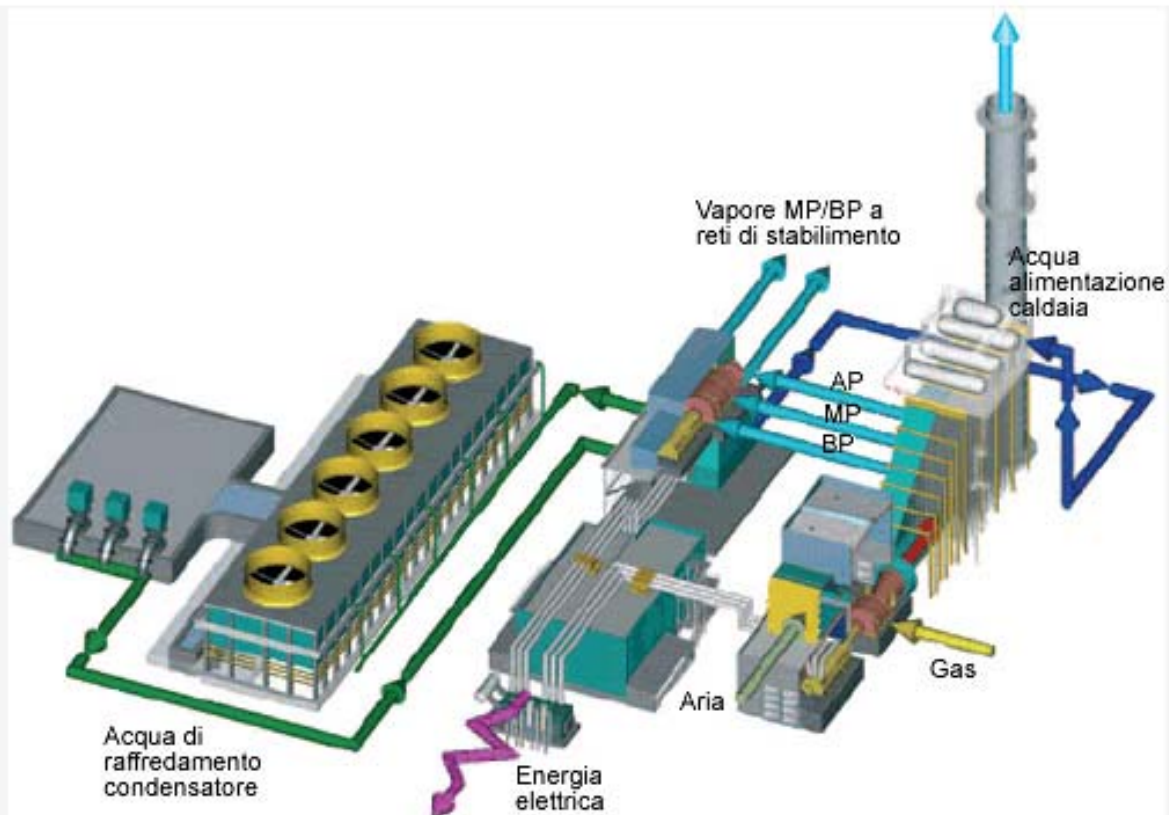
Emissioni al camino

Dati in mg/Nm ³ (tranne TCDD espressi in ng/Nm ³) riferiti a gas secchi, 11% O ₂	AUTORIZZ. REGIONALE 1993	DATI DI PROGETTO 1994	DIRETTIVA EUROPEA 2000/79/CE (recupila dall'Italia nel 2003)	DATI REALI DI ESERCIZIO (anno 2005)
Polveri	10	3	10	<0,5
Biossido di zolfo (SO₂)	150	40	50	10
Ossidi di azoto (NO_x)	200	100	200	80
Acido cloridrico (HCl)	30	20	10	4
Acido fluoridrico (HF)	1	1	1	0,1
Monossido di carbonio (CO)	100	40	50	15
Metalli pesanti	2	0,5	0,5	0,01
Cadmio (Cd)	0,1	0,02	0,05	0,002
Mercurio (Hg)	0,1	0,02	0,05	0,002
Idrocarburi policiclici aromatici	0,05	0,01	0,01	<0,0001
TCDD Teq ng/Nm³	0,1	0,1	0,1	<0,005

TERMOELETTRICO



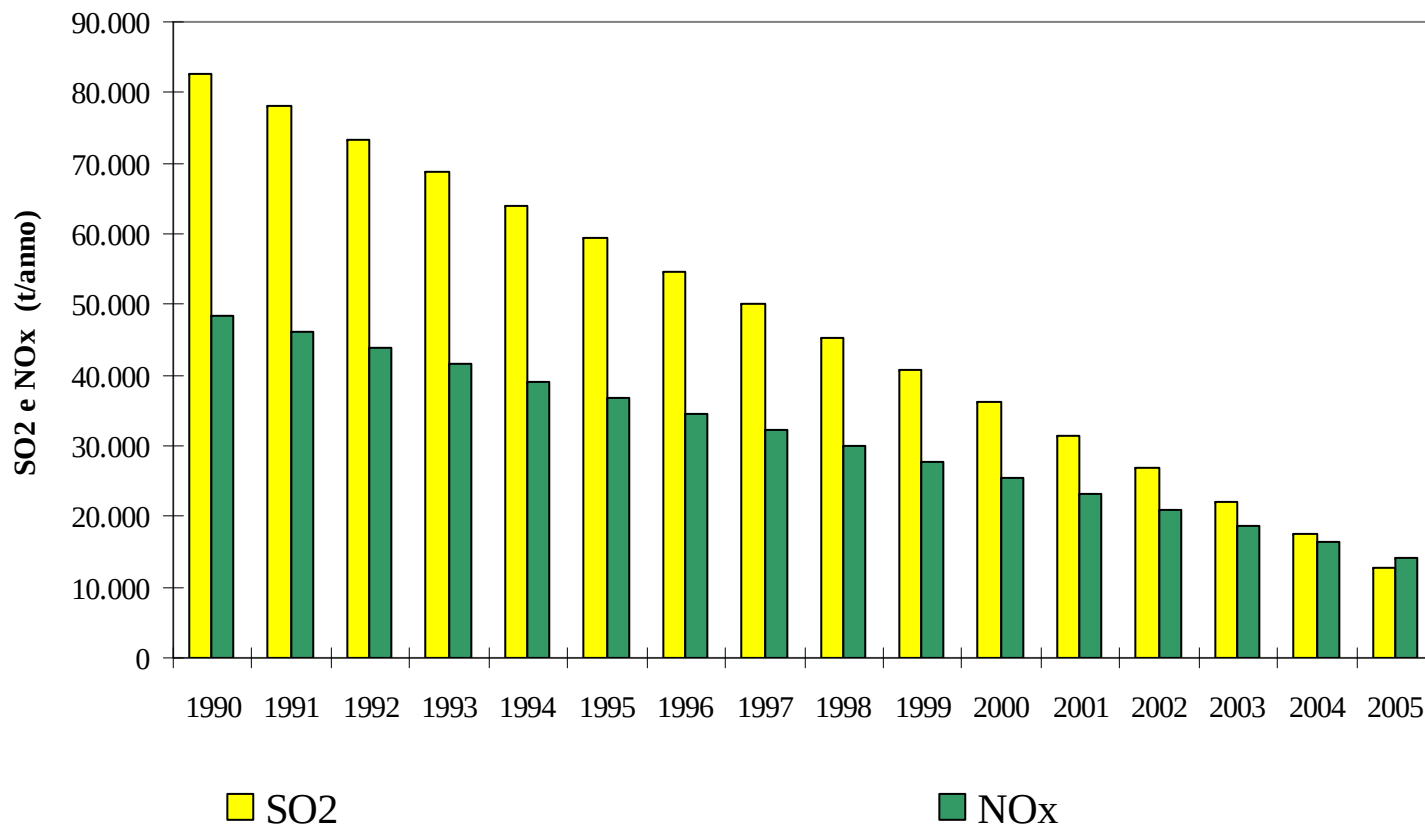
Turbogas



Schema semplificato di un ciclo combinato

	Fatt. emis. CO mg/kWhe	Fatt. emis. SO ₂ mg/kWhe	Fatt. emis. NO _x mg/kWhe	Fatt. emis. PTS mg/kWhe
Ciclo convenz.	43-74	1.121-1.286	519-564	12-17
Ciclo combinato	41-60-	//	167-175-	0,11-0,27-

Riduzione emissioni SO₂ e NO_x del macrosettore produzione di energia elettrica



Grazie per l'attenzione

