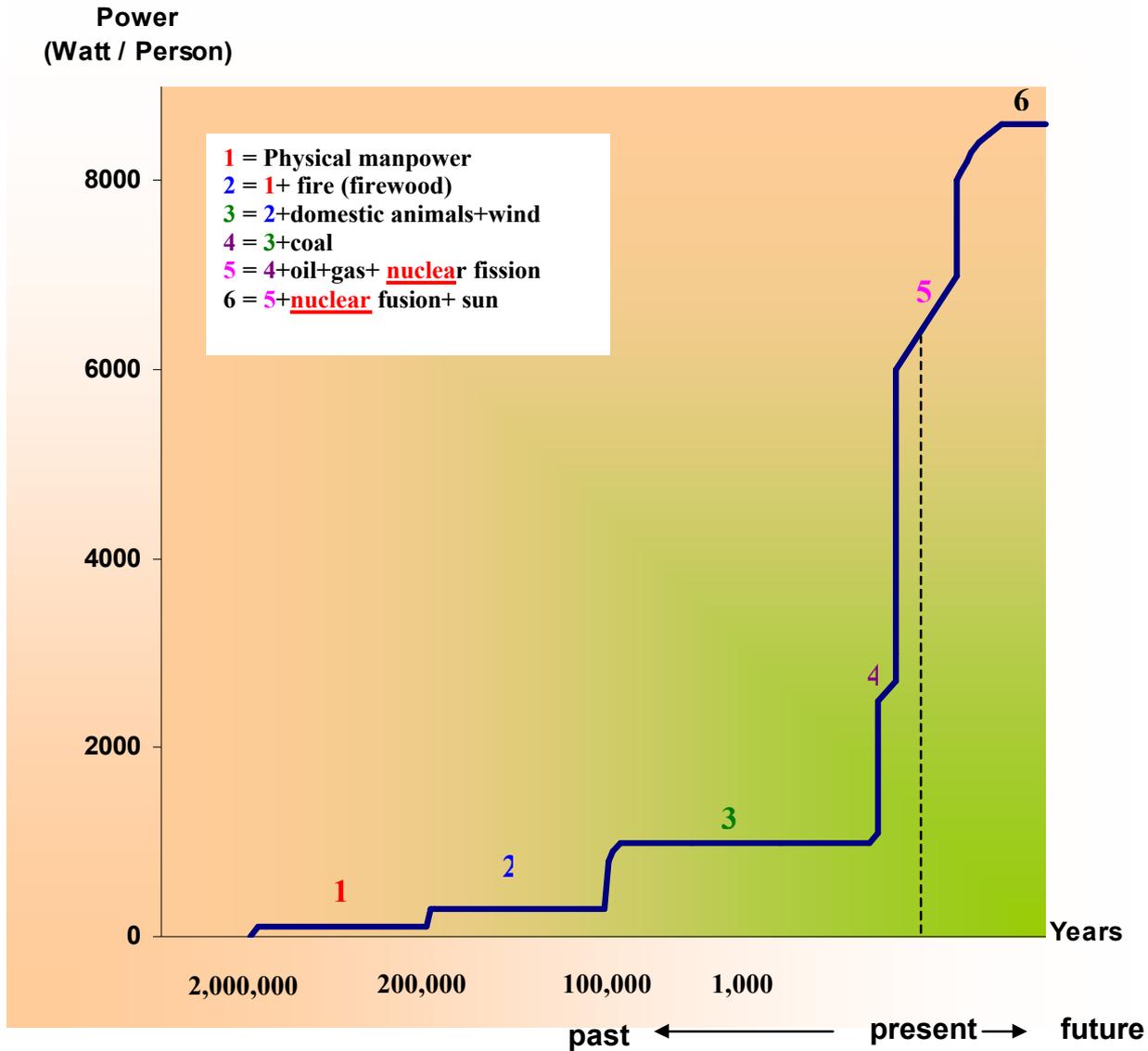


INQUINAMENTO URBANO, EXTRAURBANO ED EMISSIONI DI CO₂

**Mario C. Cirillo
APAT**

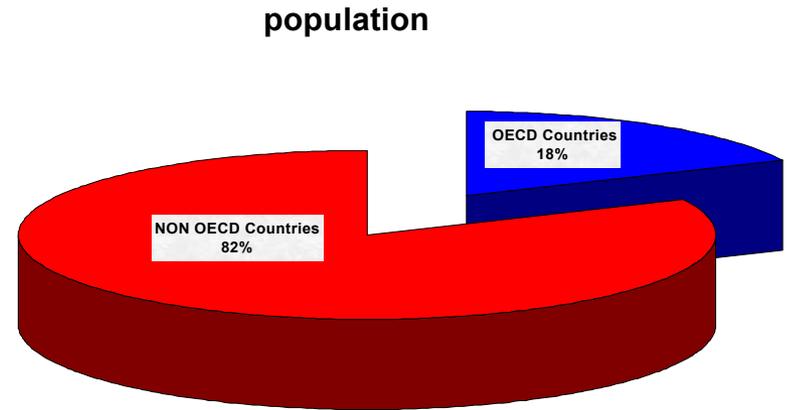
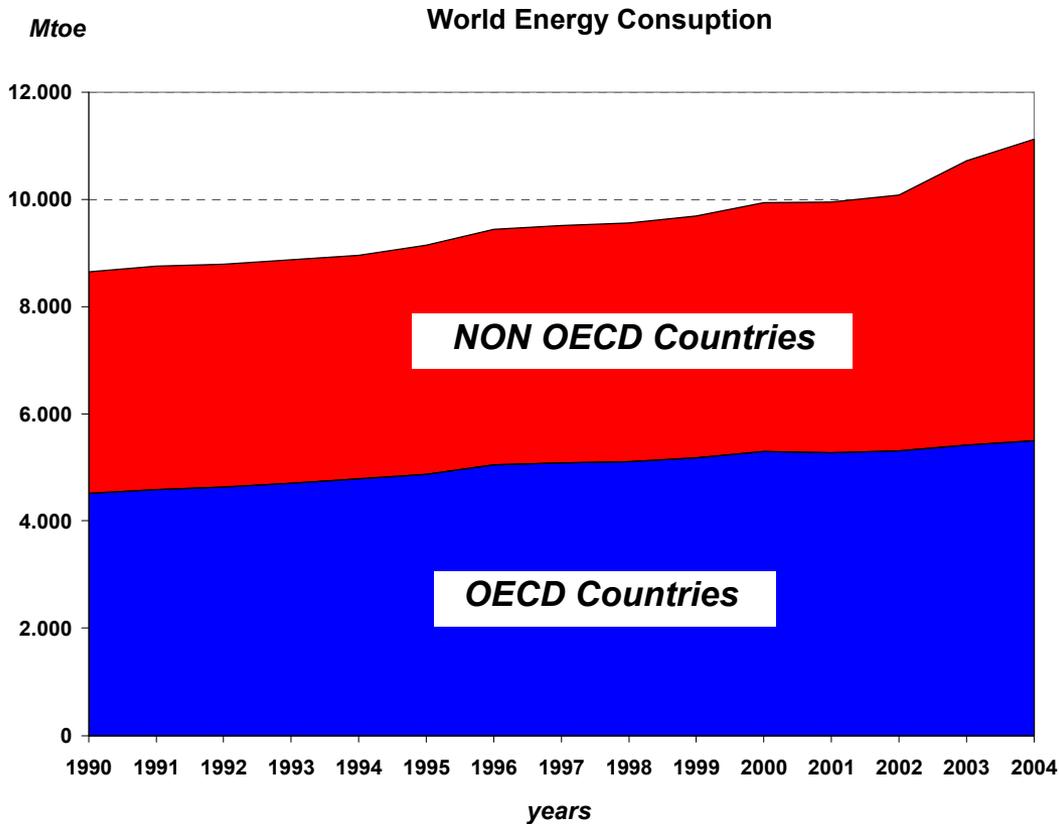
ENERGY SOURCES IN HYSTORY



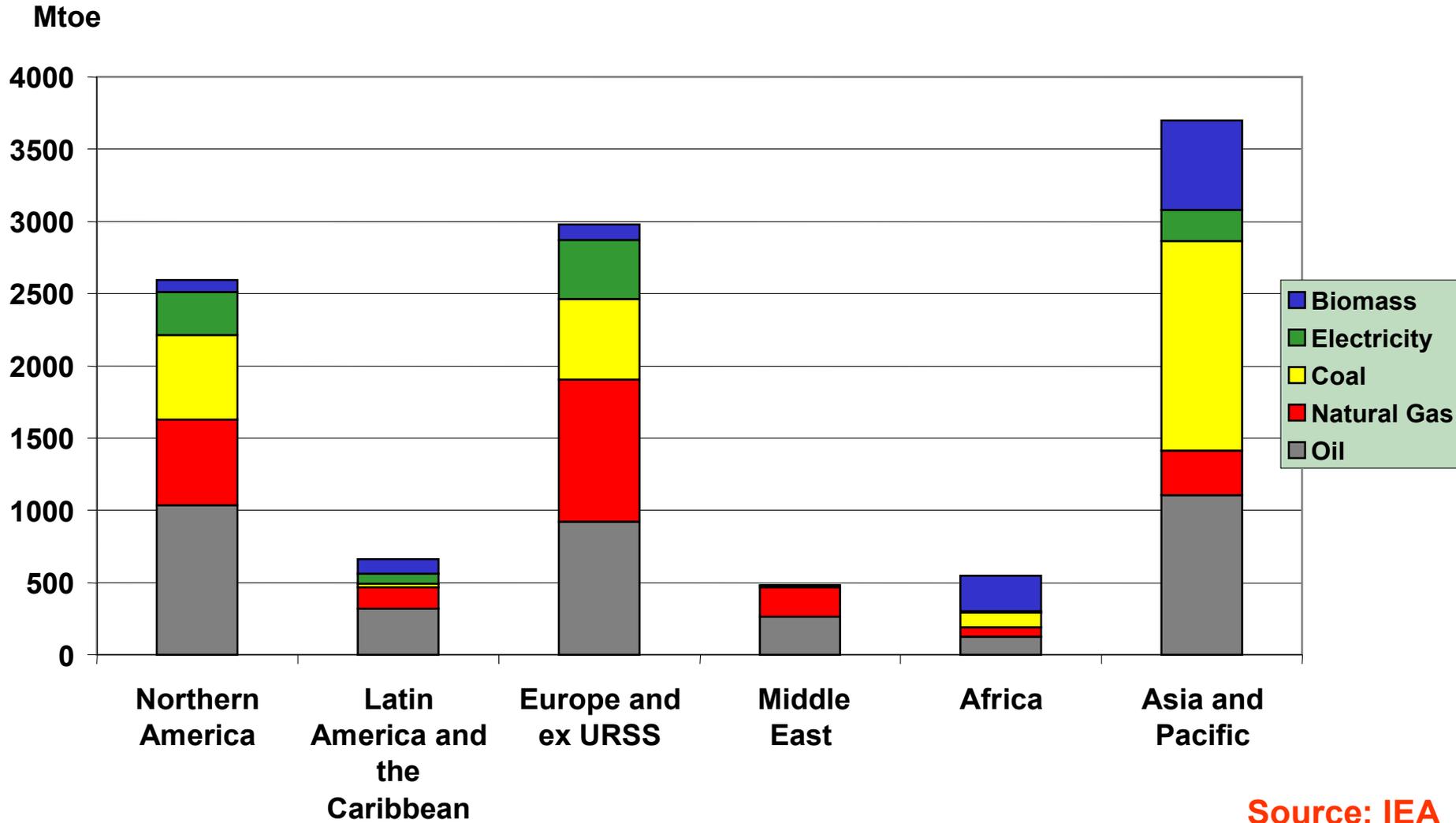
**Energia e gas
serra:
qualche dato
complessivo**

WORLD ENERGY CONSUMPTION

OECD vs. non-OECD Countries



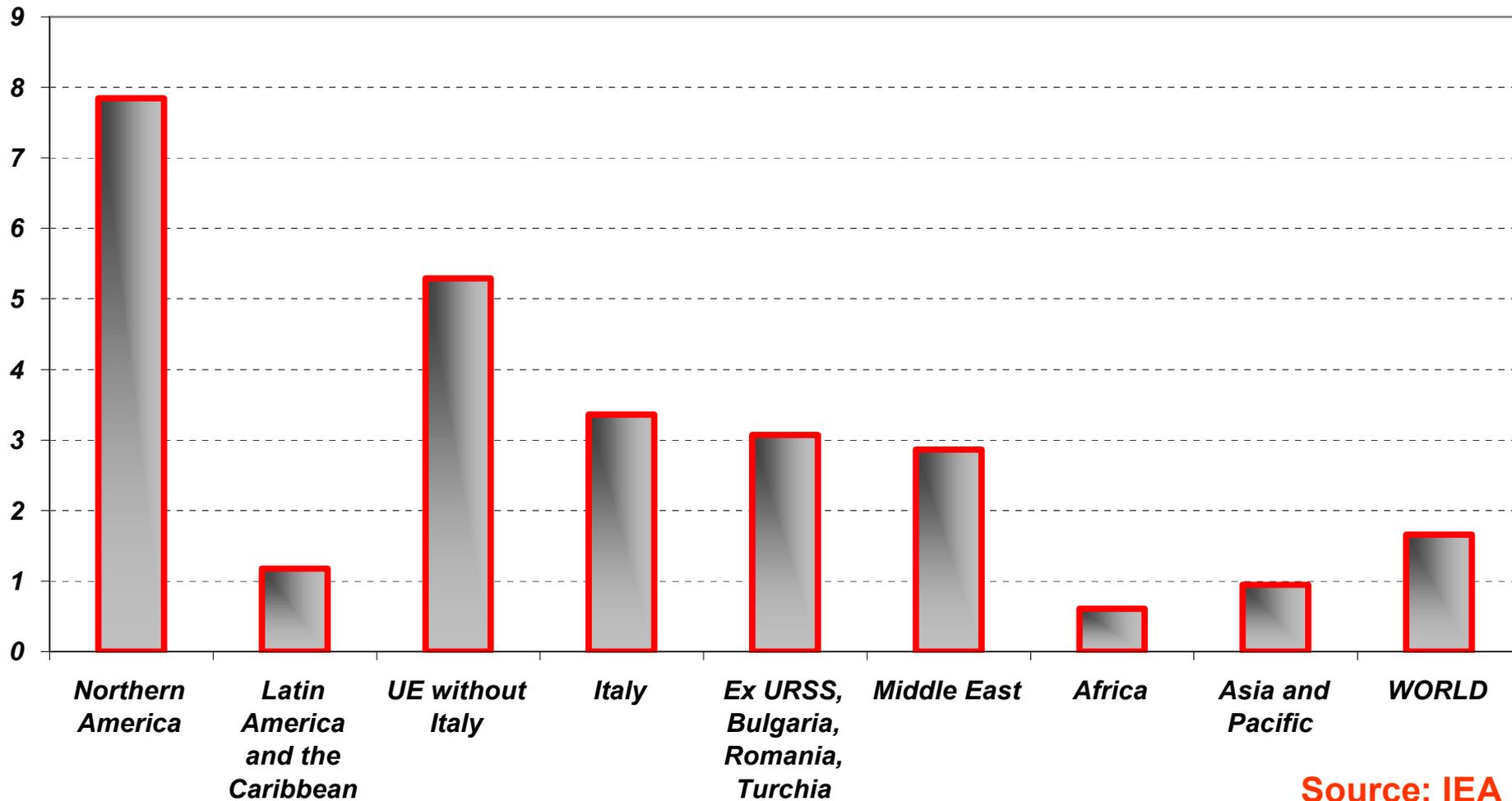
WORLD ENERGY CONSUMPTION BY GEOGRAPHICAL AREA AND BY SOURCE (2004)



Source: IEA

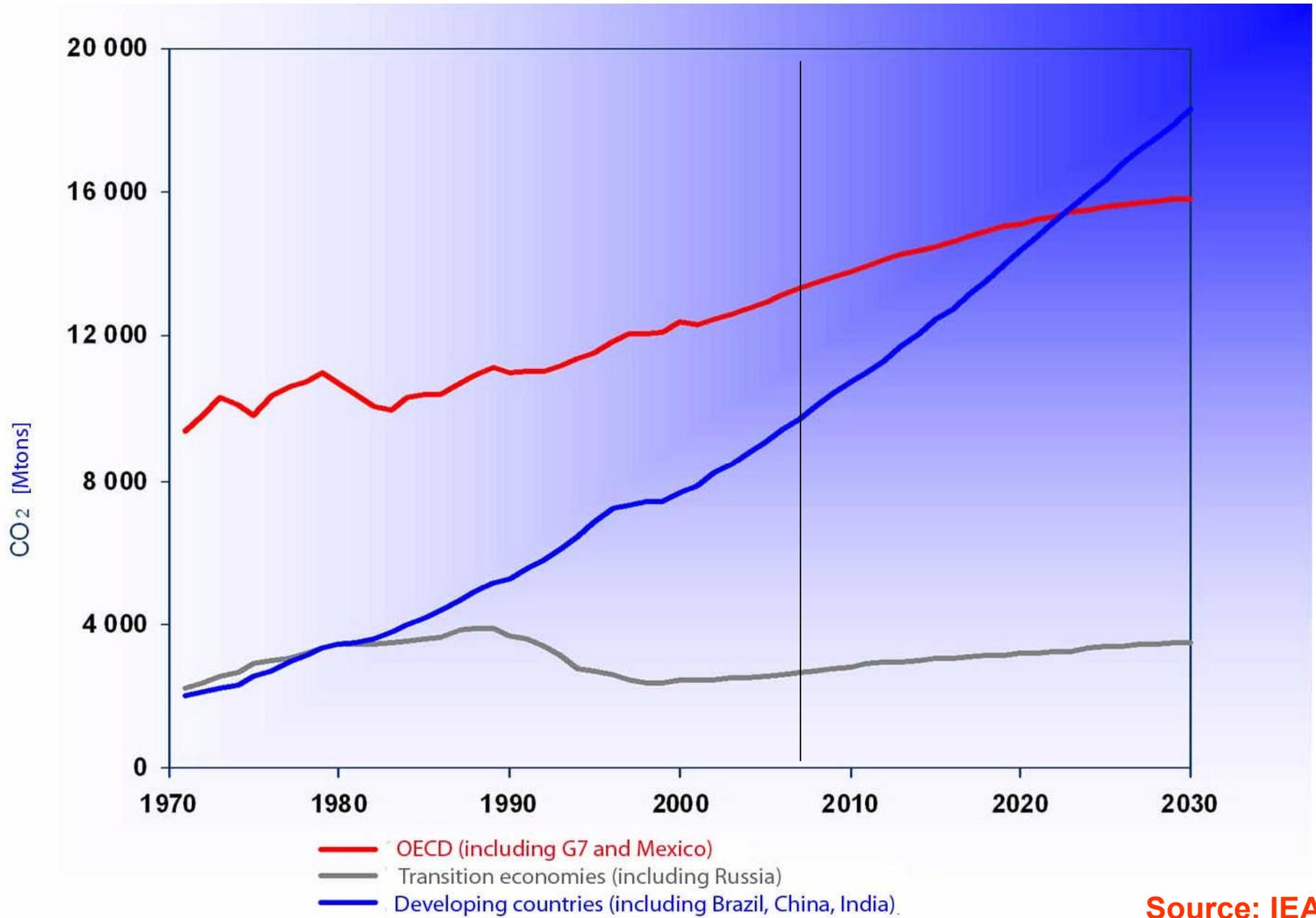
ANNUAL PER CAPITA ENERGY CONSUMPTION BY GEOGRAPHICAL AREA (2004)

toe/person



Source: IEA

CO₂ trends in OECD, transition economy and developing countries from 1970 till 2030.



Source: IEA

LE STIME DELL'US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION

Basandosi sulle attuali politiche energetiche, si prevede che il consumo mondiale di energia aumenterà del 57% tra il 2004 e il 2030

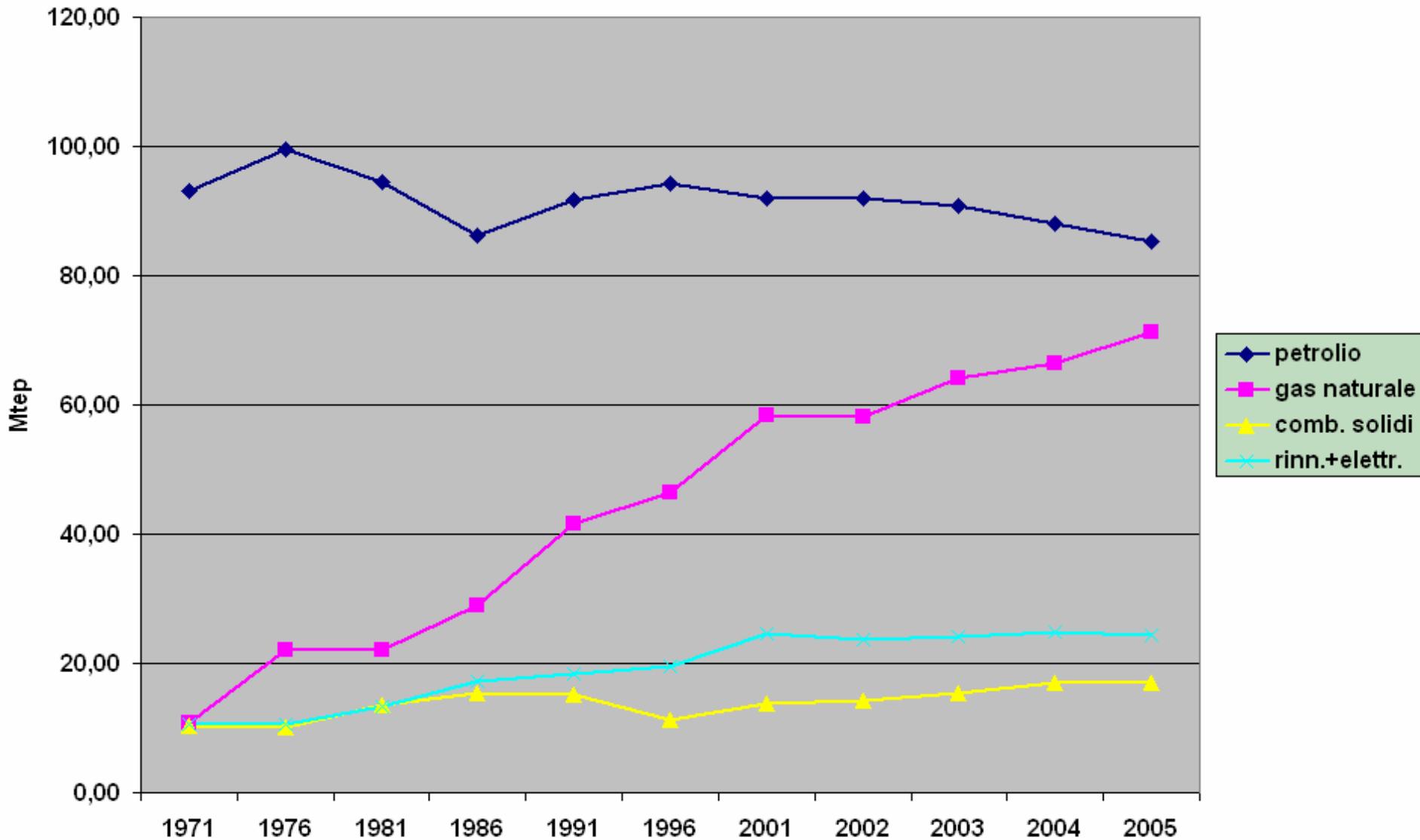
Se i prezzi del petrolio rimangono sui livelli attuali, sarà il carbone ad essere la fonte energetica che crescerà più velocemente

Nel 2004 le emissioni di CO₂ dei paesi non-OCSE hanno superato per la prima volta quelle dei paesi OCSE

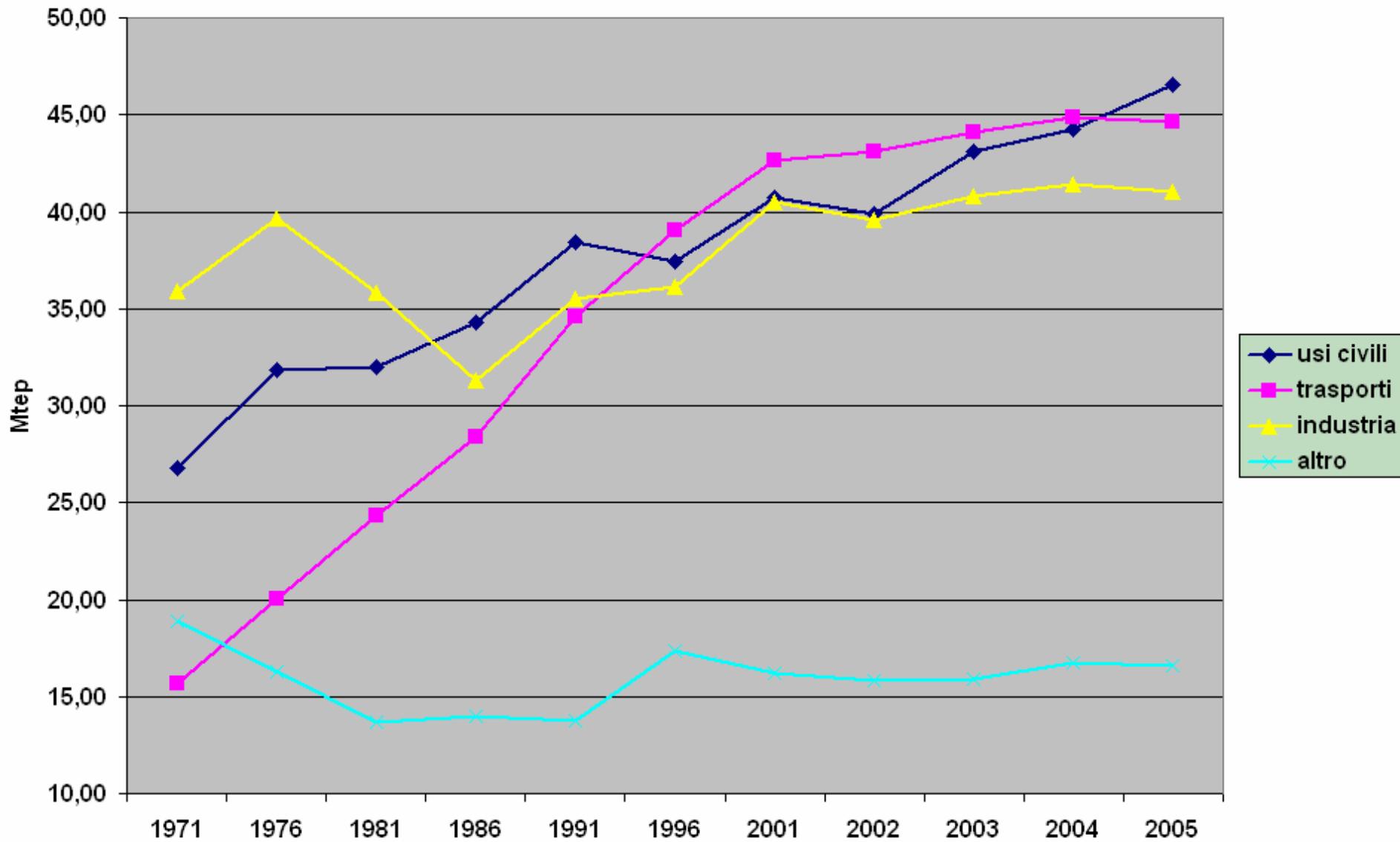
Nel 2020 la Cina supererà gli USA come principale consumatore di energia nel mondo

**ENERGIA:
l'evoluzione
in Italia**

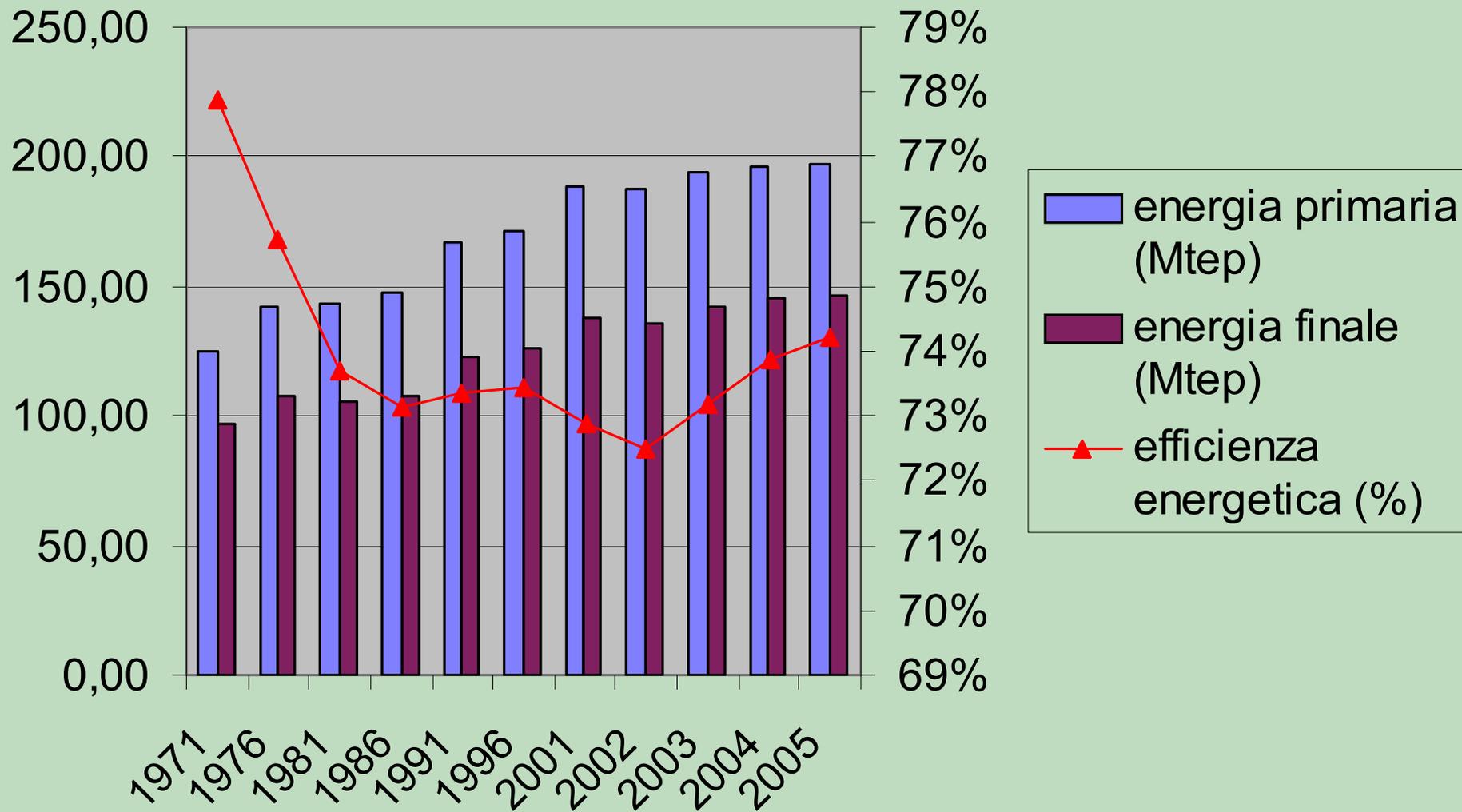
Consumi di energia in Italia per fonti primarie



Usi finali di energia in Italia



L'ENERGIA IN ITALIA DAL 1971 AL 2005



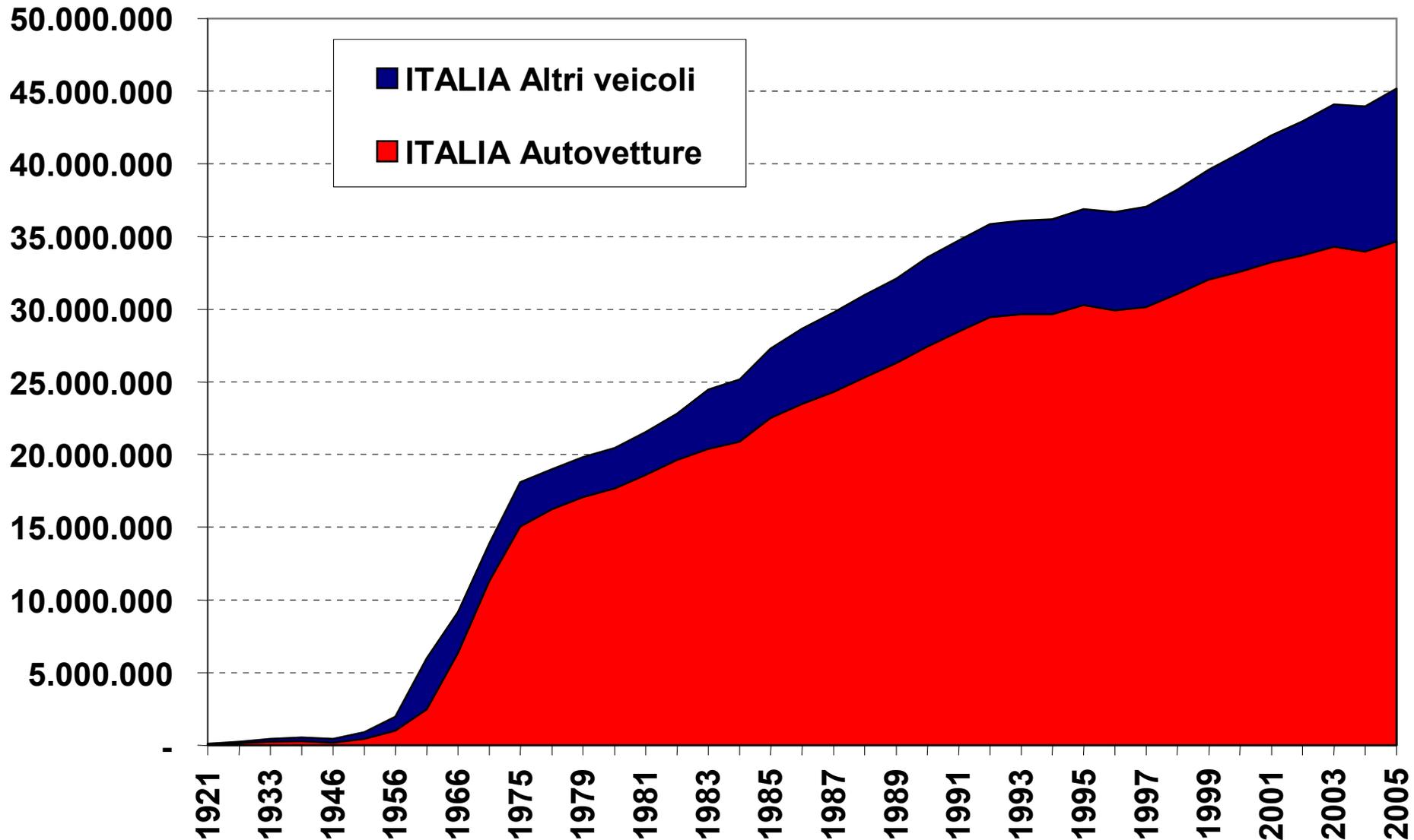
Nel 1971 era il settore industriale che consumava la quota maggiore di energia: il 37% del totale, seguito dagli usi civili con il 28% e con i trasporti che pesavano solo per il 16%.

Dalla seconda metà degli anni '90 fino al 2004 sono i trasporti il maggior consumatore di energia nel paese, con un peso costantemente superiore al 30%, seguito dagli usi civili e dall'industria.

Nel 2005 si osserva il superamento degli usi energetici civili rispetto a quelli dei trasporti, che registrano una lieve flessione rispetto al 2004: i prossimi anni ci diranno se questi ultimi sono elementi congiunturali o strutturali.

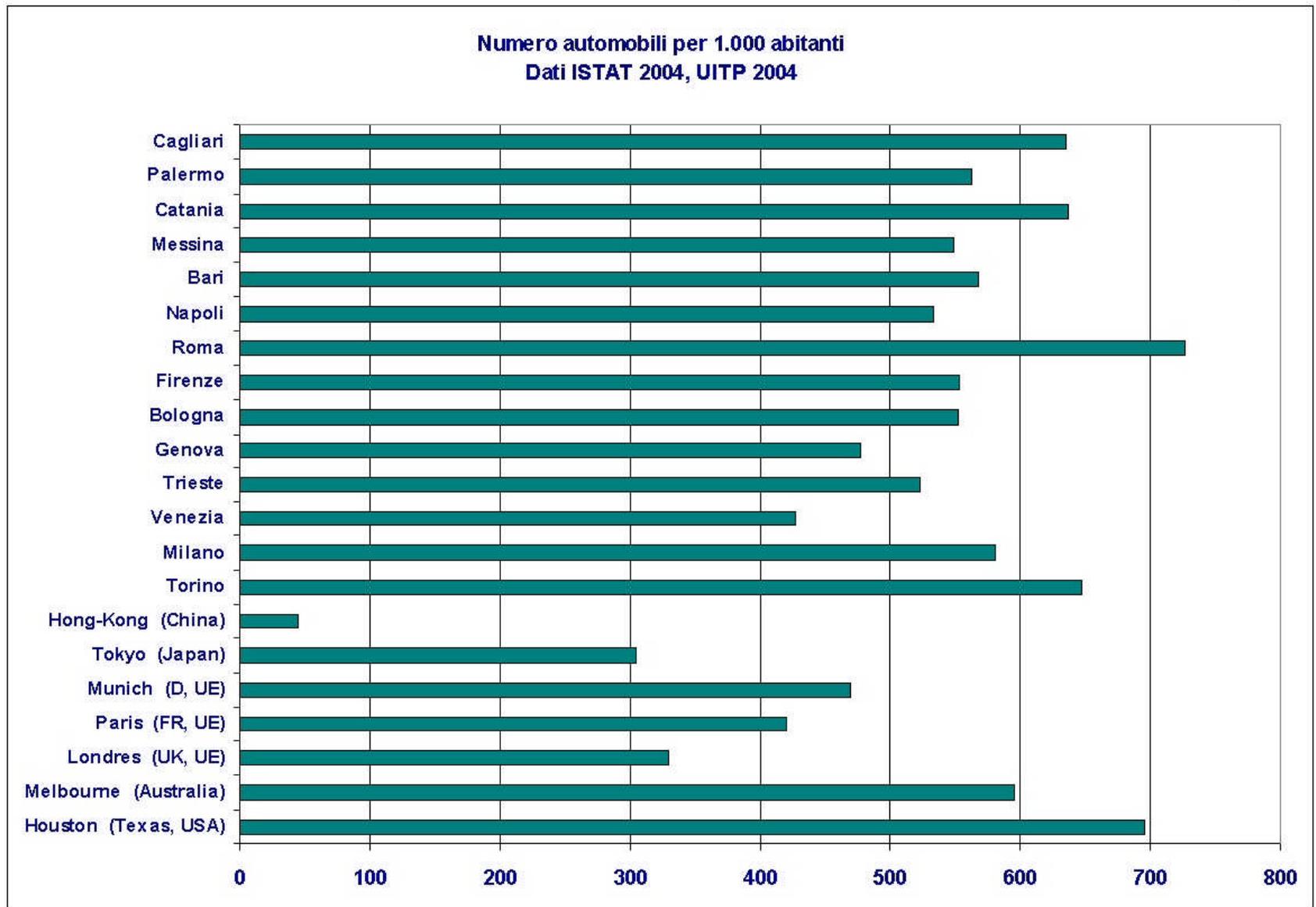
La cosa si riflette nell'evoluzione del parco veicolare

Evoluzione del parco veicolare in Italia dal 1921 al 2004



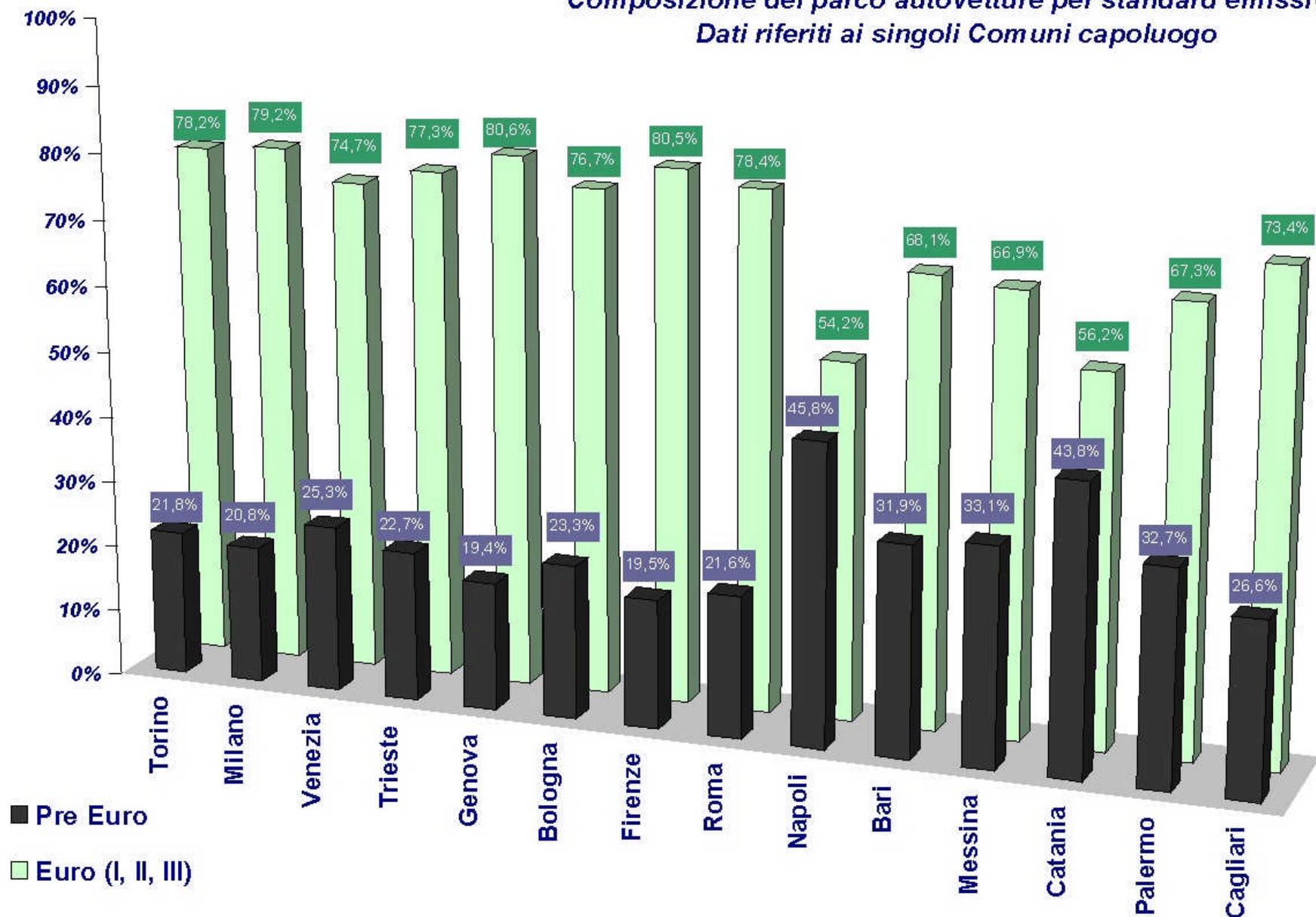
TRASPORTI

Confronti internazionali: autovetture per 1.000 abitanti



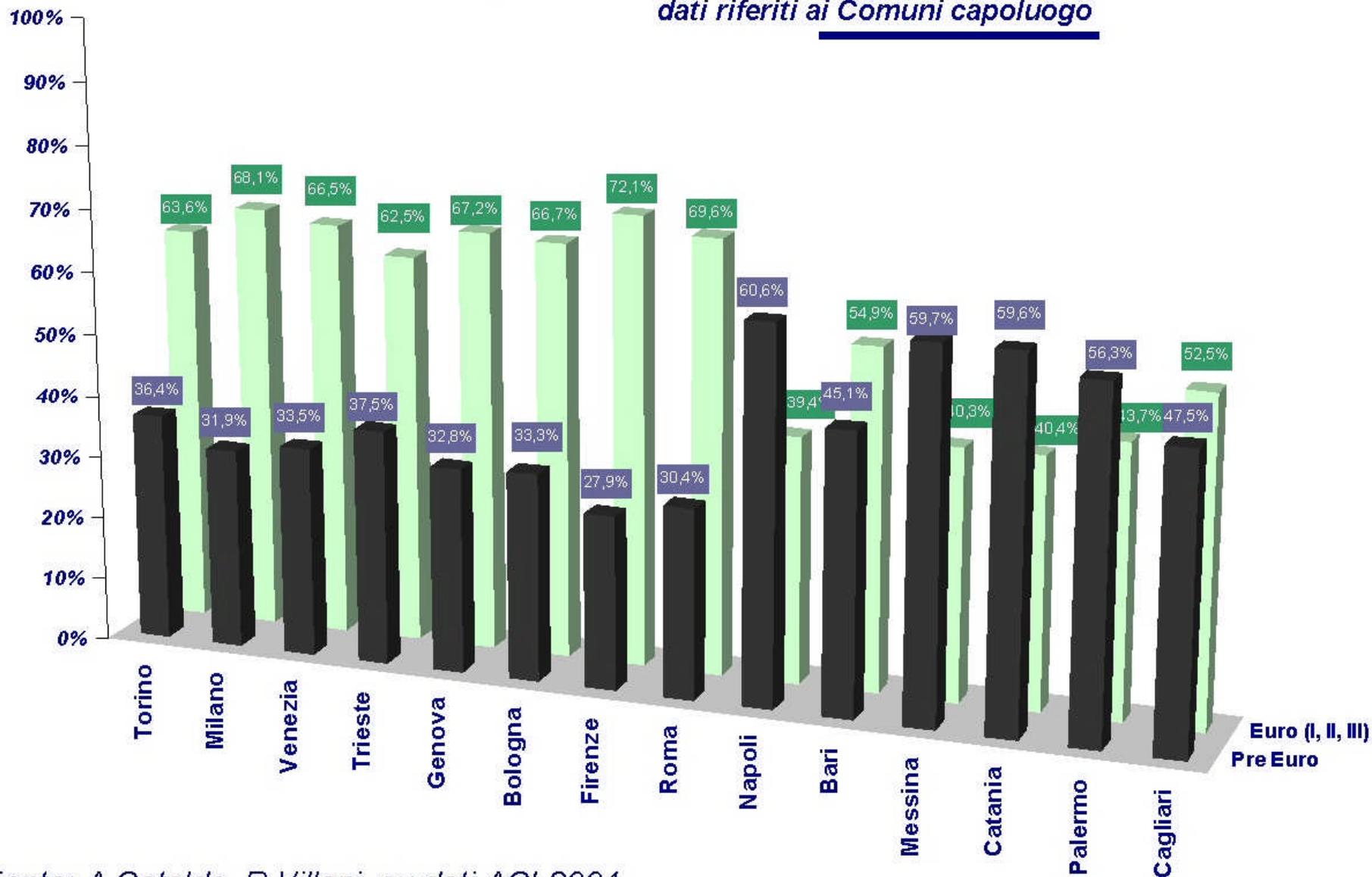
Parco autovetture per standard emissivo

*Composizione del parco autovetture per standard emissivo
Dati riferiti ai singoli Comuni capoluogo*



Parco Veicoli Commerciali

*Composizione del parco veicoli commerciali per standard emissivo
dati riferiti ai Comuni capoluogo*

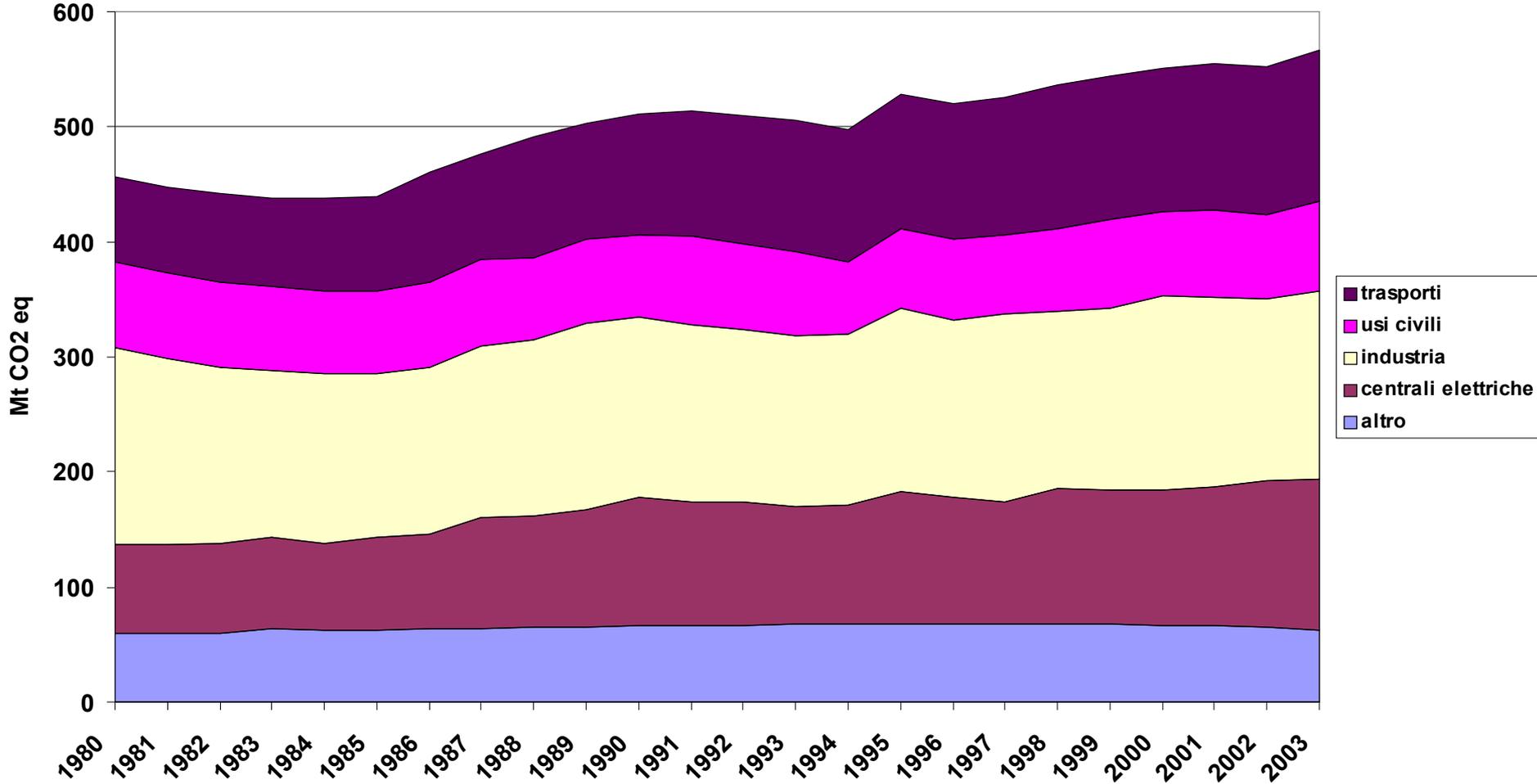


Le emissioni in atmosfera

I gas serra

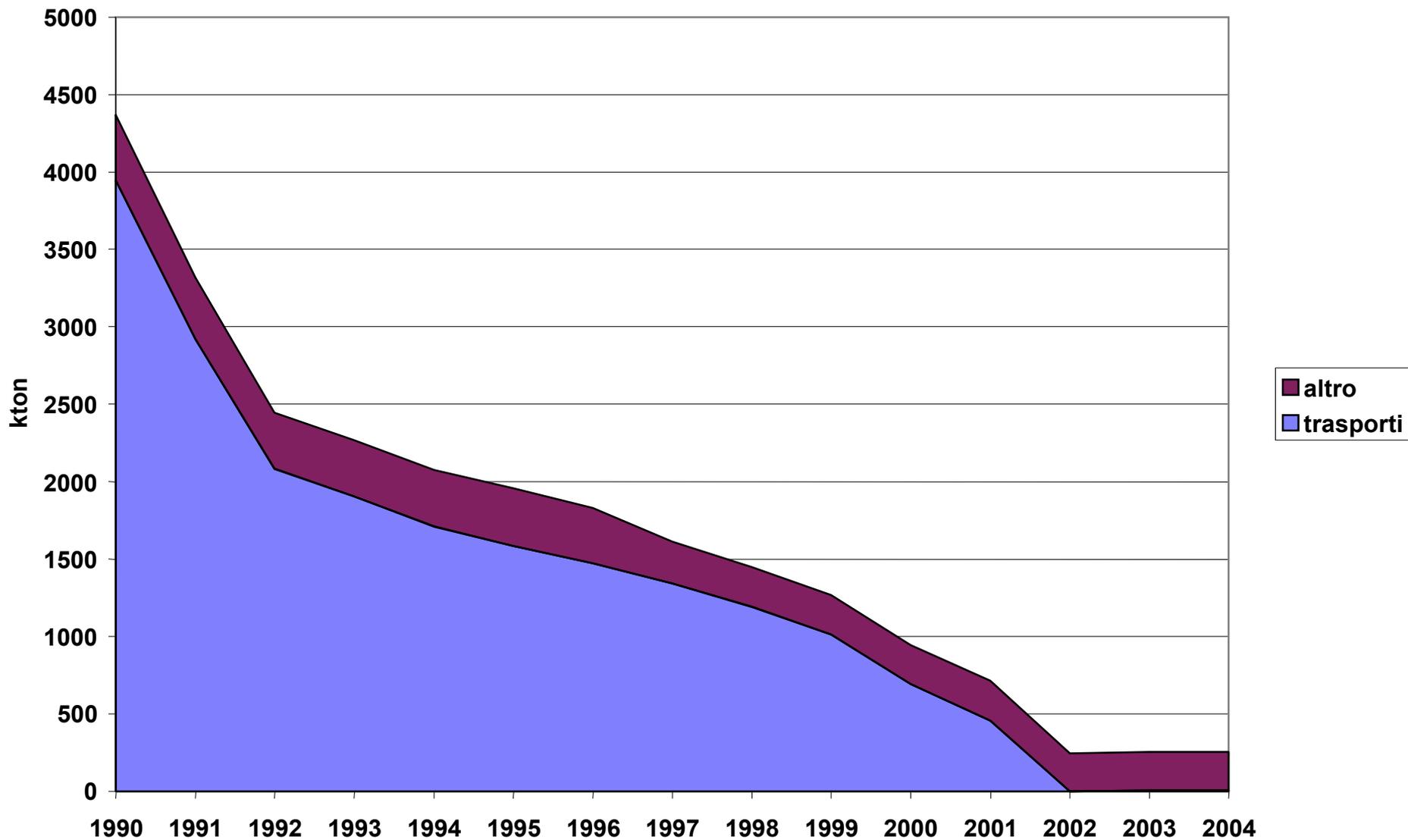
In un'economia incentrata
sull'uso dei combustibili fossili
sono
strettamente correlate ai
consumi di energia.

Emissioni di gas serra in Italia

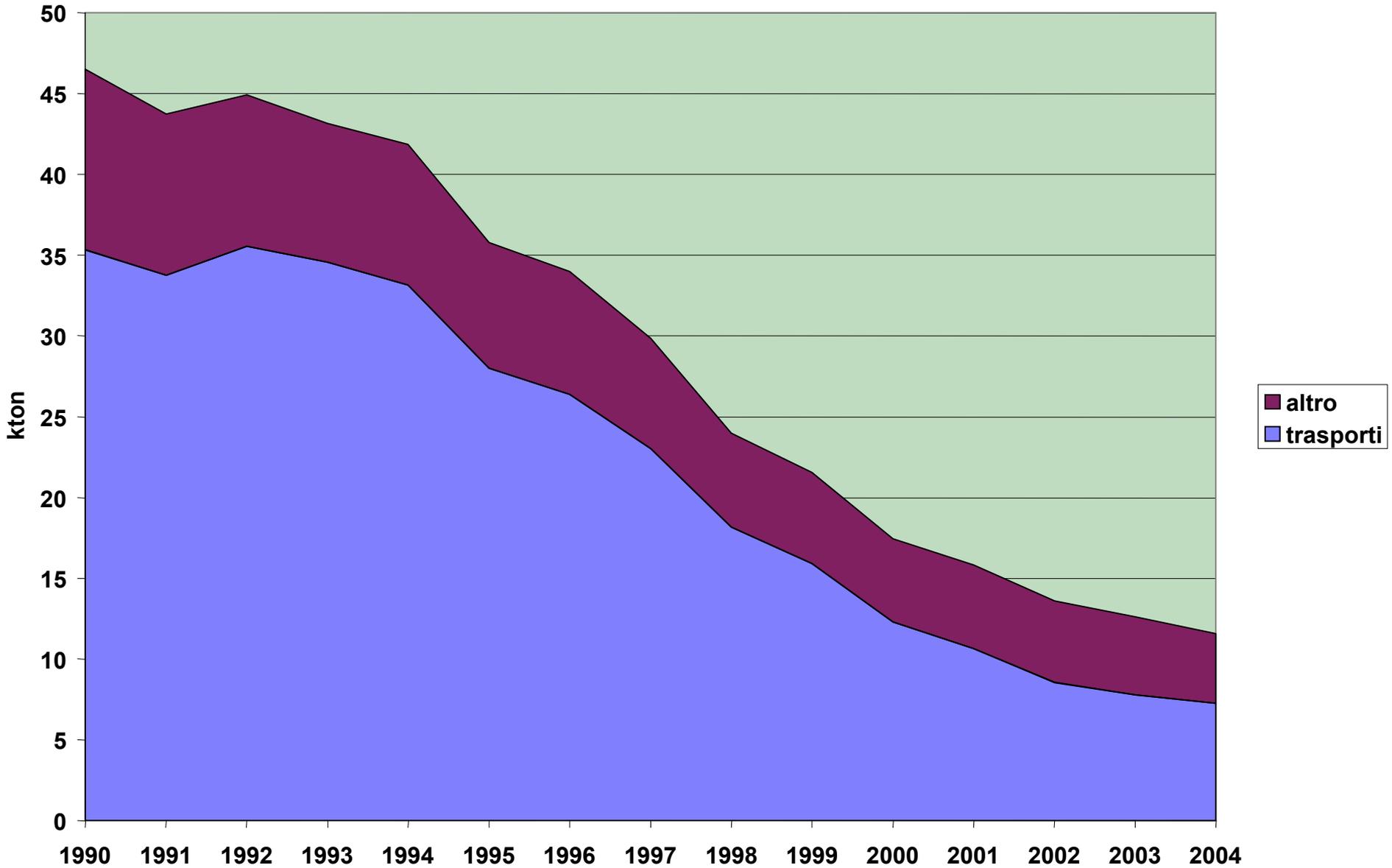


Le emissioni di inquinanti dell'aria

EMISSIONI DI PIOMBO IN ITALIA

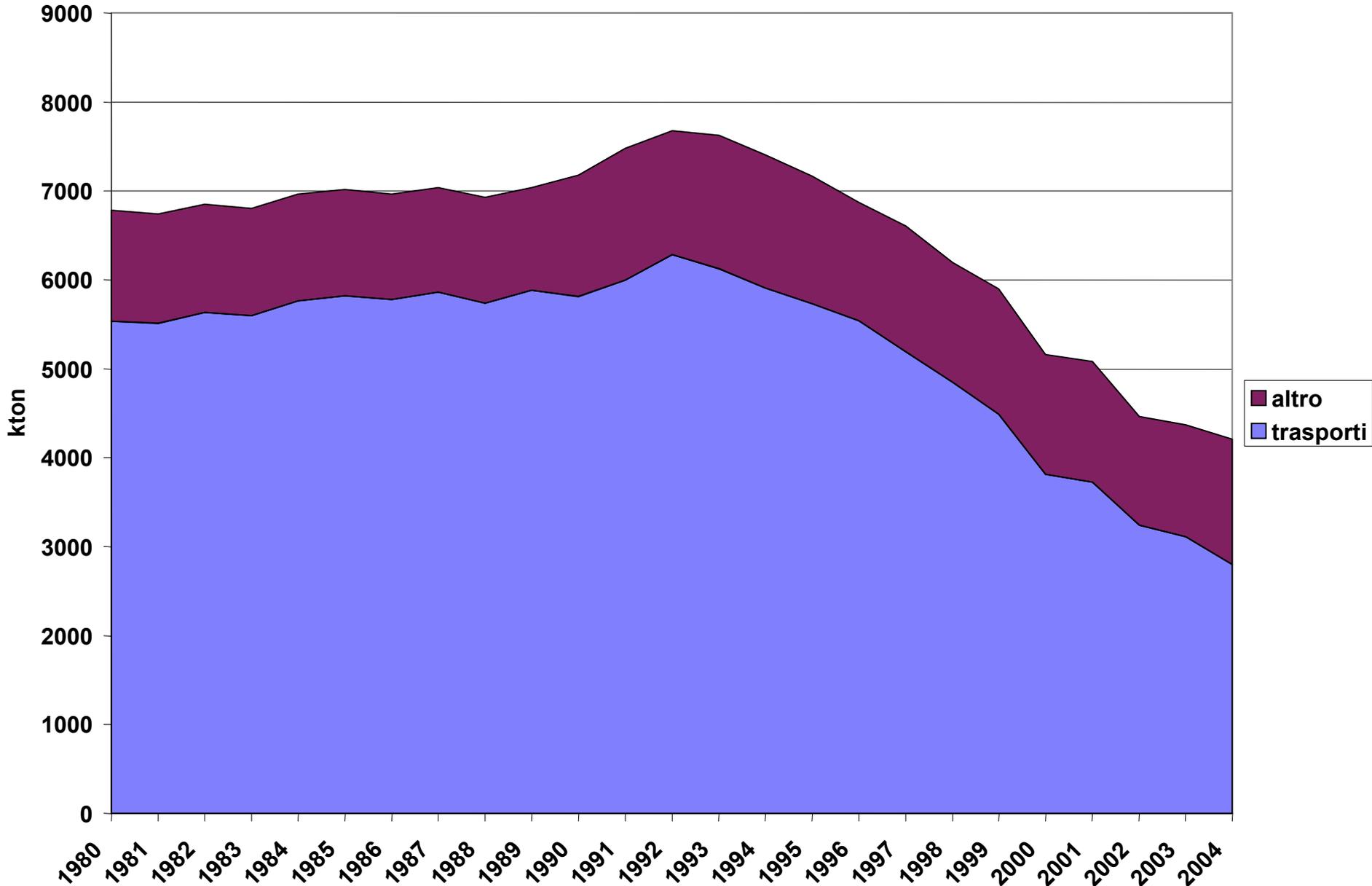


EMISSIONI DI BENZENE IN ITALIA



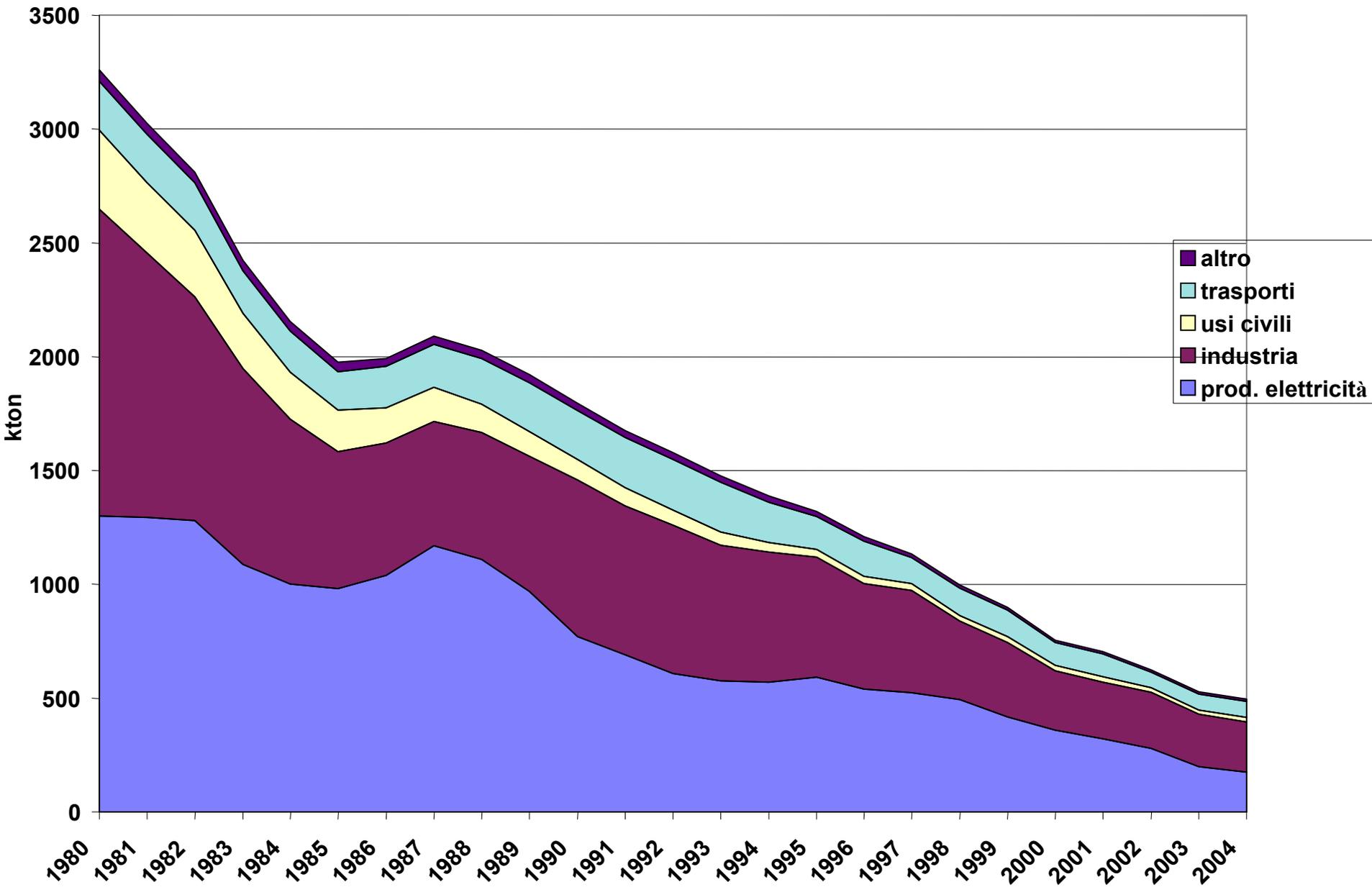
Elaborazione su dati APAT

EMISSIONI DI MONOSSIDO DI CARBONIO IN ITALIA



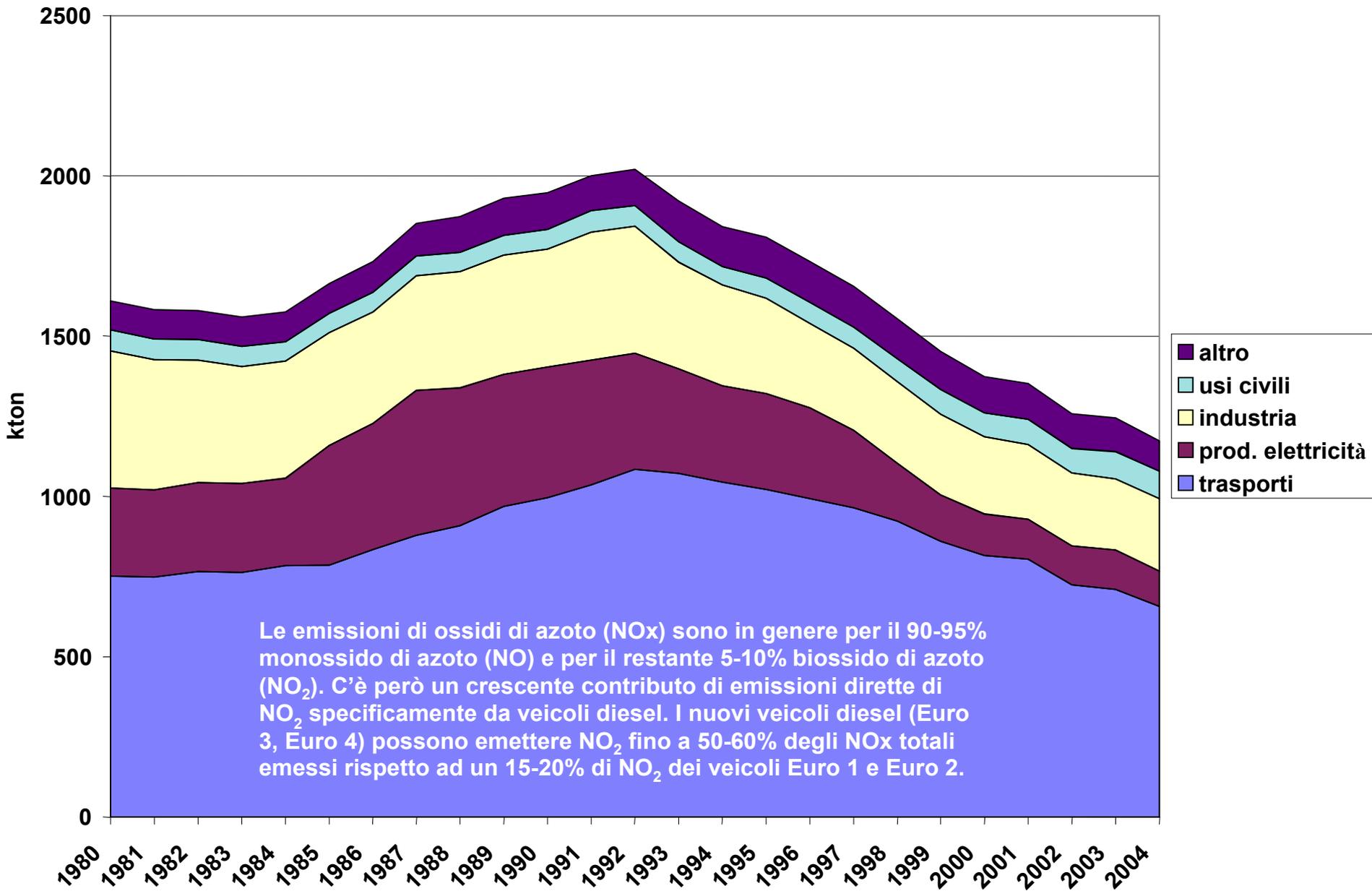
Elaborazione su dati APAT

EMISSIONI DI OSSIDI DI ZOLFO IN ITALIA

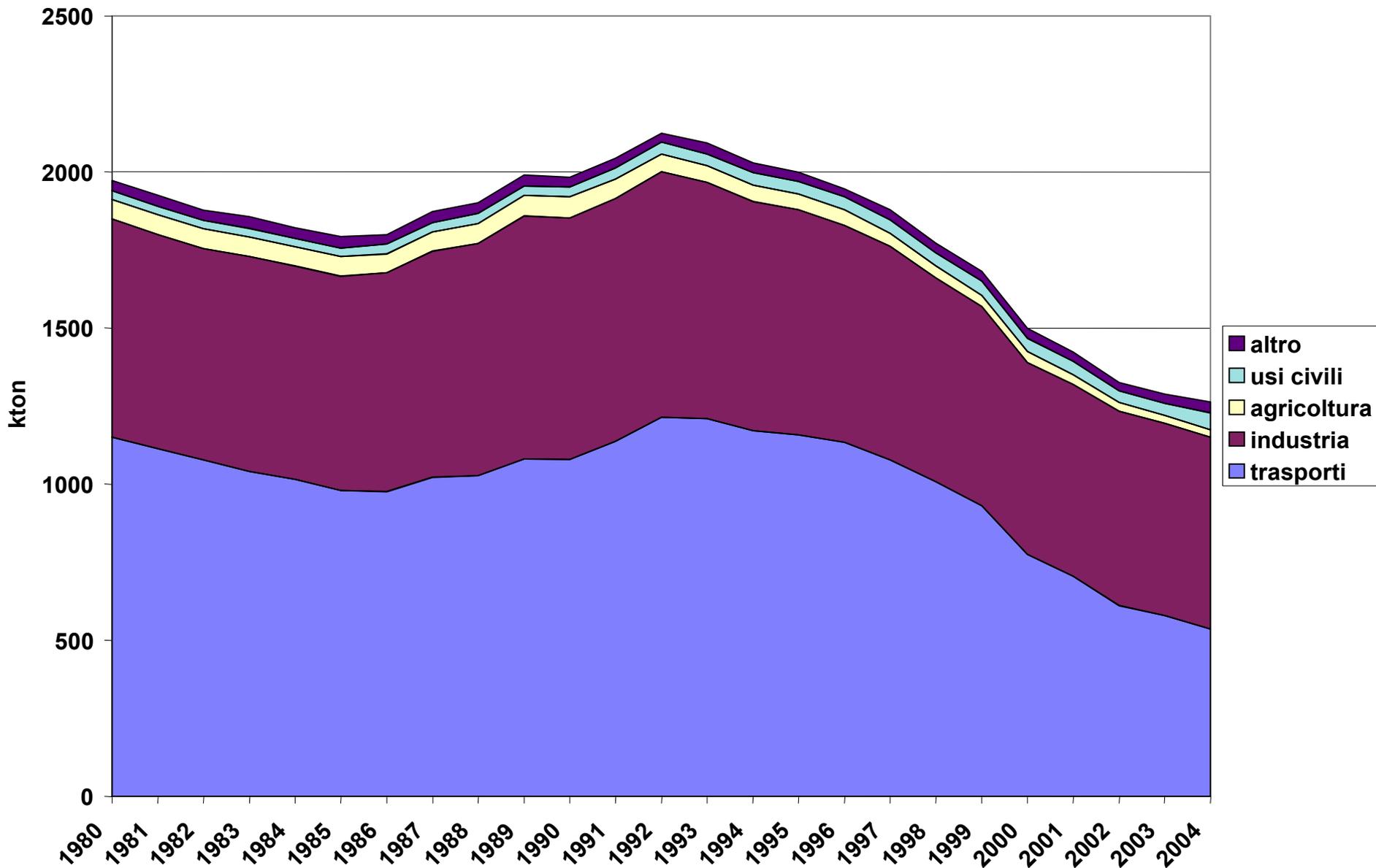


Elaborazione su dati APAT

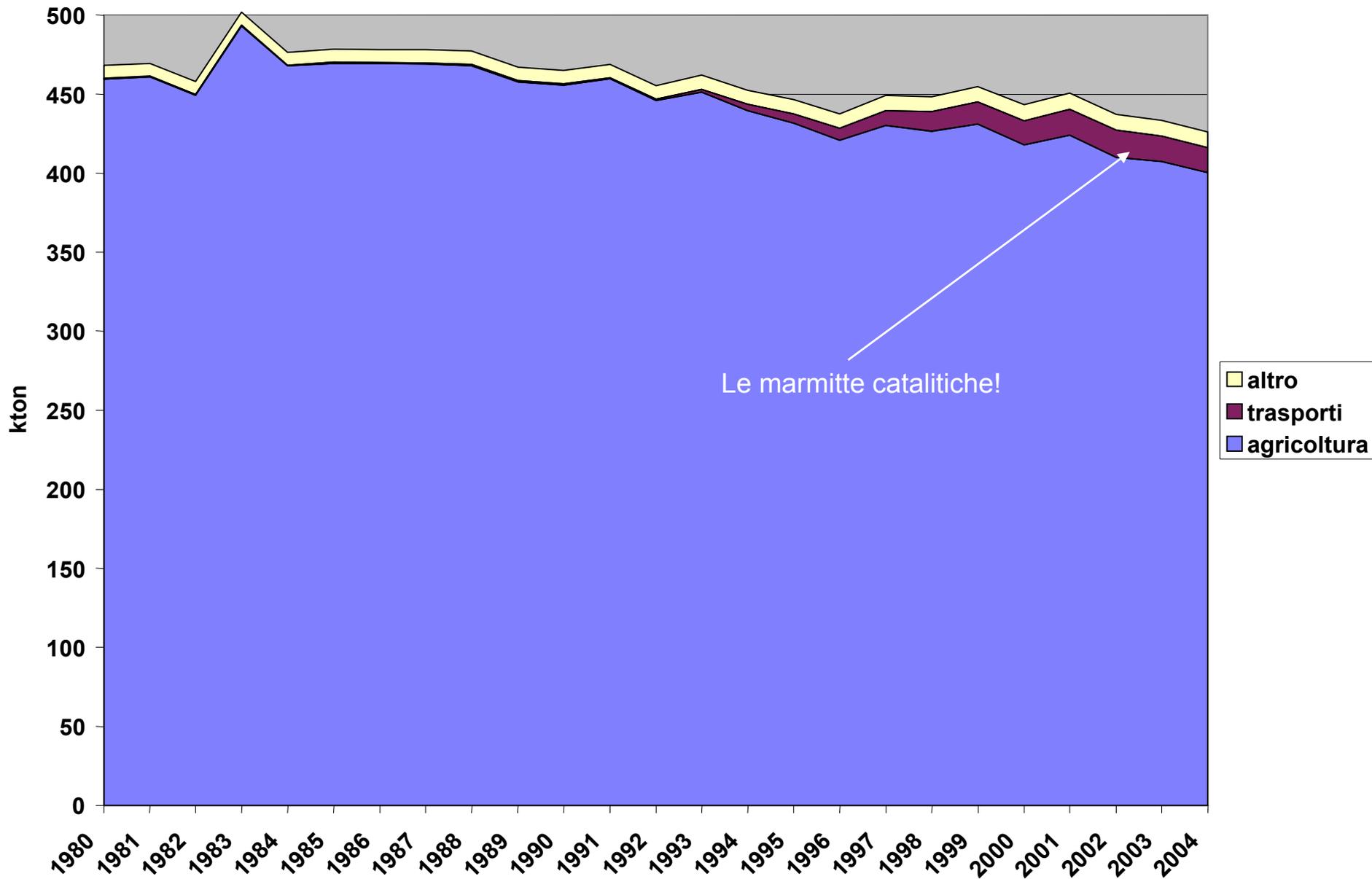
EMISSIONI DI OSSIDI DI AZOTO IN ITALIA



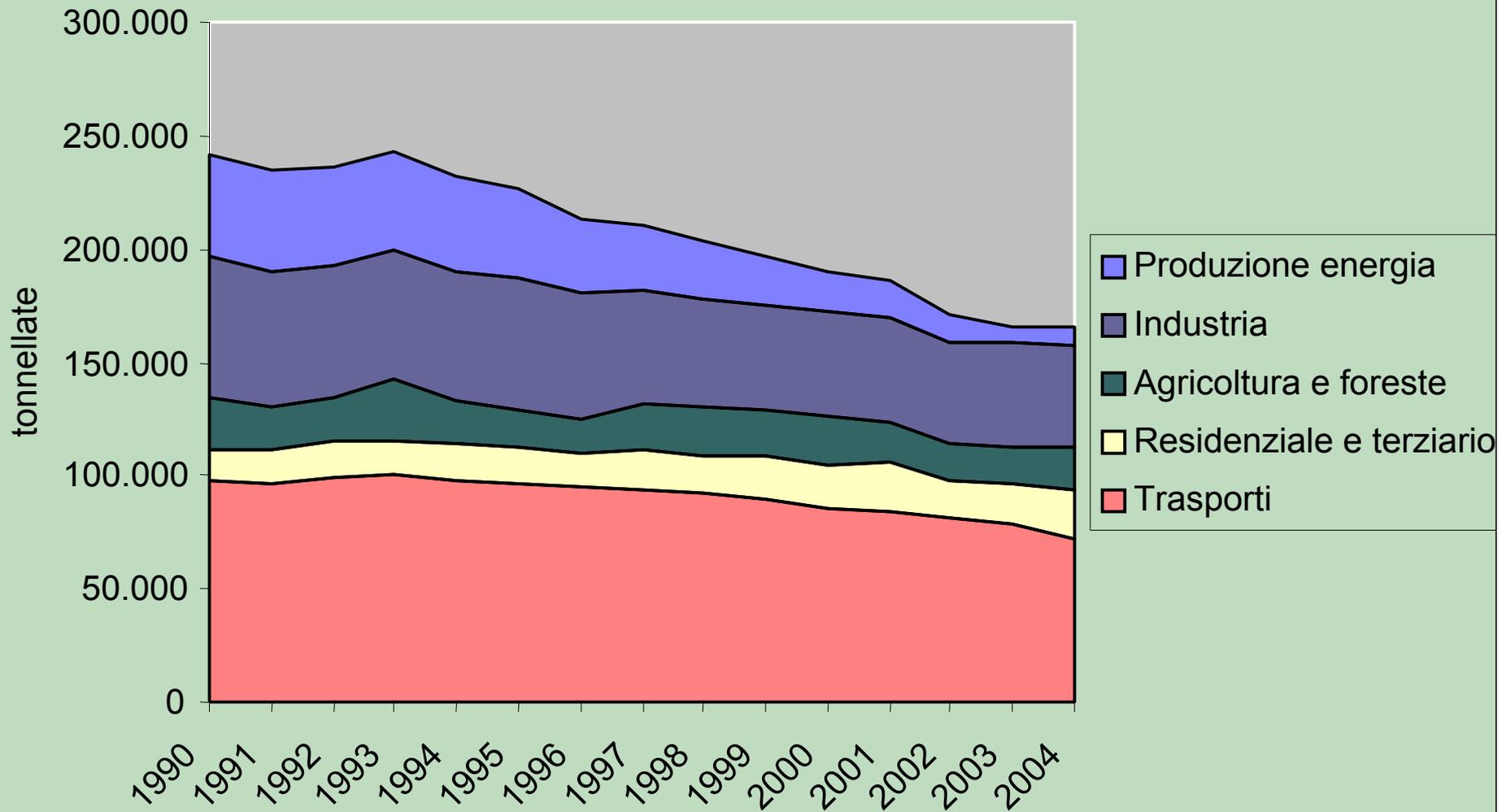
EMISSIONI DI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI IN ITALIA



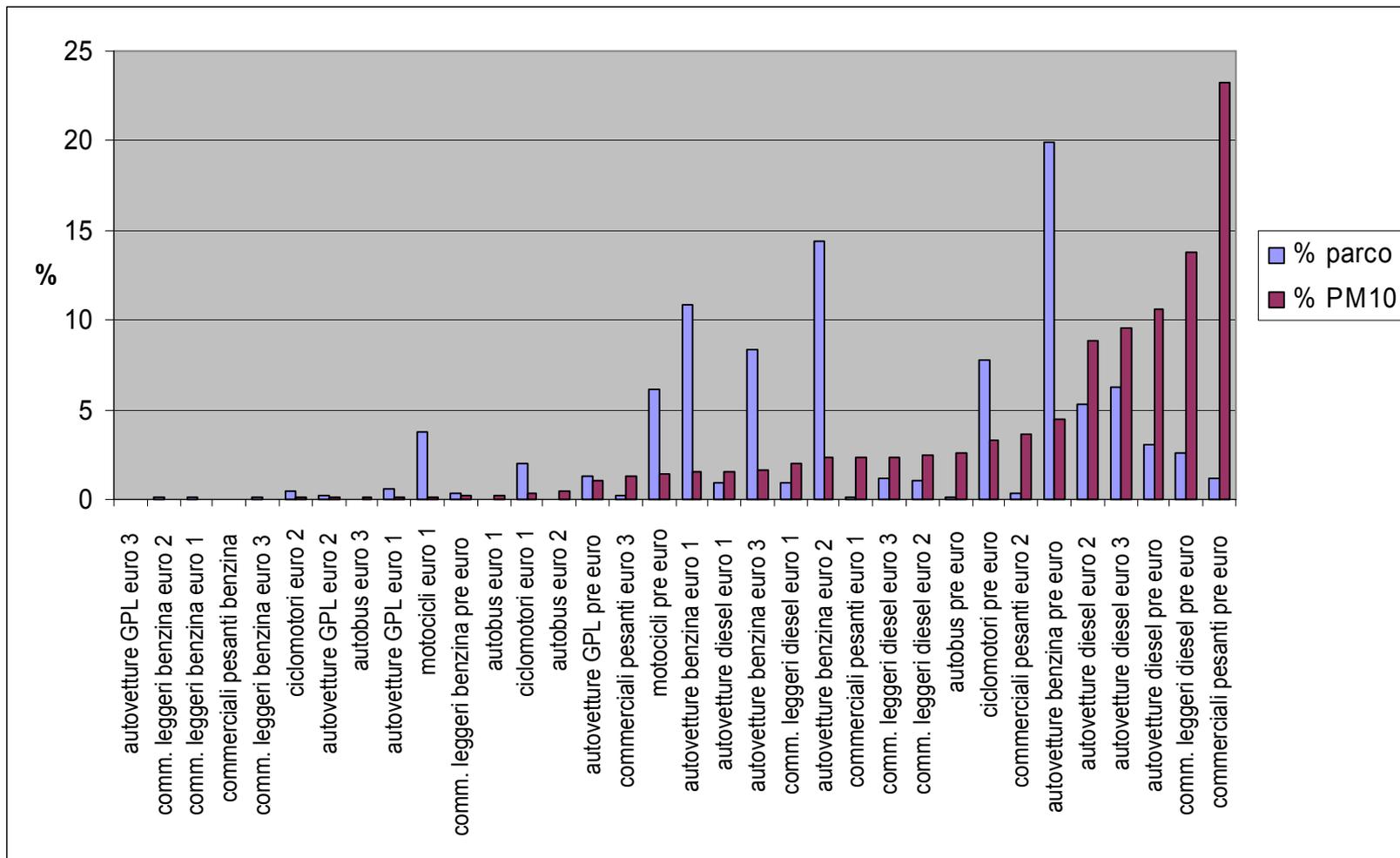
EMISSIONI DI AMMONIACA IN ITALIA



EMISSIONI DI PM10 IN ITALIA

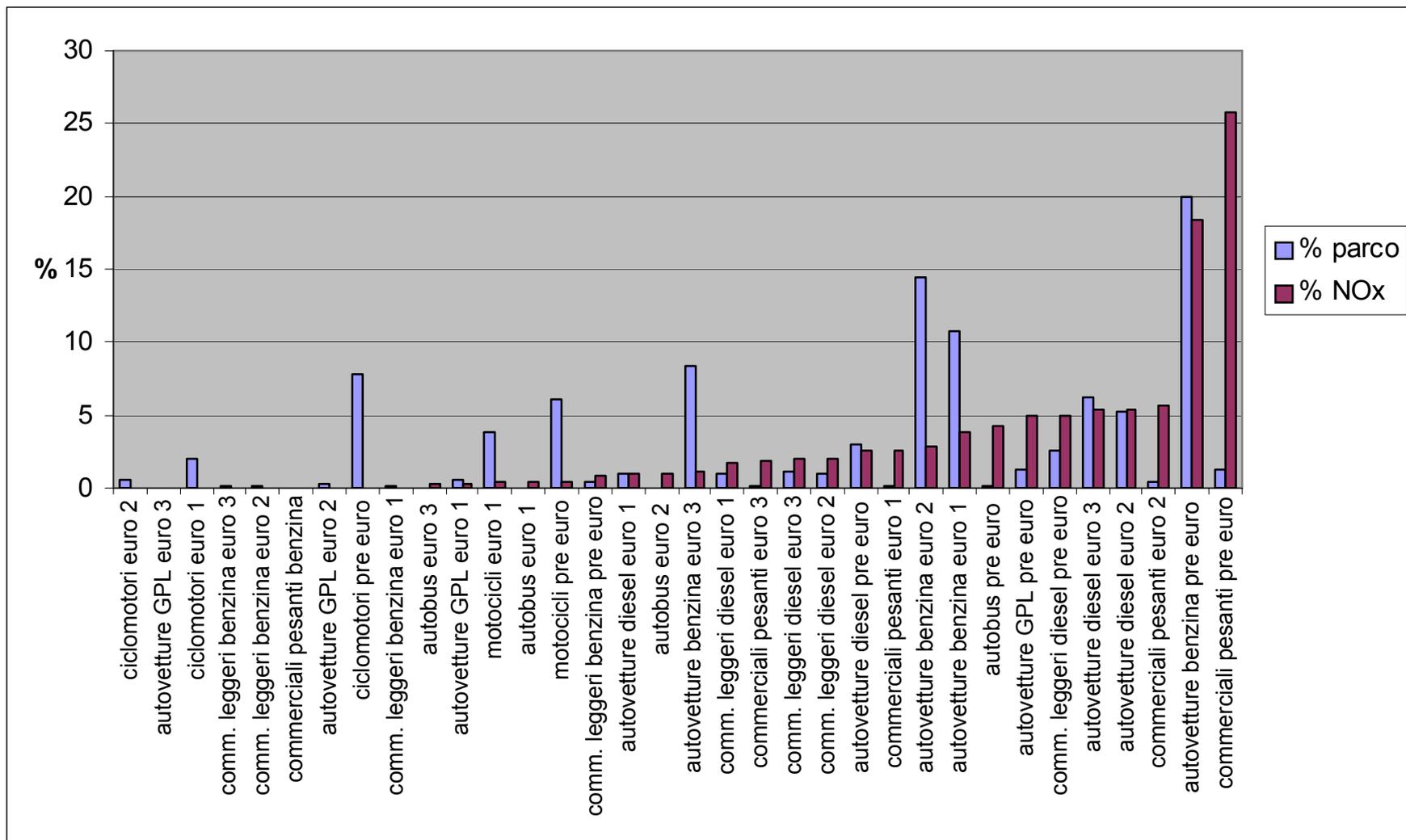


Emissioni nazionali di PM10 da trasporto su strada per classe veicolare



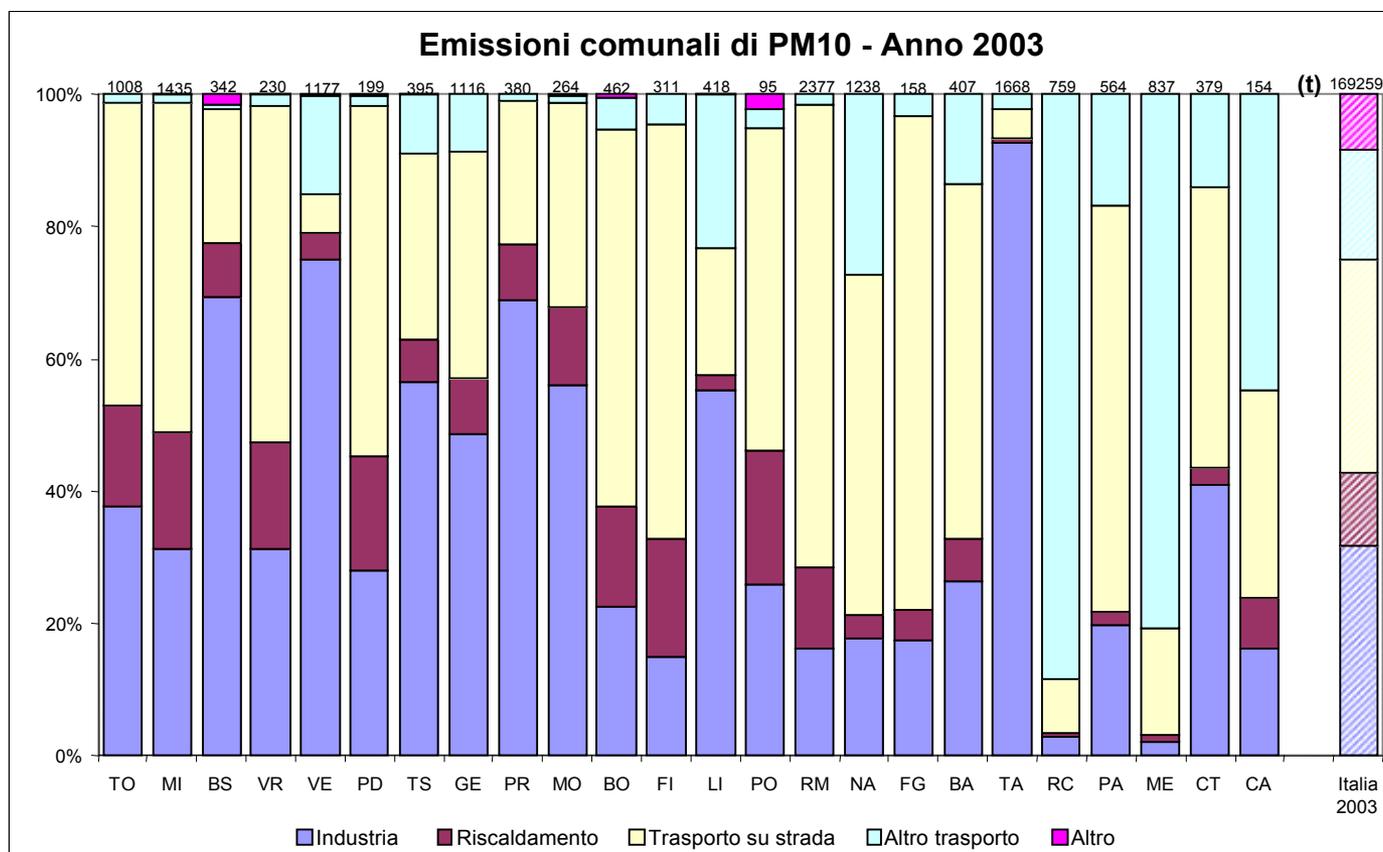
L'insieme di veicoli commerciali pre euro (leggeri e pesanti), pur rappresentando solo il 4% del parco veicolare nazionale, è responsabile del 36% delle emissioni nazionali di PM10 da trasporto su strada.

Emissioni nazionali di NOx da trasporto su strada per classe veicolare



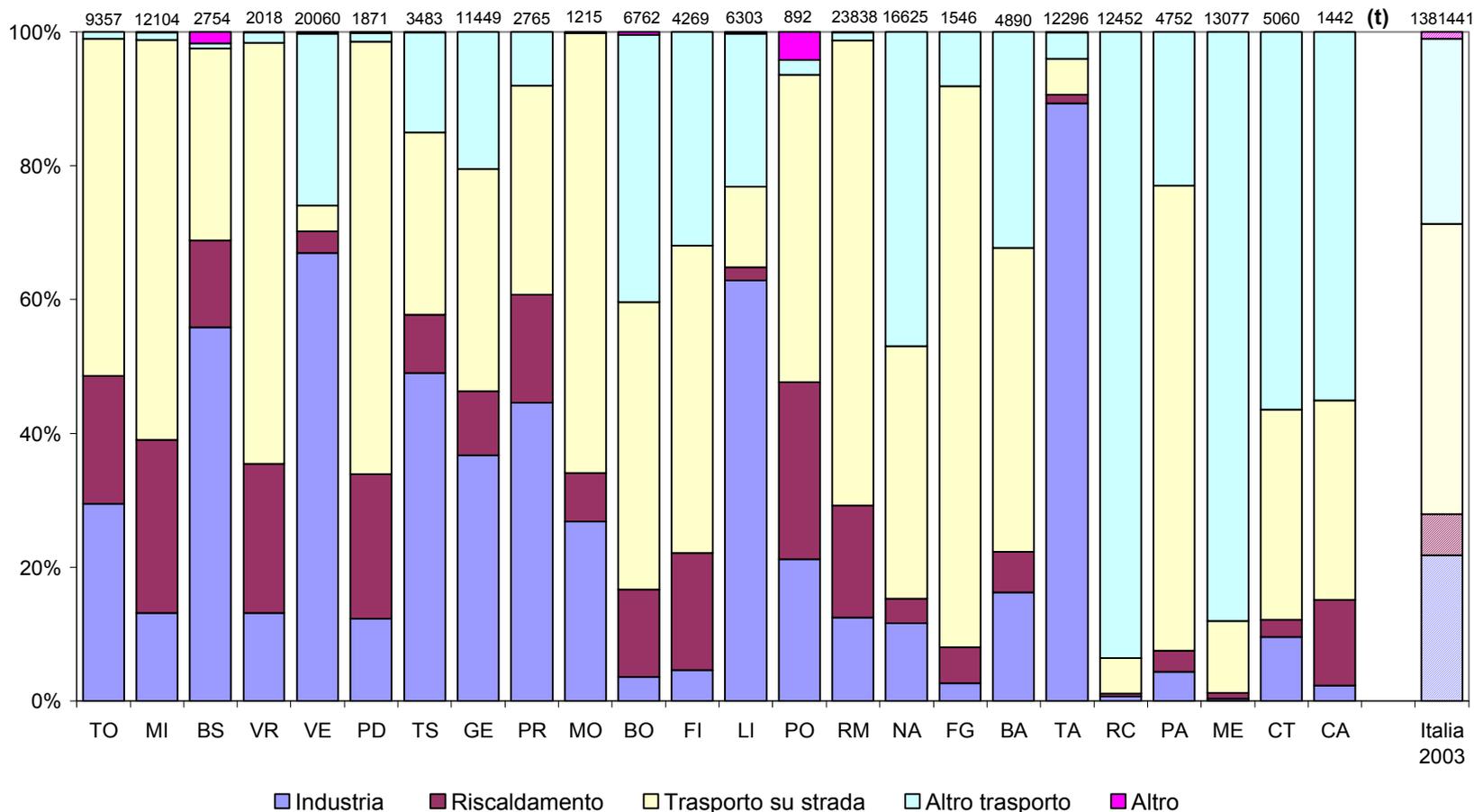
L'insieme di veicoli pesanti pre euro, pur rappresentando solo l'1% del parco veicolare nazionale, è responsabile del 26% delle emissioni nazionali di NOx da trasporto su strada.

La situazione a livello
locale è
considerevolmente
variegata



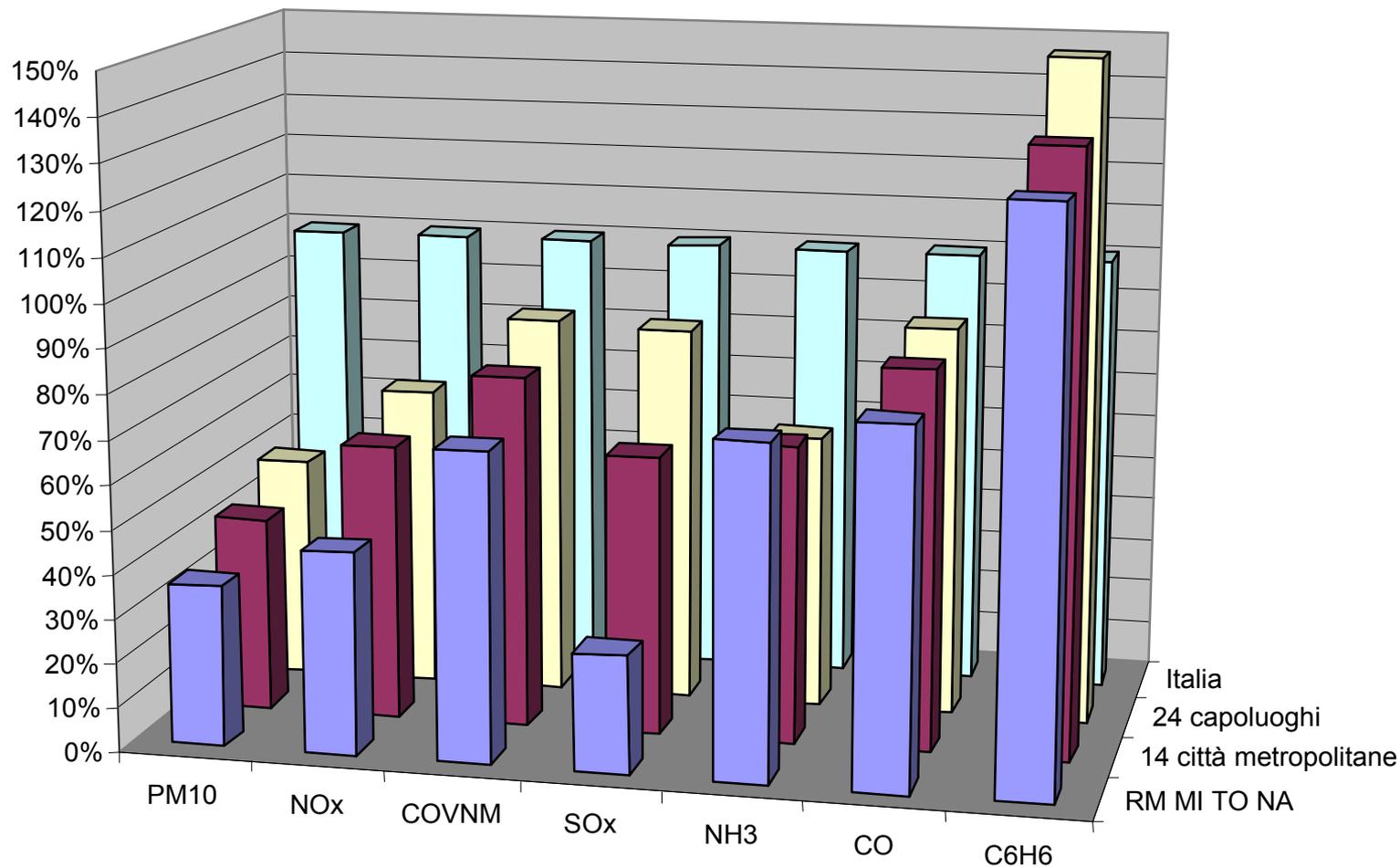
- Nelle 24 aree urbane le emissioni di PM10 decrescono dal 1995 al 2003 quasi ovunque, i valori più elevati del 2003 sono a Roma, Taranto e Milano.
- Il trasporto su strada costituisce la principale sorgente emissiva di PM10 per più della metà delle aree urbane considerate. Per Roma il contributo stimato del trasporto su strada sul totale delle emissioni di PM10 è il 70%.
- Il contributo del settore industriale è consistente per le aree urbane in cui sono localizzati grandi poli industriali: Taranto (93%), Venezia (75%) e Genova (48%).
- Nelle città portuali acquista importanza il contributo del trasporto marittimo che a Reggio Calabria e Messina è addirittura preponderante con pesi pari, rispettivamente, a 88% e 81%
- Per le città del Centro – Nord è di rilievo anche il contributo del riscaldamento con percentuali che variano dal 12% di Roma al 18% di Milano. Se si considera che questo contributo è limitato al periodo di accensione degli impianti di riscaldamento, chiaramente l'incidenza nei mesi freddi è ancora più significativa.

Emissioni comunali di Ossidi di Azoto - Anno 2003



- Nelle 24 aree urbane le emissioni di ossidi di azoto decrescono dal 1995 al 2003 quasi ovunque, i valori più elevati del 2003 sono a Venezia, Roma e Napoli.
- Per gli ossidi di azoto sono rilevanti i contributi emissivi del trasporto su strada con percentuali massime a Roma, Palermo e Foggia (70-84 %), e del settore industriale con punte a Livorno, Venezia e Taranto (63-89%).
- Nelle città portuali acquista importanza il contributo del trasporto marittimo che a Reggio Calabria e Messina è addirittura preponderante con pesi pari, rispettivamente, al 94 e 88%.

Emissioni pro capite - anno 2003

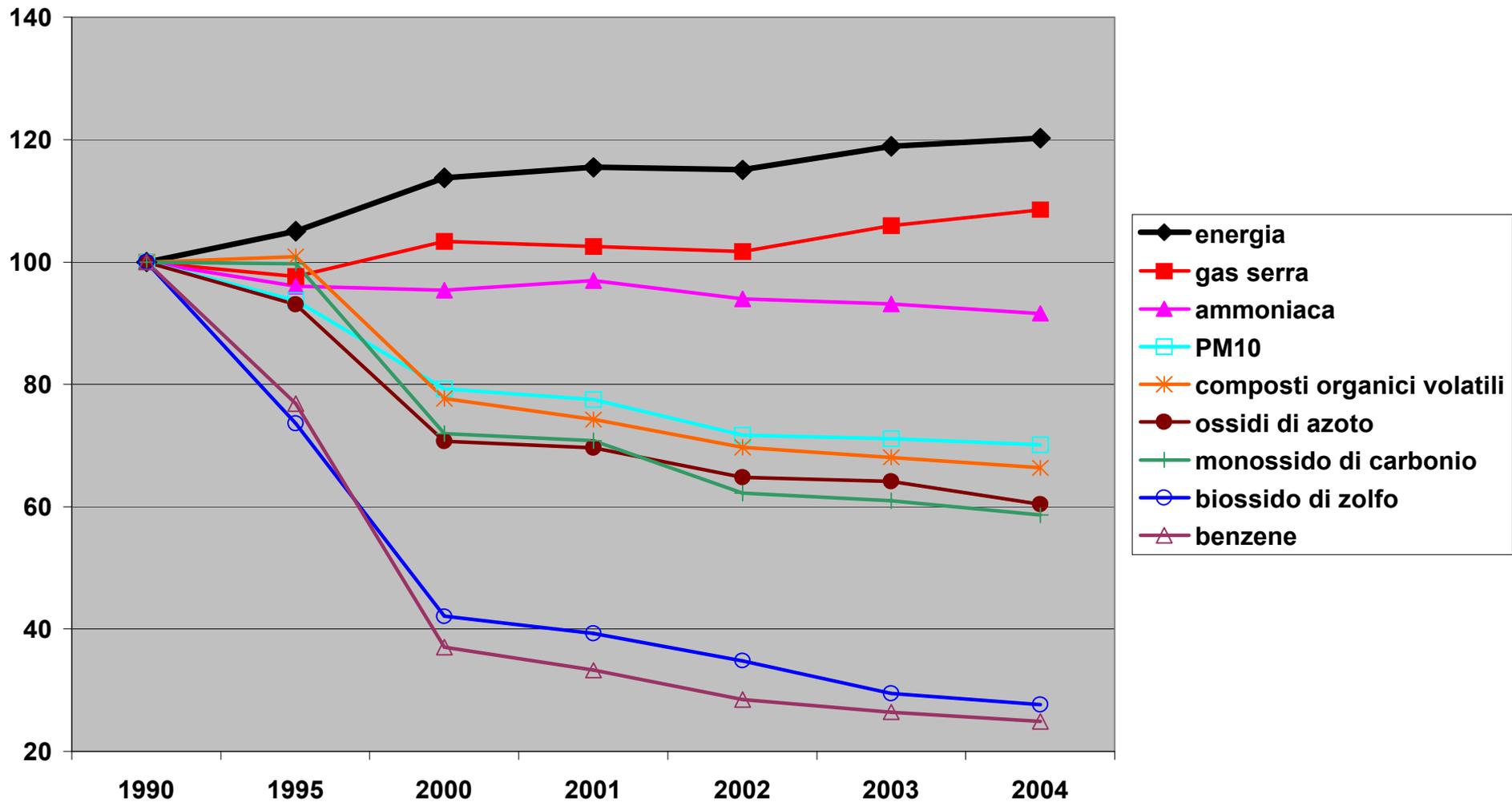


Rispetto al valore nazionale pro capite, le emissioni pro capite di PM10 nelle città sono inferiori di circa il 50%. Emissioni pro capite inferiori si riscontrano anche per gli altri inquinanti, sebbene in misura minore. Unica eccezione il benzene (traffico), le cui emissioni pro capite nelle 24 città sono superiori al 50% rispetto alla media nazionale.

Passando dai 24 capoluoghi alle 14 città metropolitane e da queste alle quattro grandi metropoli (RM, MI, TO, NA), le emissioni pro capite sono decrescenti *con unica eccezione l'ammoniaca (marmitte catalitiche)*.

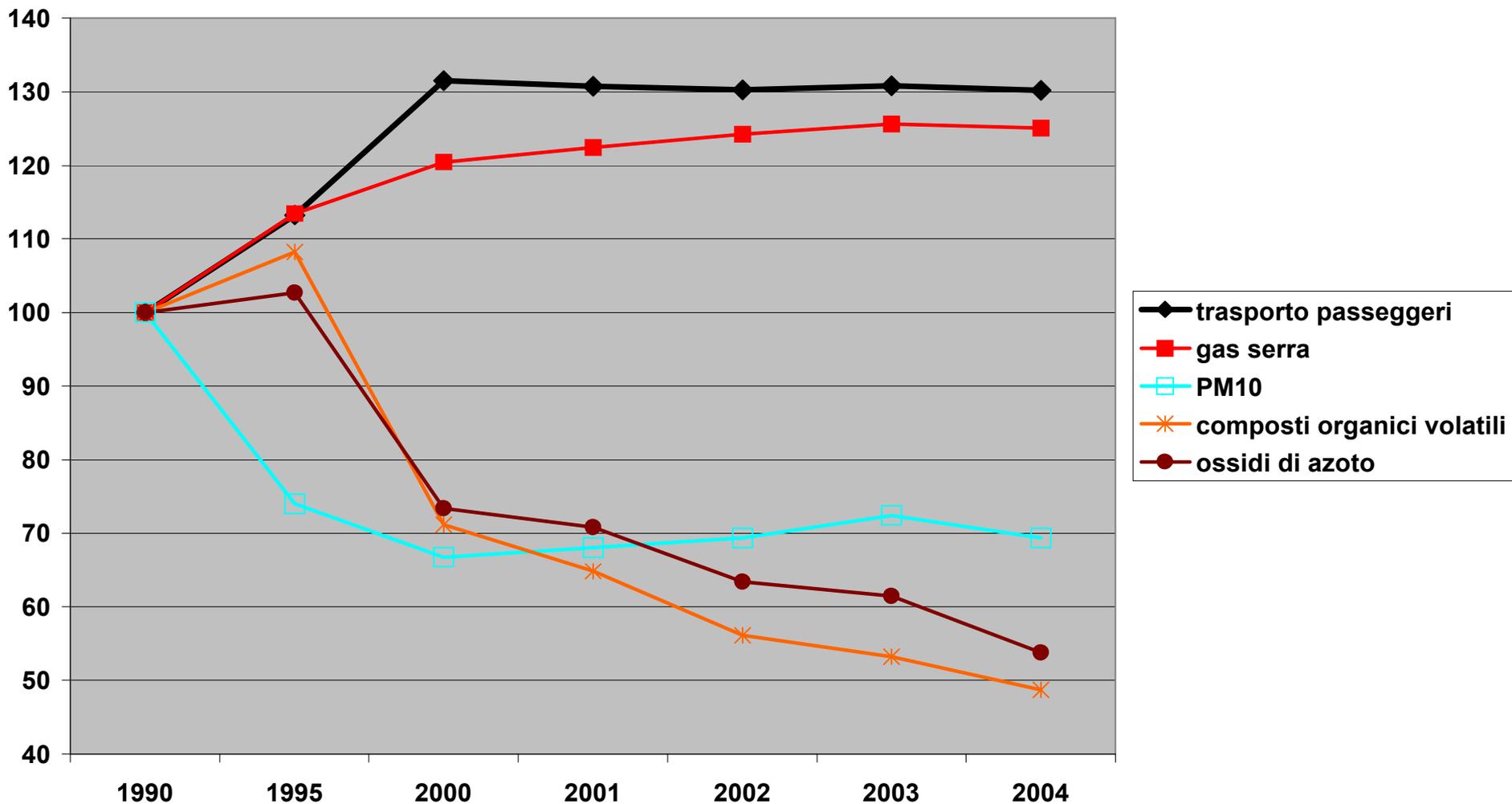
Disaccoppiamento?

CONSUMI DI ENERGIA ED EMISSIONI ATMOSFERICHE IN ITALIA (1990: 100)



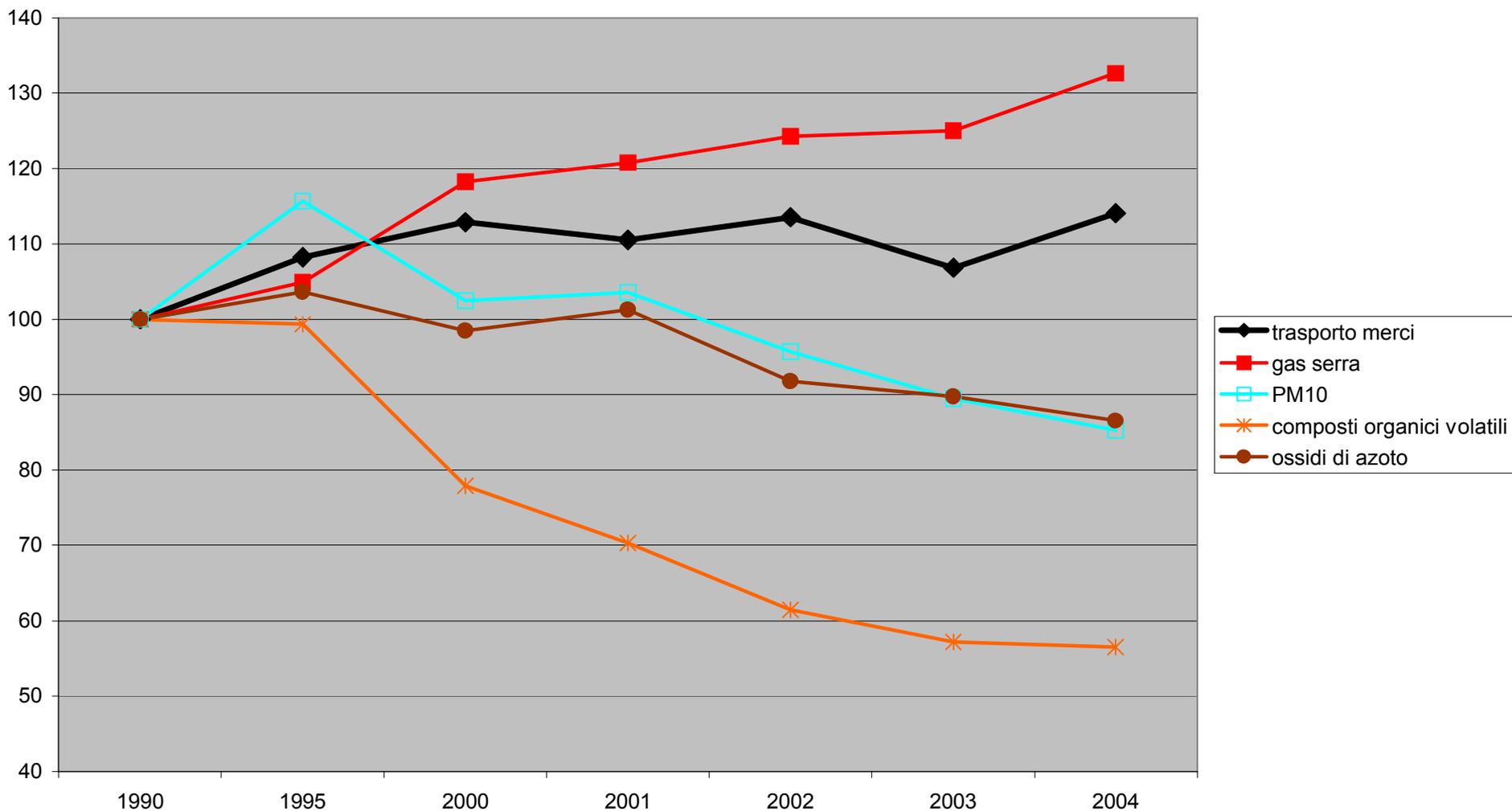
Elaborazione su dati APAT (Annuario dei dati ambientali 2005-2006) ed ENEA (Energia e Ambiente 2006)

MOBILITA' DELLE PERSONE E RELATIVE EMISSIONI ATMOSFERICHE IN ITALIA (1990:100)



Elaborazione su dati APAT, Annuario dei dati ambientali 2005-2006
(i dati del trasporto passeggeri che si sono elaborati sono espressi in miliardi di passeggeri-km)

TRASPORTO MERCI E RELATIVE EMISSIONI ATMOSFERICHE IN ITALIA (1990:100)



**Elaborazione su dati APAT, Annuario dei dati ambientali 2005-2006
(i dati del trasporto merci che si sono elaborati sono espressi in milioni di tonnellate-km)**

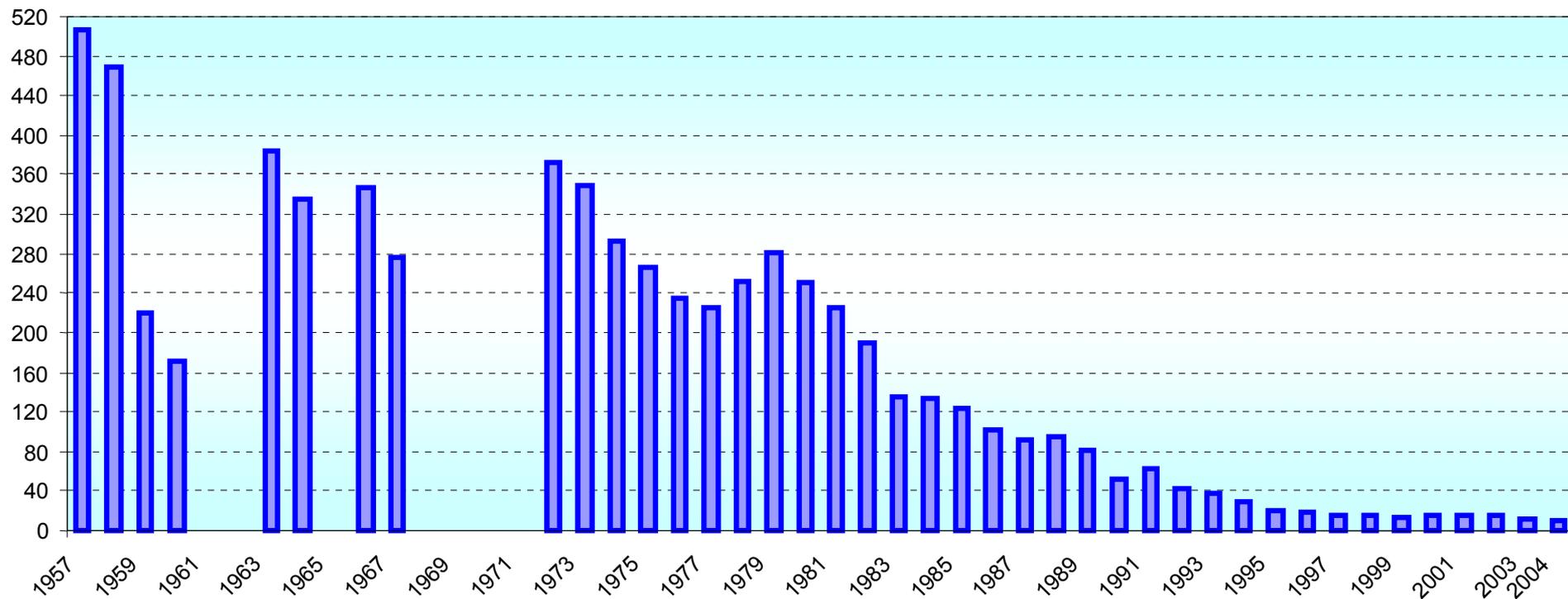
Come si riflettono le
tendenze delle emissioni
sulla qualità dell'aria?

**Si è operato con successo
nei confronti di
inquinanti primari:
biossido di zolfo (SO₂),
monossido di carbonio (CO),
piombo (Pb),
benzene (C₆H₆)**

Milano 1957-2004

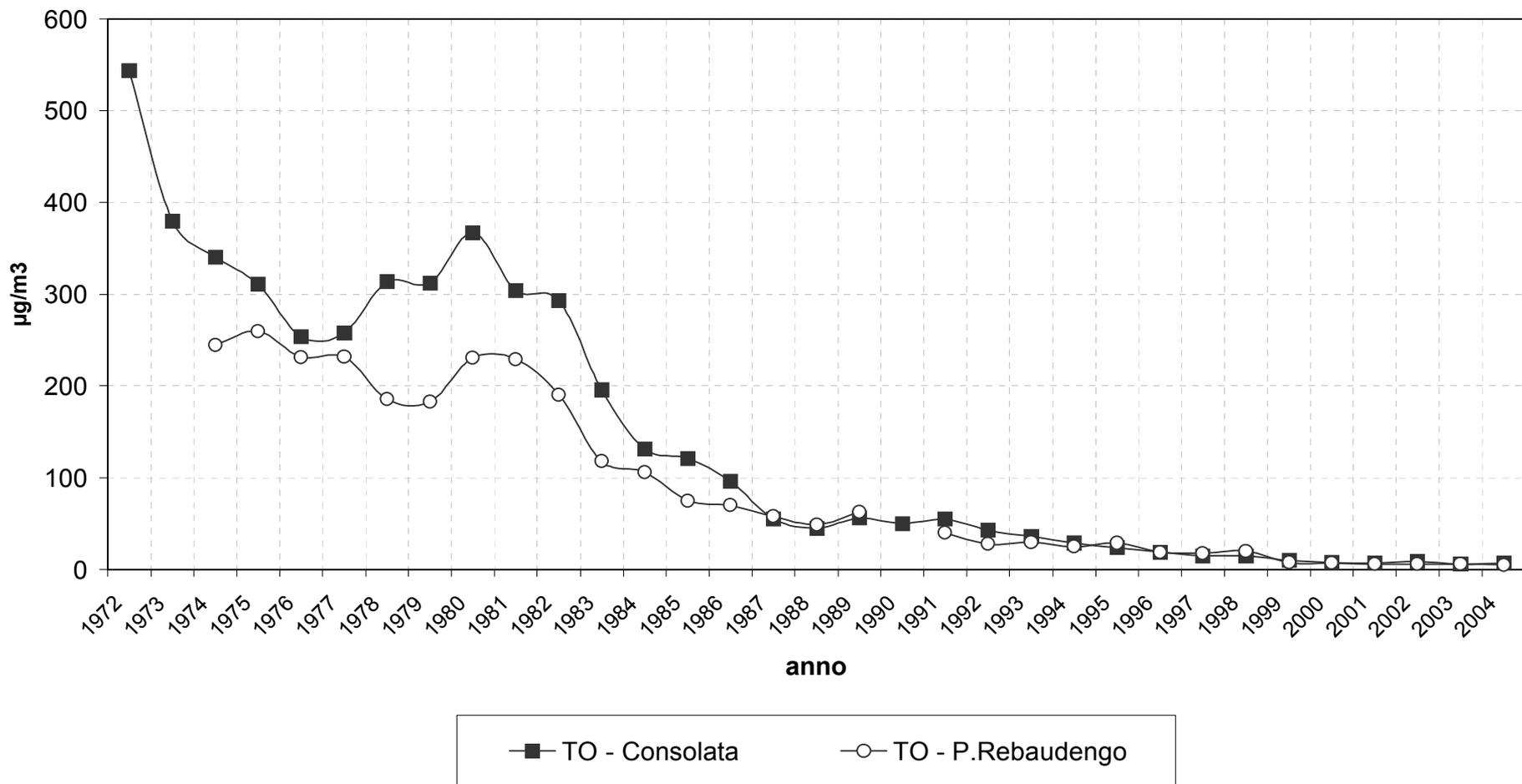
$\mu\text{g}/\text{m}^3$

SO₂ concentrazioni annue Juvara



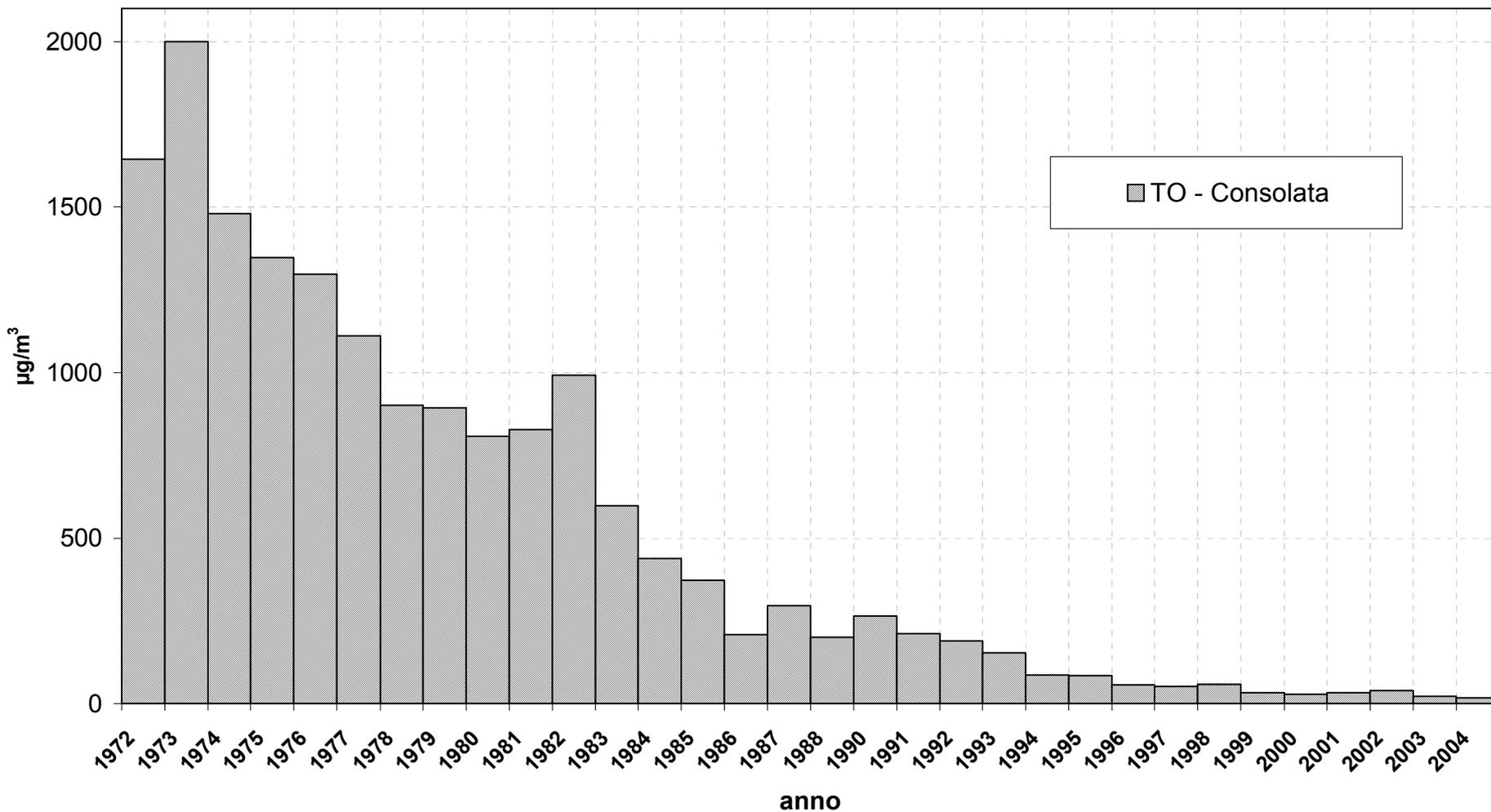
Torino - Concentrazione annua di SO₂

Biossido di Zolfo medie annue

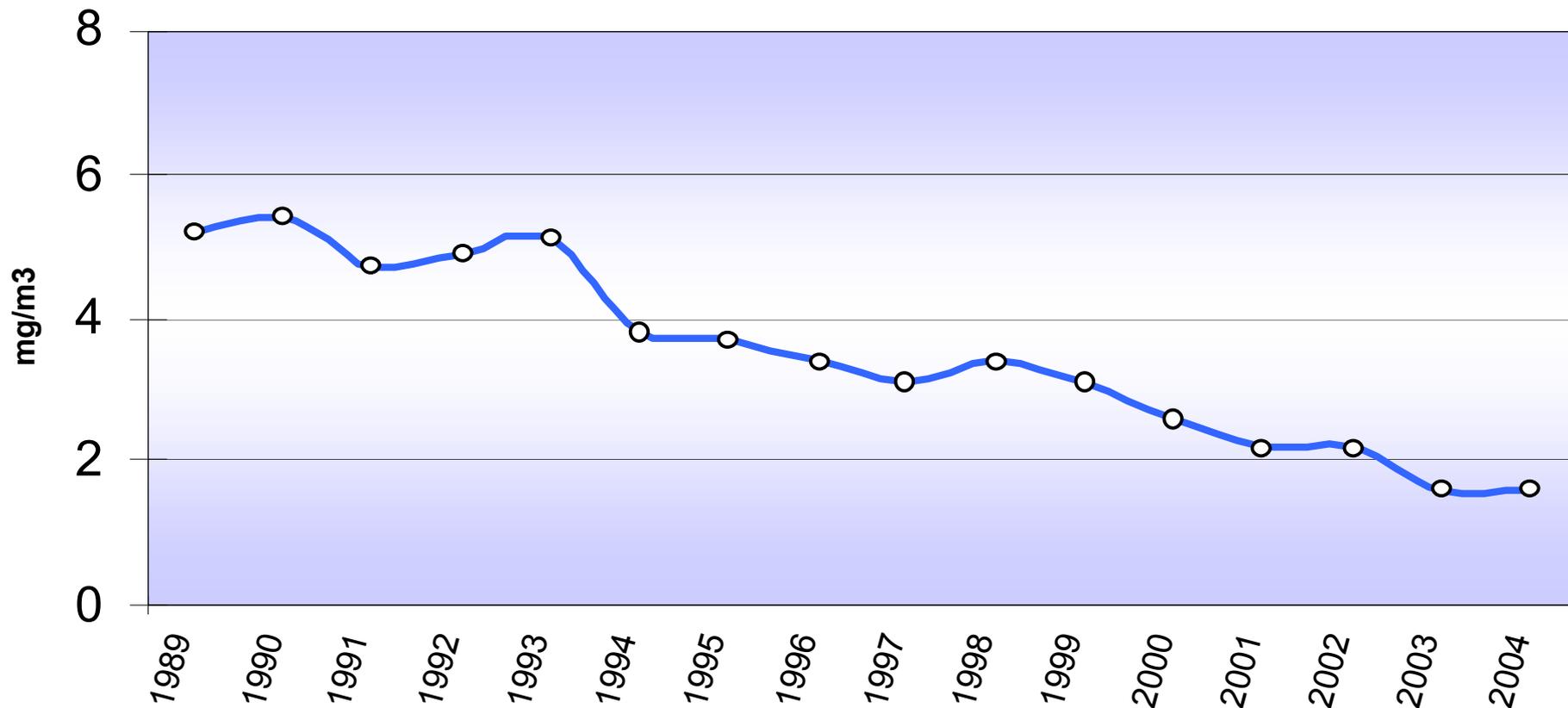


Concentrazione massima giornaliera per anno di SO₂ nell'area metropolitana di Torino

Biossido di Zolfo max media giornaliera

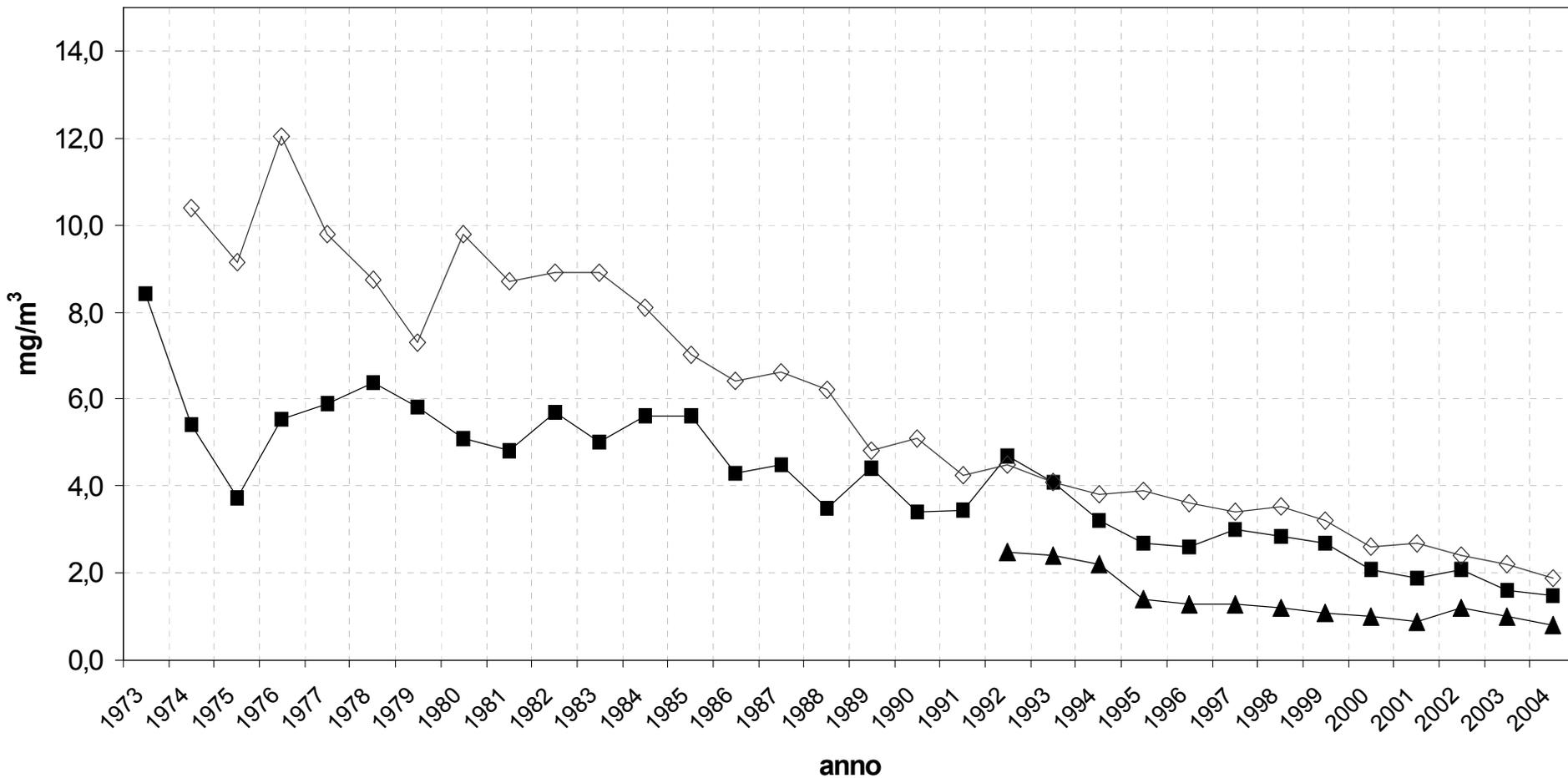


MEDIA ANNUA MONOSSIDO DI CARBONIO CO MILANO - Marche



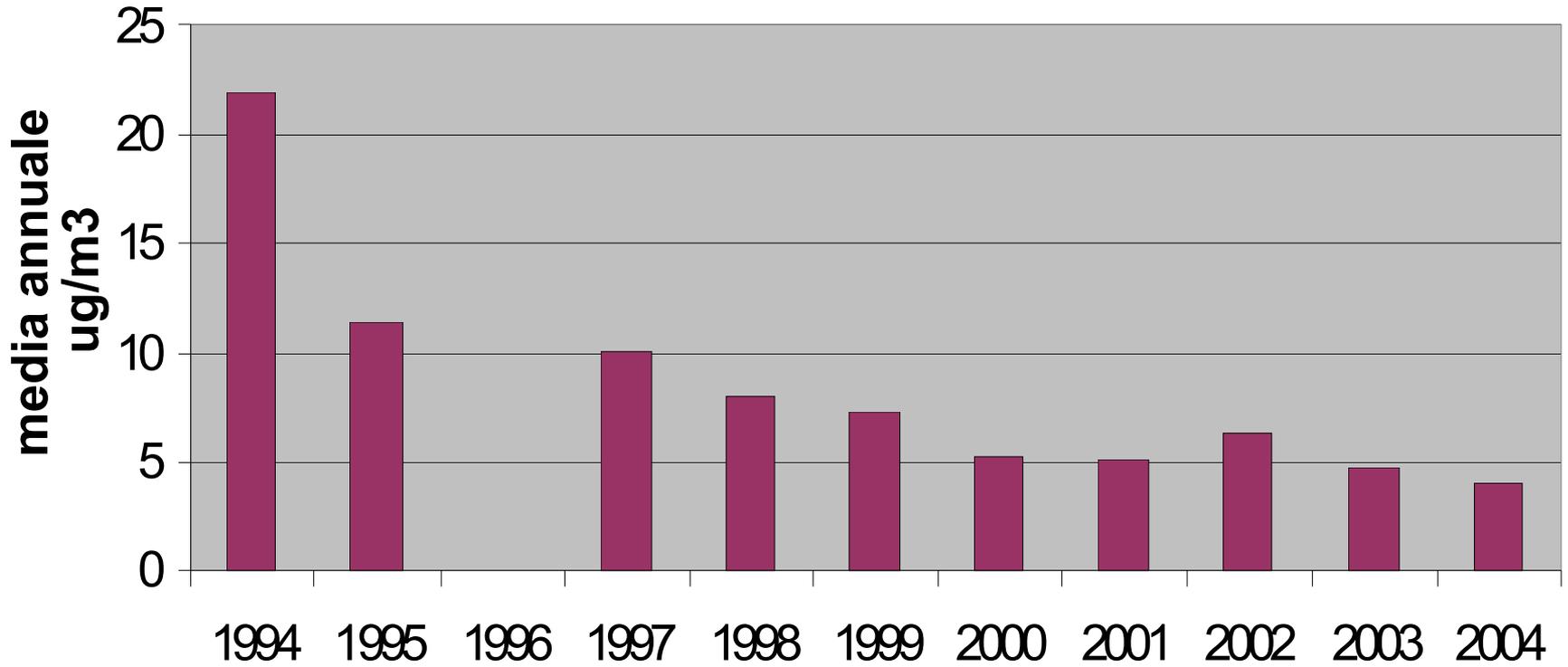
Torino 1973-2004

Monossido di carbonio medie annue



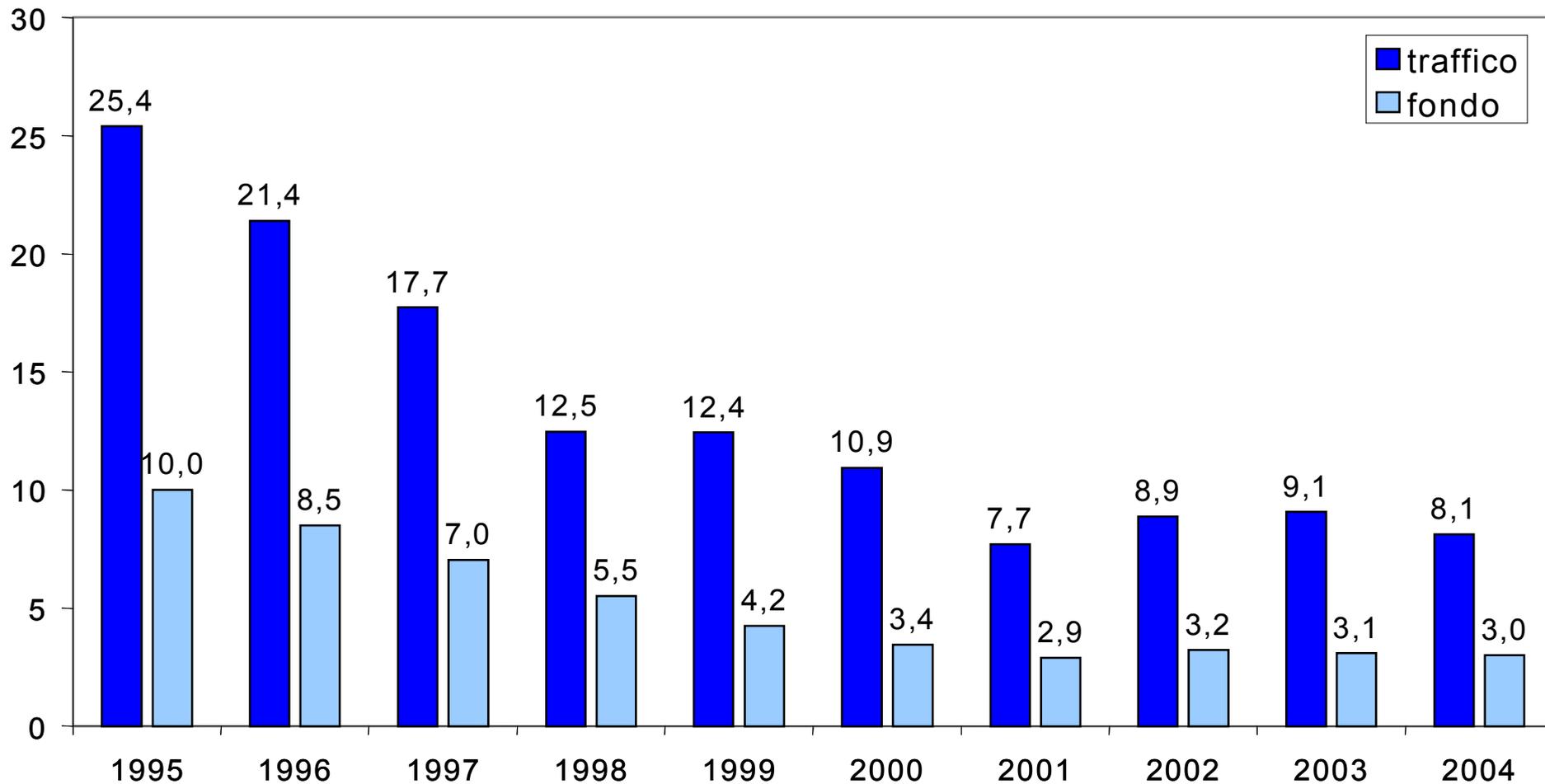
Fonte: CNEIA, 2006

Città di Milano - Benzene



Area urbana FIRENZE, andamento BENZENE (medie annuali)

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



**Non altrettanto
successo si è avuto
nel caso di inquinanti
secondari: biossido di
azoto (NO_2)^(*),
ozono (O_3)^(**)**

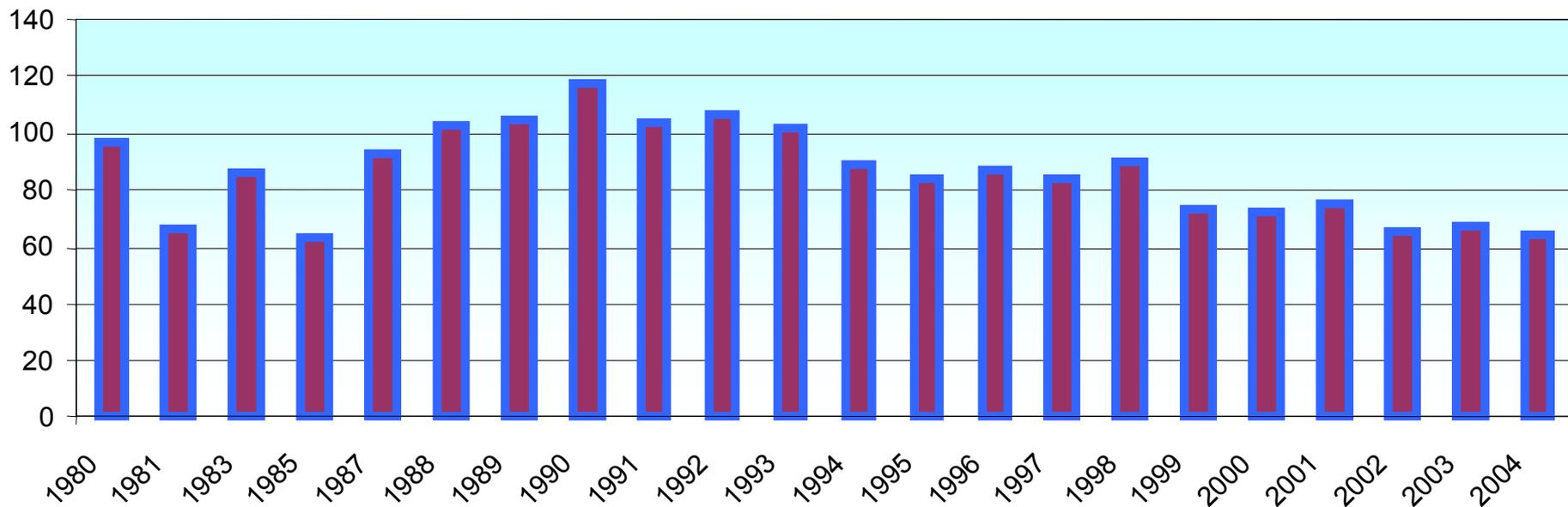
**(*) Il biossido di azoto è per la
maggior parte (90-95%) di
origine secondaria**

() L'ozono troposferico è un
inquinante interamente
secondario**

MILANO, andamento BLOSSIDO DI AZOTO (medie annuali)

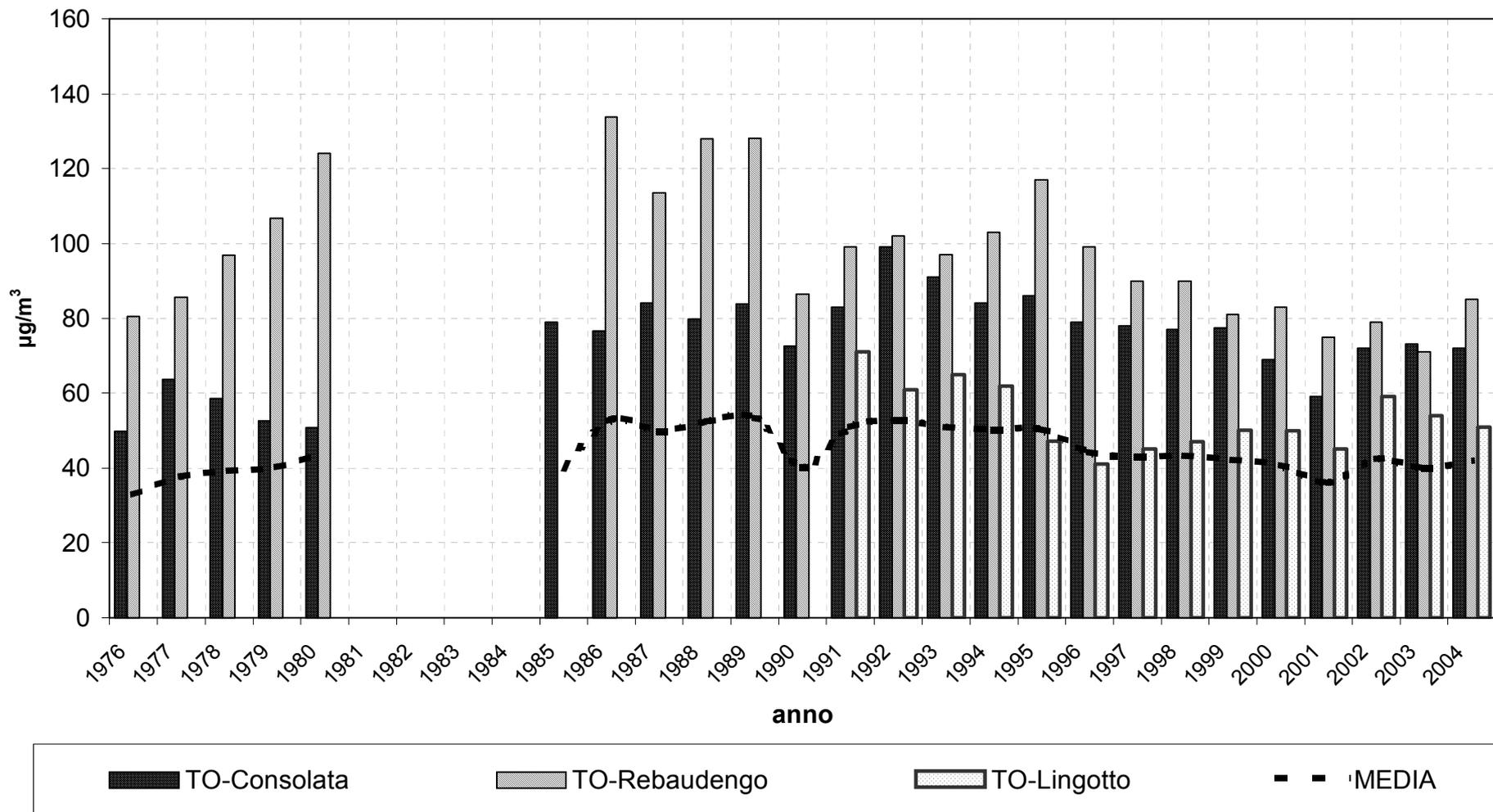
Andamento medio delle concentrazioni di NO₂
Milano - Juvara

µg/m³



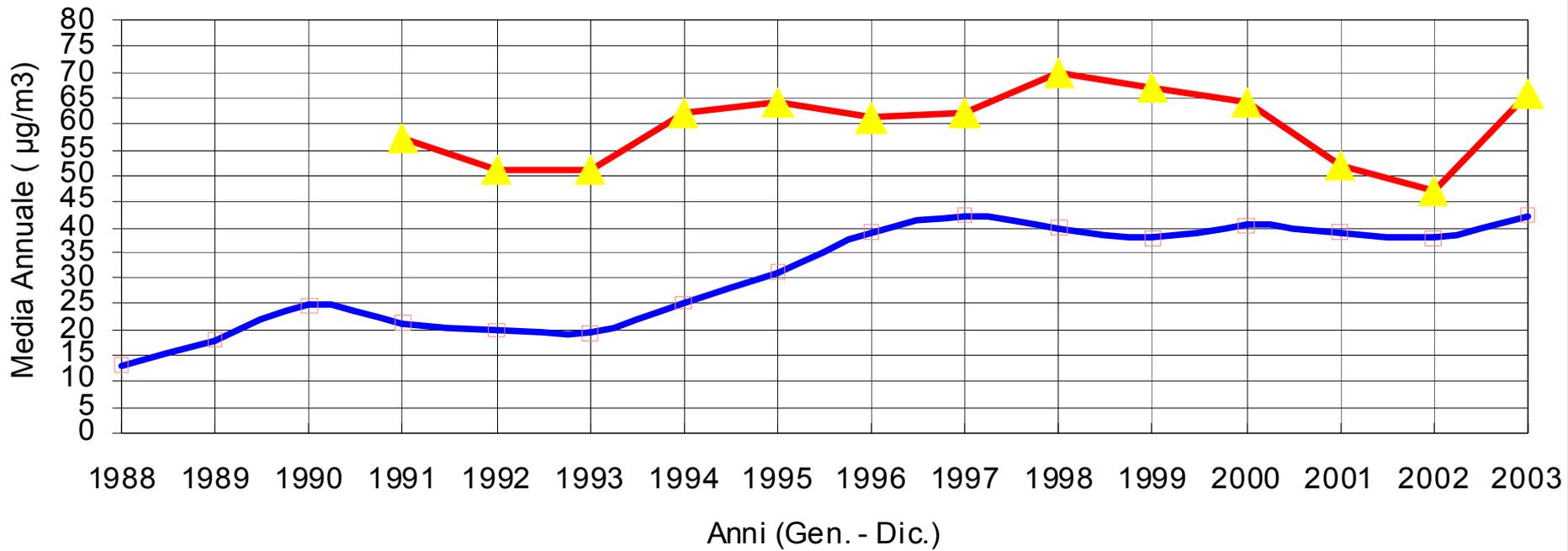
TORINO, andamento BLOSSIDO DI AZOTO (medie annuali)

Biossido di Azoto medie annue



MILANO, andamento OZONO

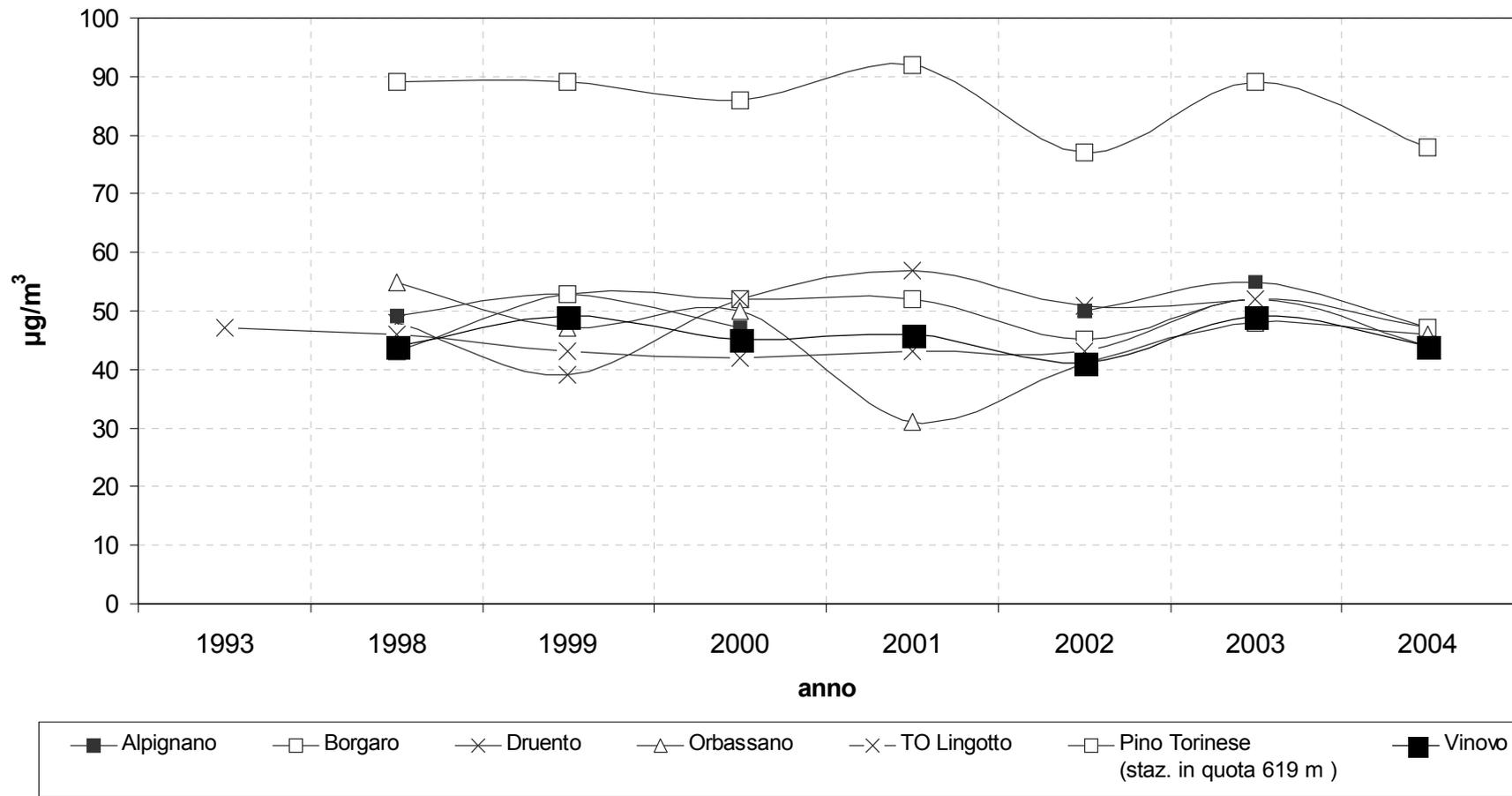
ozono



—□— Comune di Milano —▲— Varenna

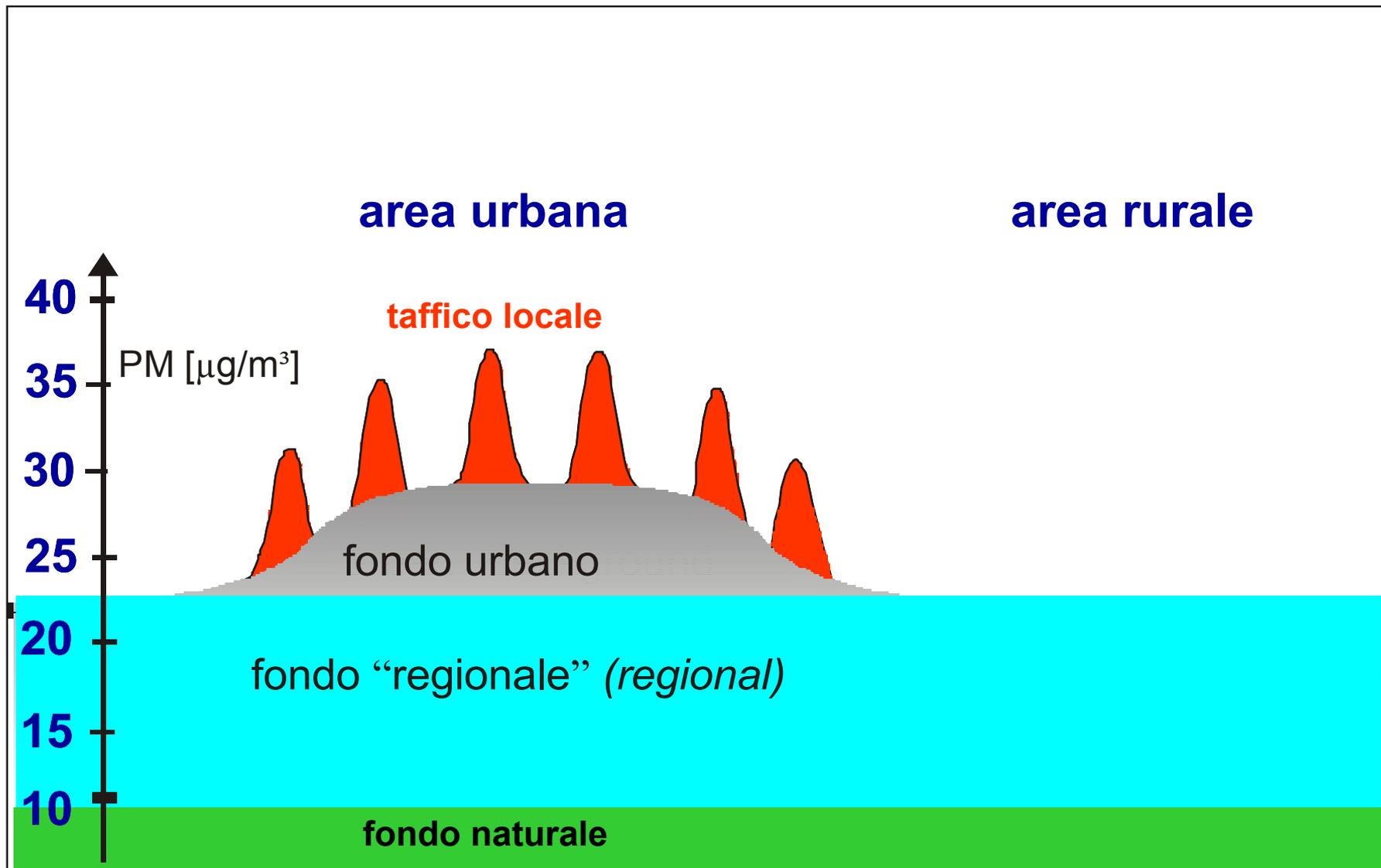
Torino

Ozono medie annue



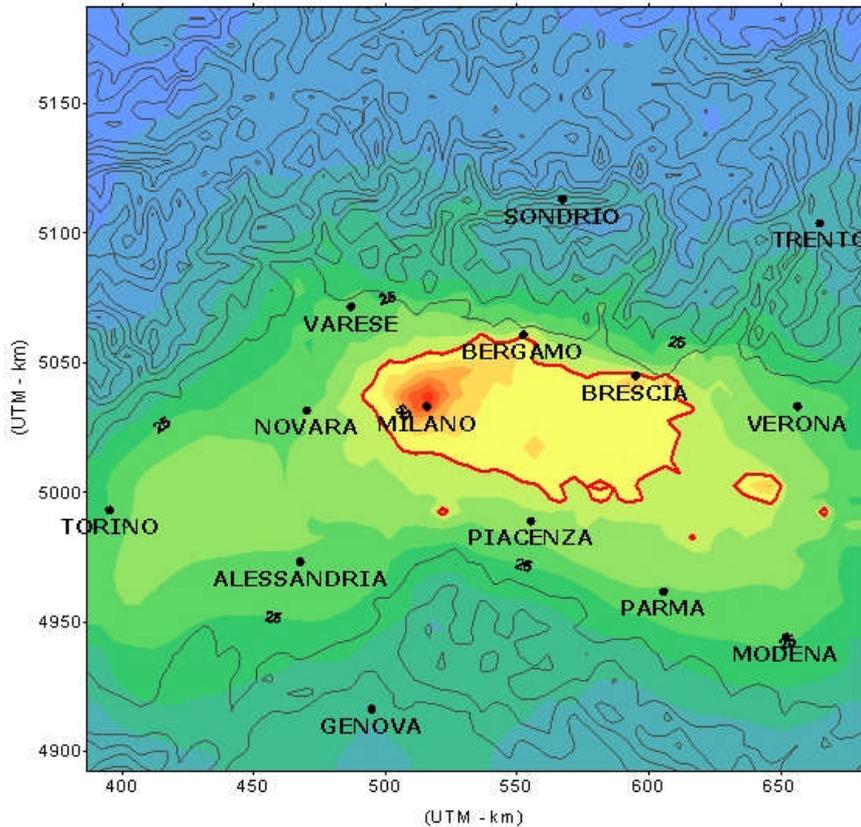
**Il caso del
particolato (PM,
particulate matter):
parte di origine
primaria,
parte di origine
secondaria**

CONCENTRAZIONE IN ARIA DEL PM10 NELLE VARIE ZONE

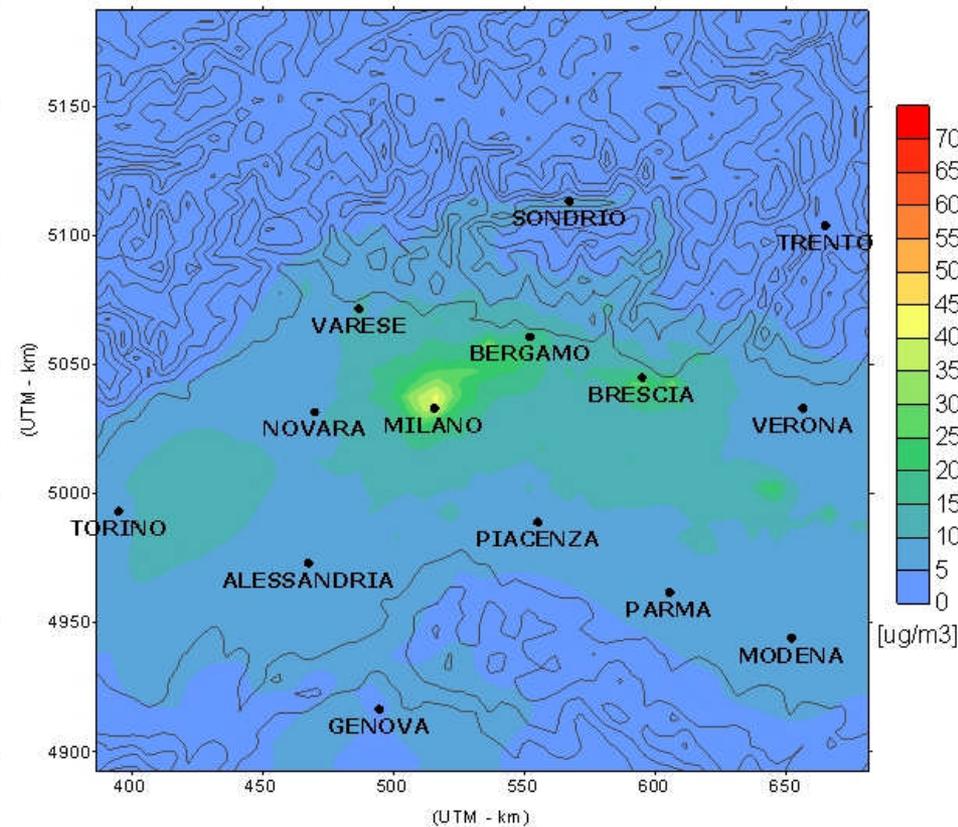


Il peso del PM10 secondario

Concentrazione media annua PM10 **totale**



Concentrazione media annua PM10 **primario**



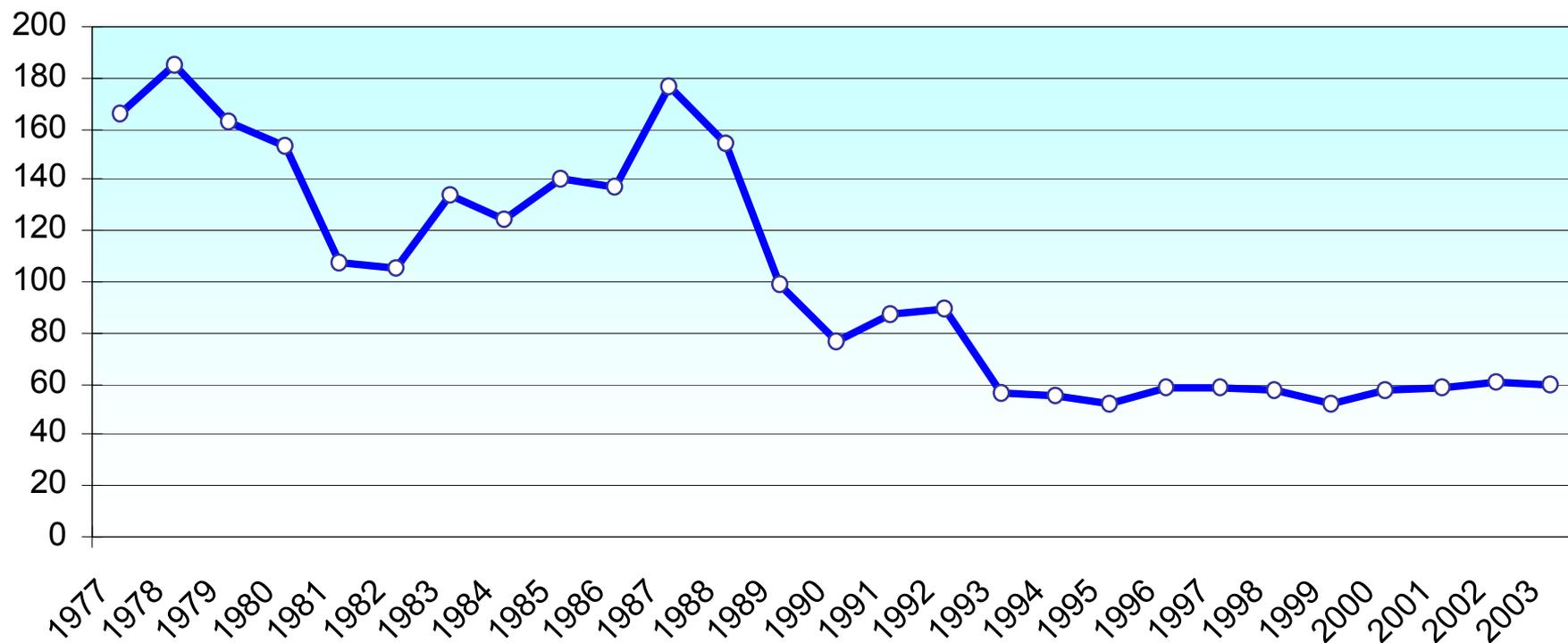
Attualmente nelle zone di fondo urbano, la componente secondaria del PM10 arriva a pesare per il 50% o più.

Attualmente nelle zone rurali la componente secondaria del PM10 arriva a pesare fino all'80-90%.

**Inquinanti che contribuiscono alla componente secondaria del PM10:
biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), composti organici (COV), ammoniaca (NH₃)**

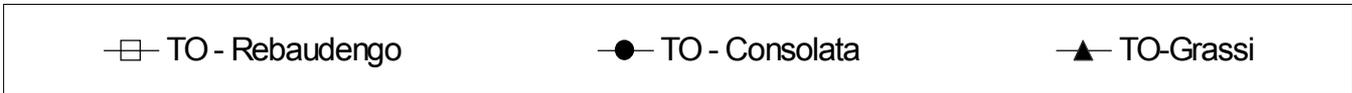
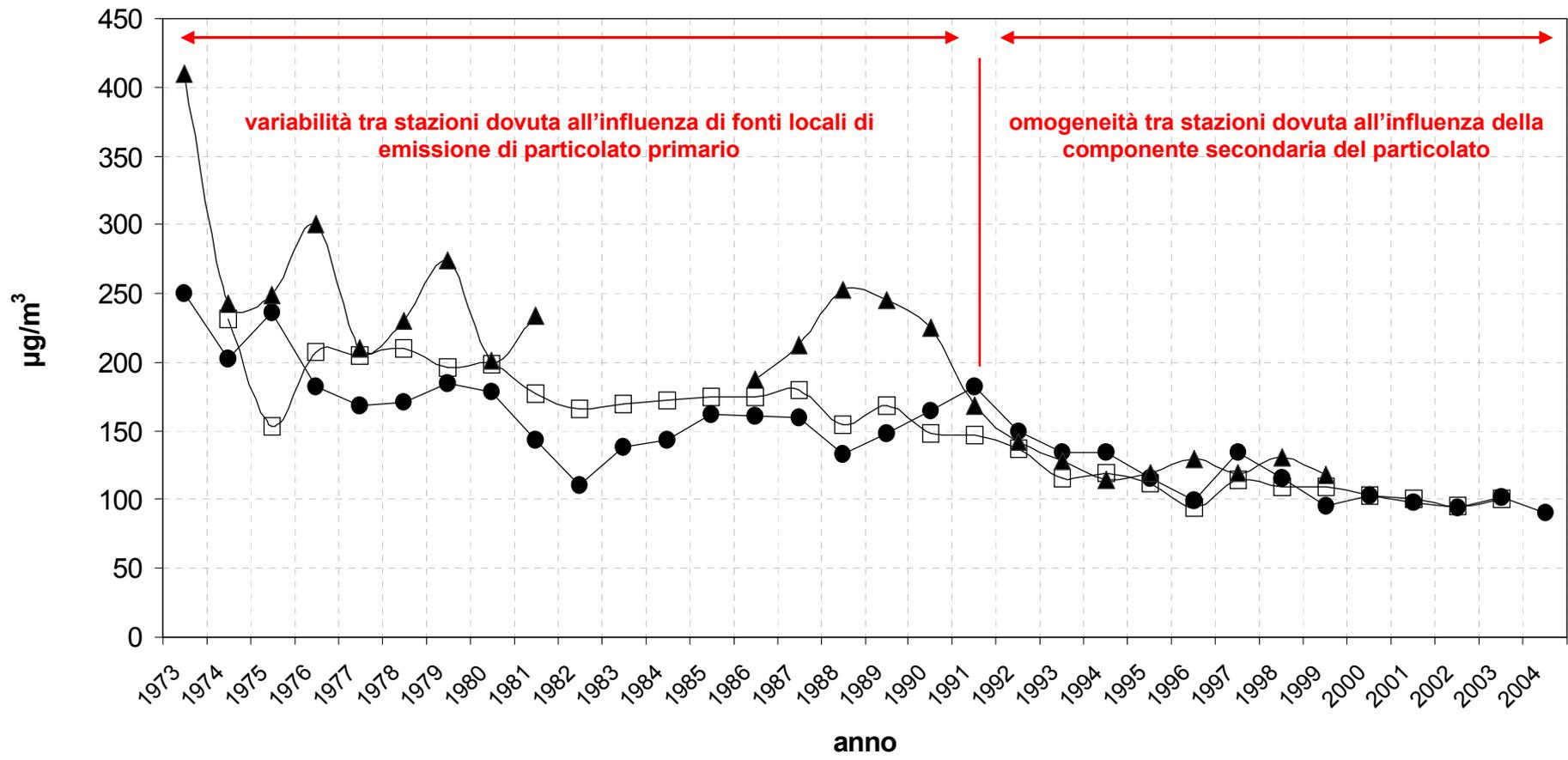
Milano

Concentrazione media annua PTS Juvara e Liguria



Particolato Totale Sospeso medie annue

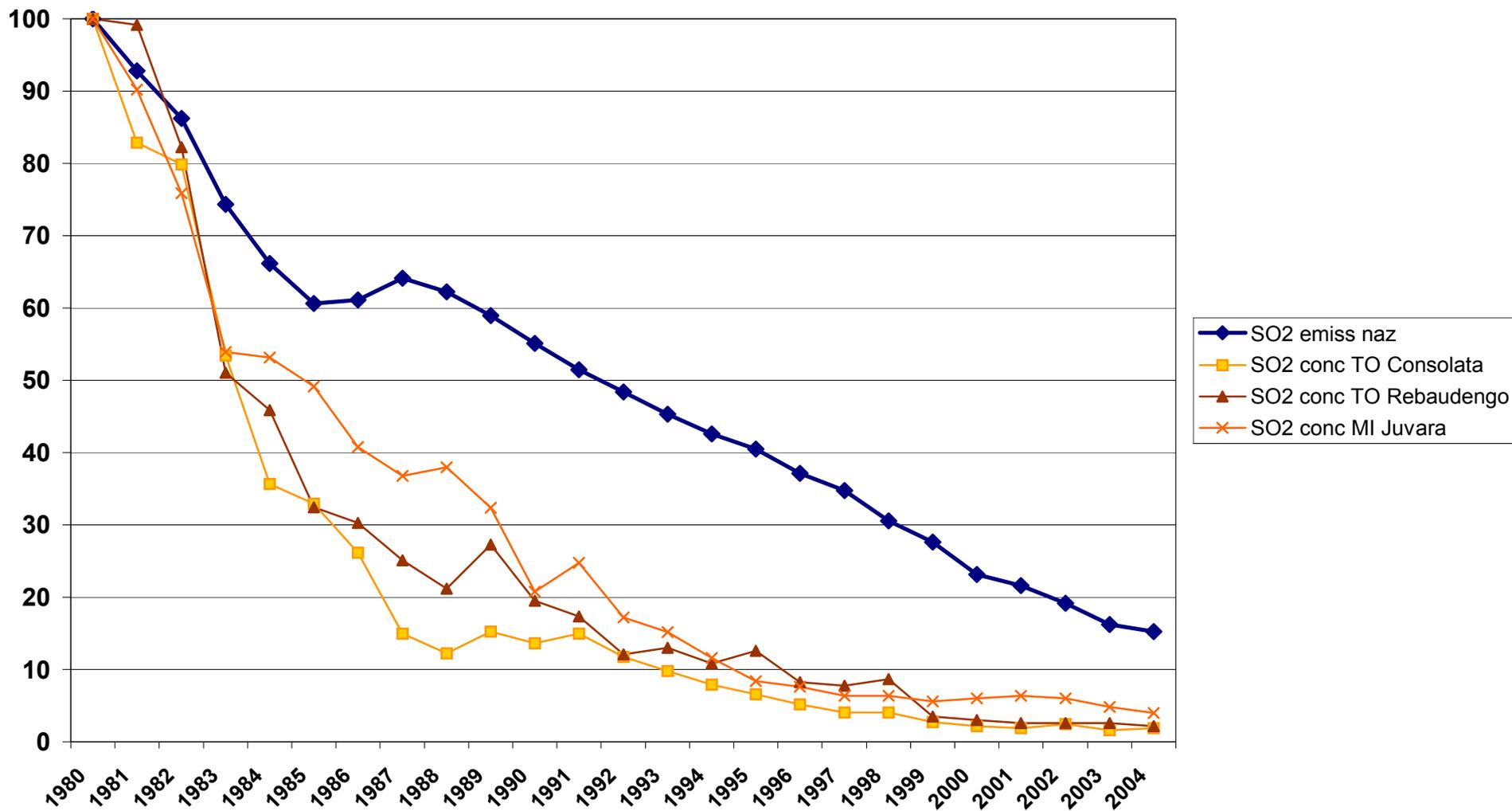
Torino



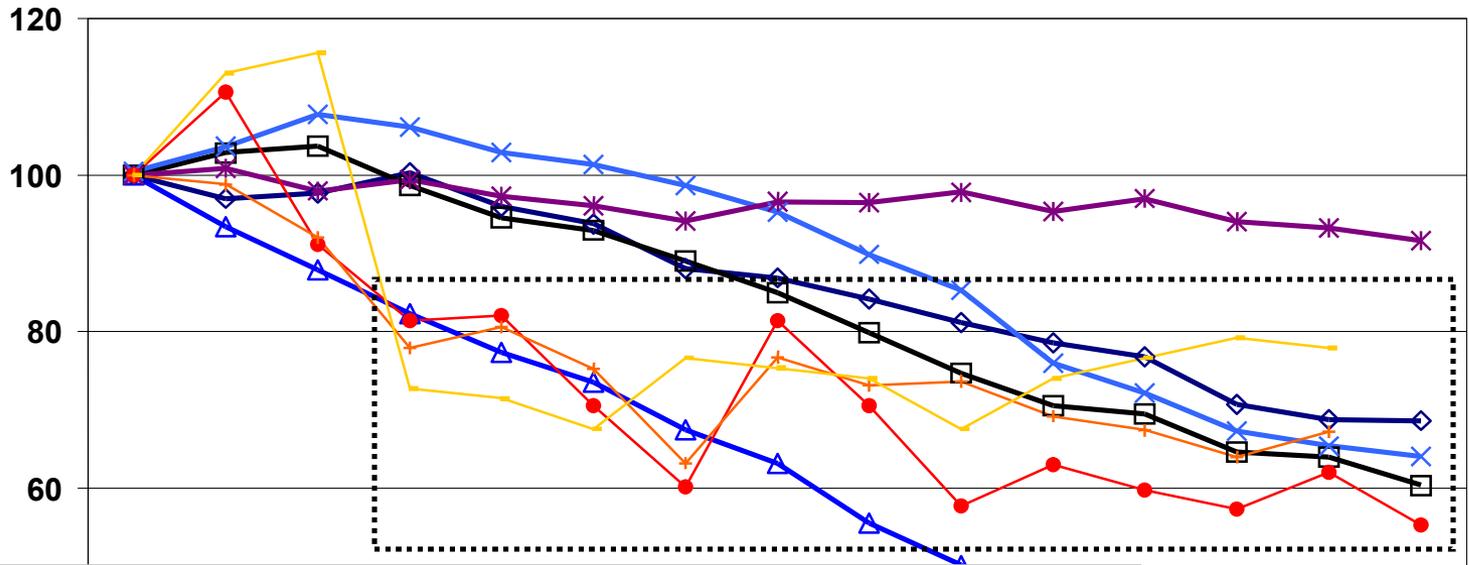
**In definitiva si nota
una riduzione delle
concentrazioni di
particolato totale
sospeso (PTS) fino
ai primi anni '90,
poi una sostanziale
stazionarietà**

Se mettiamo insieme le emissioni (cause)
e le concentrazioni (effetti).....

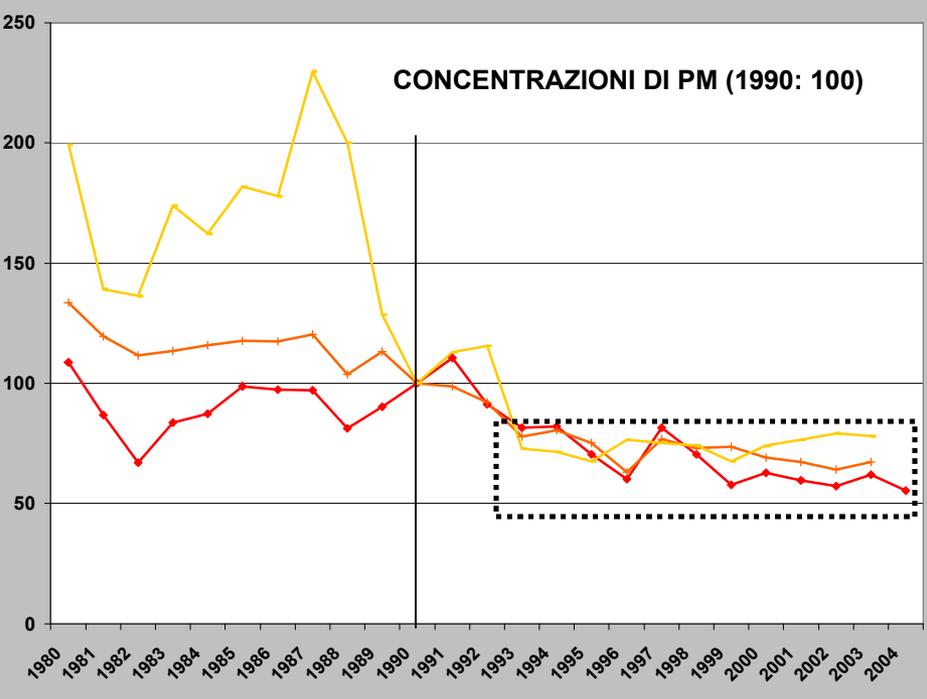
EMISSIONI E CONCENTRAZIONI DI BISSIDO DI ZOLFO IN ITALIA (1980: 100)



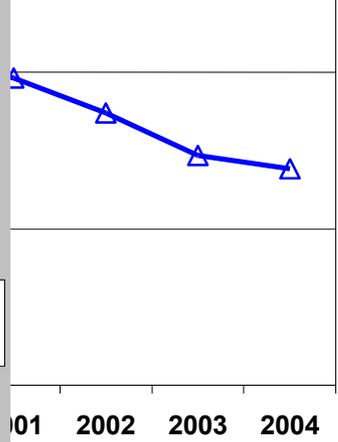
EMISSIONI DI PM E PRECURSORI, E CONCENTRAZIONI DI PM IN ITALIA (1990: 100)



- ◆ PM emiss naz
- ▣ NOx emiss naz
- ▲ SOx emiss naz
- ✕ COV emiss naz
- ✱ NH3 emiss naz
- PST conc TO Consolata media annua
- ✚ PST conc TO Rebaudengo media annua
- PST conc MI Juvara/Liguria media annua



- ◆ TO Consolata
- ✚ TO Rebaudengo
- MI Juvara/Liguria



Quindi:

Gli inquinanti critici sono attualmente quelli a esclusiva o rilevante componente secondaria: ozono, PM10 (e PM2,5), NO₂.

La concentrazione in aria di questi inquinanti è legata in maniera complessa (non lineare) alle emissioni atmosferiche.

E' necessario mettere a punto una strategia integrata per ozono e PM10 – a cui si deve aggiungere il biossido di azoto (NO₂) per il quale esistono valori limite che entreranno in vigore nel 2010 e il PM2,5 che sarà normato sulla base della nuova direttiva europea – per individuare misure di riduzione delle emissioni che siano efficaci per tutti questi inquinanti.

Inoltre bisogna integrare in maniera intelligente le strategie di riduzione delle emissioni inquinanti con quelle per la riduzione dei gas serra.

In particolare è necessario rispondere ai seguenti quesiti:

- 1) **cosa ridurre**, cioè quali sono gli inquinanti sulle cui emissioni intervenire

- 2) **come ridurre**, se cioè sono sufficienti riduzioni temporanee delle emissioni oppure è necessario ridurre in maniera permanente

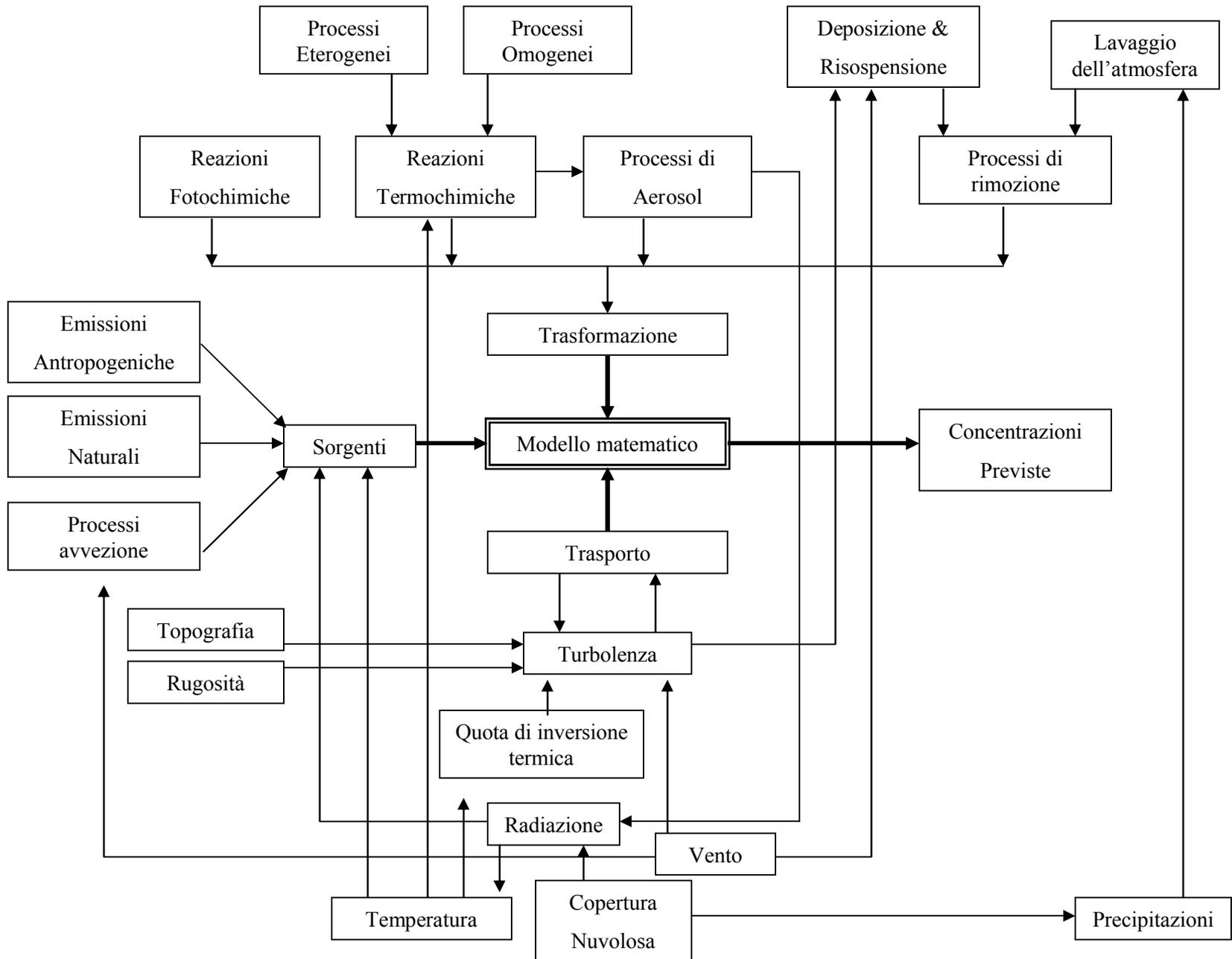
- 3) **dove ridurre**, cioè in quali ambiti spaziali applicare i provvedimenti di abbattimento delle emissioni

- 4) **quanto ridurre** le emissioni inquinanti rispetto ai livelli attuali

E' possibile da parte della comunità tecnico-scientifica rispondere alle domande su cosa, come, dove e quanto?

Sì, anche se la risposta per il PM10, O₃, NO₂ e PM2,5 è particolarmente complessa e implica l'utilizzo di una gran mole di conoscenze e dati, di un *approccio fortemente interdisciplinare* e di strumenti matematici particolarmente sofisticati (*atmospheric chemical transport models*)

Elementi di un *mathematical atmospheric chemical transport model* (da Seinfeld e Pandis, 2006)



In assenza di analisi modellistiche dettagliate e contestualizzate, si possono fare delle considerazioni di larga massima per quanto concerne il *come* e il *dove*:

Per quanto riguarda il ***come*** ridurre, se cioè sono sufficienti provvedimenti per riduzioni temporanee delle emissioni (come per esempio le targhe alterne, siano esse applicate periodicamente o come provvedimento *una tantum*) oppure è necessario ridurle in maniera permanente, bisogna considerare che i tempi caratteristici dei processi chimici e fisici relativi alla formazione e alla permanenza in atmosfera del PM10 e dell'ozono vanno da alcune ore ad alcuni giorni e più.

Per questi motivi sembra ragionevole pensare che le emissioni di PM10 primario e dei precursori del PM10_{sec} (e di ozono) vadano ridotte in maniera permanente.

Si evince da ciò la *necessità di riduzioni strutturali delle emissioni inquinanti.*

Per quanto riguarda il **dove**, cioè in quali ambiti spaziali applicare i provvedimenti di riduzione delle emissioni, quello che si può dire in generale è che per PM10 e ozono, come per tutti gli inquinanti a esclusiva o preponderante componente secondaria i provvedimenti locali hanno una efficacia limitata.

Uno studio modellistico condotto dall'Agenzia regionale prevenzione e ambiente dell'Emilia Romagna (Deserti et al., 2006) che ha considerato le emissioni dell'intero bacino padano utilizzando i dati dell'inventario nazionale delle emissioni dell'APAT mostra che se si *azzerassero le emissioni inquinanti di tutta l'Emilia Romagna* sul territorio della stessa regione la media diurna estiva dell'ozono rimarrebbe sostanzialmente invariata, e la media annuale del PM10 sempre sul territorio regionale si ridurrebbe al massimo del 30-40%.

Evidentemente il contributo maggiore alle concentrazioni di PM10 e ozono dell'Emilia Romagna proviene dalle aree esterne alla regione.

Questo ha delle importanti implicazioni in termini di politiche di risanamento della qualità dell'aria in quanto mostra come azioni, anche draconiane, di riduzione delle emissioni limitate al territorio di una sola regione hanno scarsa efficacia per la regione stessa: nel caso della valle padana solo politiche applicate all'intero bacino possono essere efficaci.

Ai sensi della normativa vigente – D.Lgs. 351/99 – la valutazione e gestione della qualità dell'aria è materia regionale.

**SAREBBE OPPORTUNO CHE LA NUOVA NORMATIVA
TENESSE CONTO DI QUESTI ELEMENTI**

Il cosa e il quanto richiedono risposte più articolate.

Per quanto riguarda il **cosa**, e cioè quali sono gli inquinanti sulle cui emissioni è necessario intervenire, è chiaro in linea di principio che questi sono gli ossidi di azoto e i composti organici volatili per l'ozono, ai quali si aggiungono biossido di zolfo e ammoniaca per il PM10_{sec} più naturalmente il PM10 primario

Il punto è individuare nelle specifiche situazioni quali sono i *fattori limitanti*, ovvero individuare quali sono i precursori per i quali una riduzione delle emissioni si traduce efficacemente in una riduzione delle concentrazioni in aria di ozono e PM10_{sec}.

Questo si può fare solo con una dettagliata analisi modellistica contestualizzata per macroarea, la quale dovrà dare anche risposte in merito al **quanto**, cioè definire di quanto ridurre le emissioni inquinanti rispetto ai livelli attuali.

Quello che si può dire anche sulla scorta delle considerazioni fatte sopra è che *l'entità delle riduzioni necessarie per rispettare i limiti di qualità dell'aria è tutt'altro che blanda.*

QUALCHE POSTILLA CONCLUSIVA

**L'AMBIENTE (come l'ENERGIA e
l'INNOVAZIONE) è un campo nel quale i
processi decisionali devono fare perno su
complessi di
CONOSCENZE SCIENTIFICHE E TECNICHE**

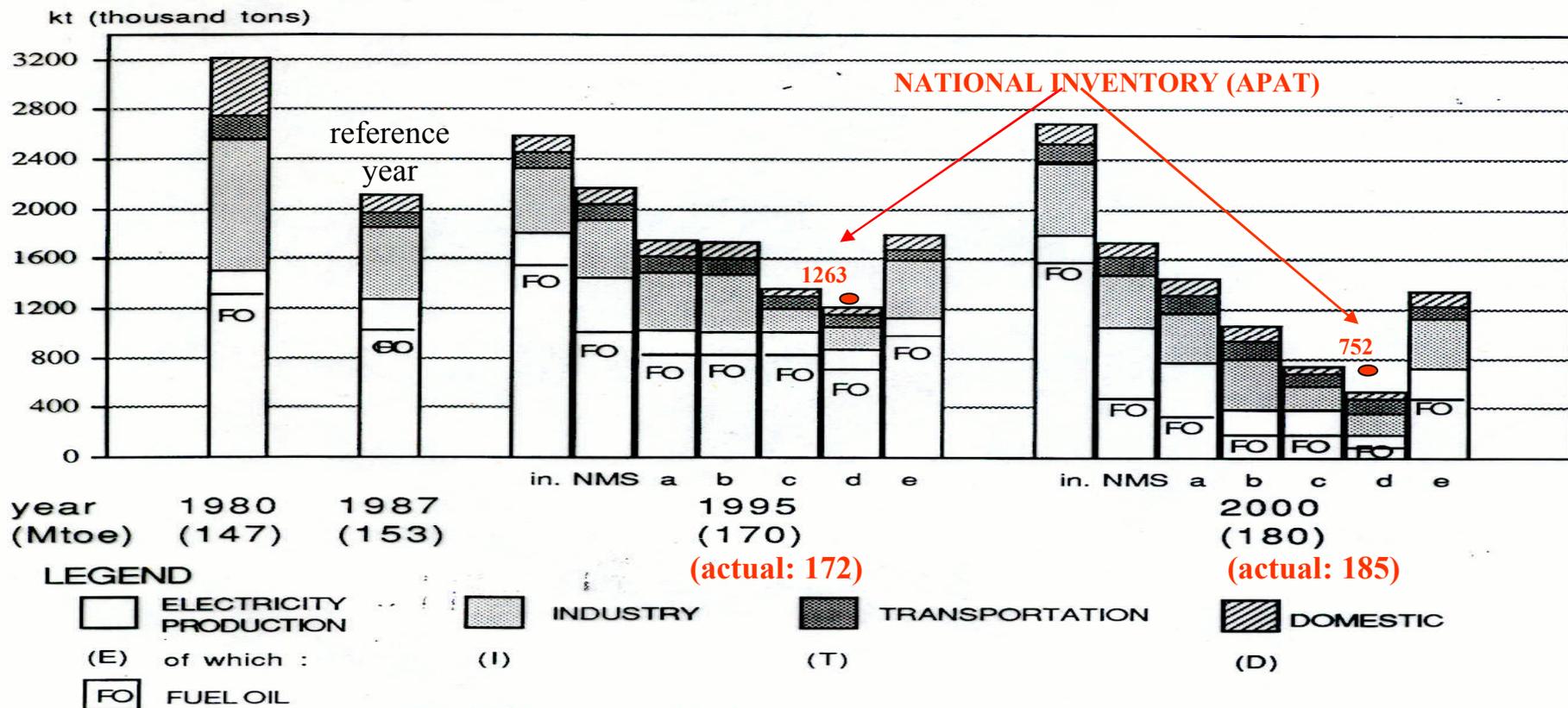
**QUESTA INTERAZIONE TRA ASPETTI
TECNICO-SCIENTIFICI
E
POLITICO-DECISIONALI
E' CRITICA**

3 ESEMPI:

Il PEN 88 è stato l'ultimo piano energetico nazionale

Il Piano Energetico Nazionale del 1988 (PEN 88) è stato il primo – e anche l'ultimo – che ha incluso nell'analisi le tematiche ambientali tramite la costituzione di un gruppo di lavoro “Energia ed ambiente”

EFFETTO DI DIVERSE NORMATIVE SULL'EMMISSIONE DI ANIDRIDE SOLFOROSA(SO₂) DA PROCESSI DI COMBUSTIONE



Fonte: Energia ed Ambiente 1988

	energy sources mix		REGULATIONS							
	inertial mix	new mix	all sectors	E			I	T	D	
				pre 87	M.D. 105/87	P.R. 1200	P.R. 400	F.O. 1200	GASOIL 0.2%	EEC hypothesis
in. NMS	X		X							
a		X		X						
b		X		X	X					
c		X		X	X		X	X		
d		X		X		X	X	X		
e		X						X	X	

M.D.105/87= Ministry of Environment decree on the limits for emissions in the atmosphere by thermal power plants.

P.R.1200 or 400 = Emission standards equal to 1200 or 400 mg/Nmc for existing plants.

F.O. 1200= Emission standards equal to 1200 mg/Nmc for the use of fuel oil

GASOIL 0.2% = Sulphur content in gasoil from 0.3 to 0.2 % as of 1991

EEC = Proposal of the EEC for a directive on the limitation of emissions from large combustion plants

in. = inertial

NMS = new mix of energy sources

La slide precedente, elaborata nel 1988 nell'ambito delle attività del gruppo di lavoro "Energia e ambiente" del PEN 88, mostra la valutazione delle future emissioni nazionali di biossido di zolfo (SO_2) con riferimento al 1995 e al 2000 in funzione di diversi strumenti per la riduzione delle emissioni allora in discussione o in attuazione in Italia. Scenari analoghi sono stati sviluppati per gli altri principali inquinanti dell'aria (Energia e Ambiente, 1988).

Le stime APAT a consuntivo mostrano la validità dell'approccio seguito.

Sul piano tecnico una programmazione energetica nazionale, rispettosa delle prerogative regionali e locali e dei processi in essere (es. liberalizzazione) è auspicabile

(alla fin fine il Protocollo di Kyoto è una sorta di "piano energetico mondiale")

1997 : ENEA redige per il Ministero dell’Ambiente la bozza del **(2)**
Piano Nazionale di tutela della qualità dell’aria di cui all’art. 3,
comma 4, lettera b) del DPR 203 del 1988 (ENEA, 1997)
 (“Il Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità, provvede:
...(omissis)... b) a redigere il piano nazionale di tutela della qualità dell'aria sulla
base dei piani regionali, previa verifica della loro compatibilità... (omissis)”)

1999: il D. Lgs. 351 del 1999 “Attuazione della direttiva 96/62/CE
in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria
ambiente” all’art. 13, comma 1, lettera a) abroga la redazione del
piano nazionale di tutela della qualità dell’aria

**Sul piano tecnico inquinanti quali PM₁₀, ozono e biossido di azoto devono essere
affrontati in ambito di area vasta (es. l’intero bacino padano), sicuramente
sovraregionale.**

**Inoltre vi sono le interazioni nazionale-regionale di cui alle menzionate direttive
2000/80/CE sui grandi impianti di combustione e 2000/81/CE sui tetti nazionali
alle emissioni – per non parlare delle connessioni con il protocollo di Kyoto.**

UNA VISIONE NAZIONALE È OPPORTUNA

LA QUESTIONE DEL MODELLO CTM (Chemical Transport Model) NAZIONALE

Prima proposta al Ministero
dell'Ambiente di un modello CTM
nazionale: **1995**

**Il modello CTN nazionale, MINNI –
Modello integrato nazionale a supporto
della negoziazione internazionale sui temi
dell'inquinamento atmosferico
(<http://www.minni.org/>) – si realizza nel
XXI° secolo e diventa operativo in questi
anni (2005-2006)**

Riferimenti:

APAT, 2006, *Annuario dei dati ambientali 2005-2006*.

APAT, 2006, *La qualità dell'aria in Italia: dati, problemi, prospettive*

APAT, 2004, 2005, 2006, *Qualità dell'ambiente urbano, Rapporti I, II, III*.

Cirillo M.C., 2003, *Piani e programmi: obiettivi, scenari, interventi e risorse*. Regione Emilia-Romagna, La valutazione e gestione della qualità dell'aria alla luce del nuovo quadro normativo, Bologna 27/03/2003.

Cirillo M.C., 2007. *Il punto sulla qualità dell'aria nelle città. Dai provvedimenti emergenziali a un approccio razionale*. Pubblicato su www.rinnovabili.it

Deserti M., E. Minguzzi, M. Stortini, G. Bonafè, *Scenari futuri nel bacino padano*, in ARPA Rivista Luglio-Agosto 2006, pag. 24-25.

ENEA, 2007, *Rapporto Energia e Ambiente 2006*

Ministero dell'Ambiente, 2006, *Atti della CNEIA (Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico)*

Seinfeld J.H. e Pandis S.N., 2006, *Atmospheric chemistry and physics*, Wiley.

Van Dingenen et al, 2004, *A European aerosol phenomenology—1: physical characteristics of particulate matter at kerbside, urban, rural and background sites in Europe*. Atmospheric Environment 38 (2004) 2561–2577

Dati, informazioni e documenti disponibili su:

<http://www.areeurbane.apat.it/site/it-IT/>

<http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Aria/>

Grazie per la pazienza e l'attenzione