

**Effetti sull'ambiente e sulla salute
delle emissioni inquinanti generate
da combustibili fossili**

Lucio Triolo

31 gennaio 2013

FONTI di INQUINAMENTO

NATURALI

- Eruzioni vulcaniche → **SO_x, Particolato, Metalli**
- Incendi boschivi → **CO₂, Particolato**
- Spray marini → **SO_x, H₂S, CO₂**
- Fulmini → **NO_x, O₃**

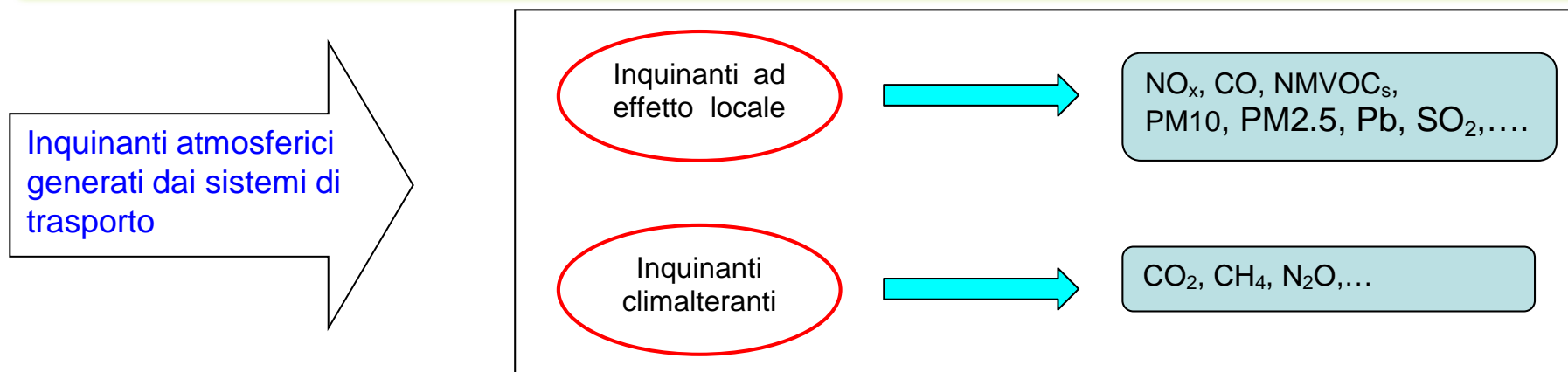


ANTROPICHE

- Uso di combustibili fossili →
 - Raffinerie di prodotti petroliferi →
 - Centrali termoelettriche →
 - Industrie chimiche, minerarie, etc. →
 - Inceneritori →
 - Traffico veicolare →
 - Impianti di riscaldamento →
- SO_x, NO_x, CO,
VOC (CH₄, NMHC,
IPA, Benzene)
Particolato, Metalli,
HF, HCl**



Emissioni inquinanti dei sistemi di trasporto



Andamento delle emissioni di anidride carbonica, per macro settore

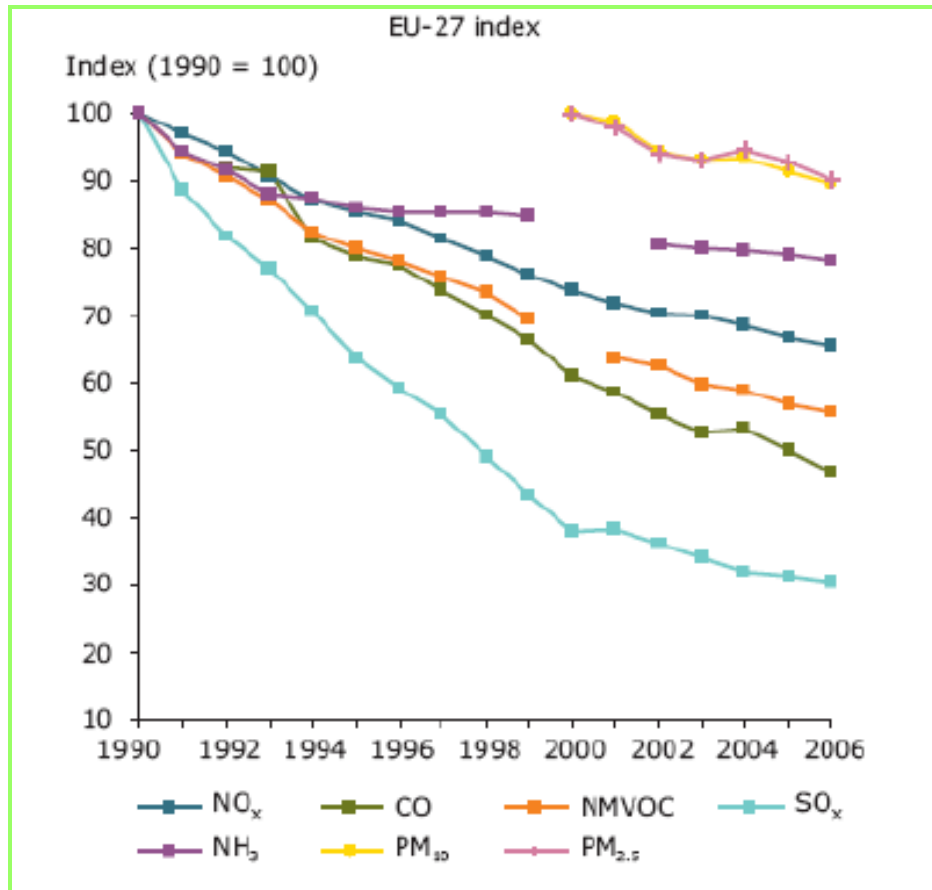
(Numero Indice anno 1990=100 e Val. %)

	Numero indice				Distribuzione delle emissioni 2005 (%)
	1990	1995	2000	2005	
01-produzione energia, trasformaz. combustibili	100,0	103,1	110,3	118,7	32,9
02-combustione non industriale	100,0	98,5	103,3	122,2	17,3
03-combustione nell'industria	100,0	99,4	99,1	91,0	16,3
04-processi produttivi	100,0	94,1	88,7	95,8	5,8
05-estrazione e distribuzione combustibili	100,0	235,3	184,7	300,2	0,1
06-uso di solventi	100,0	89,1	79,7	83,3	0,3
07-trasporto su strada	100,0	110,8	118,0	125,0	23,9
08-altre sorgenti mobili e macchinari	100,0	103,2	104,4	107,0	3,3
09-trattamento e smaltimento rifiuti	100,0	76,7	35,3	37,7	0,1
11-altre sorgenti e assorbimenti	100,0	131,1	122,8	143,5	-23,4
<i>Totale complessivo</i>	<i>100,0</i>	<i>102,6</i>	<i>106,6</i>	<i>112,7</i>	<i>100,0</i>

Fonte: Elaborazione ISFORT su dati ISPRA

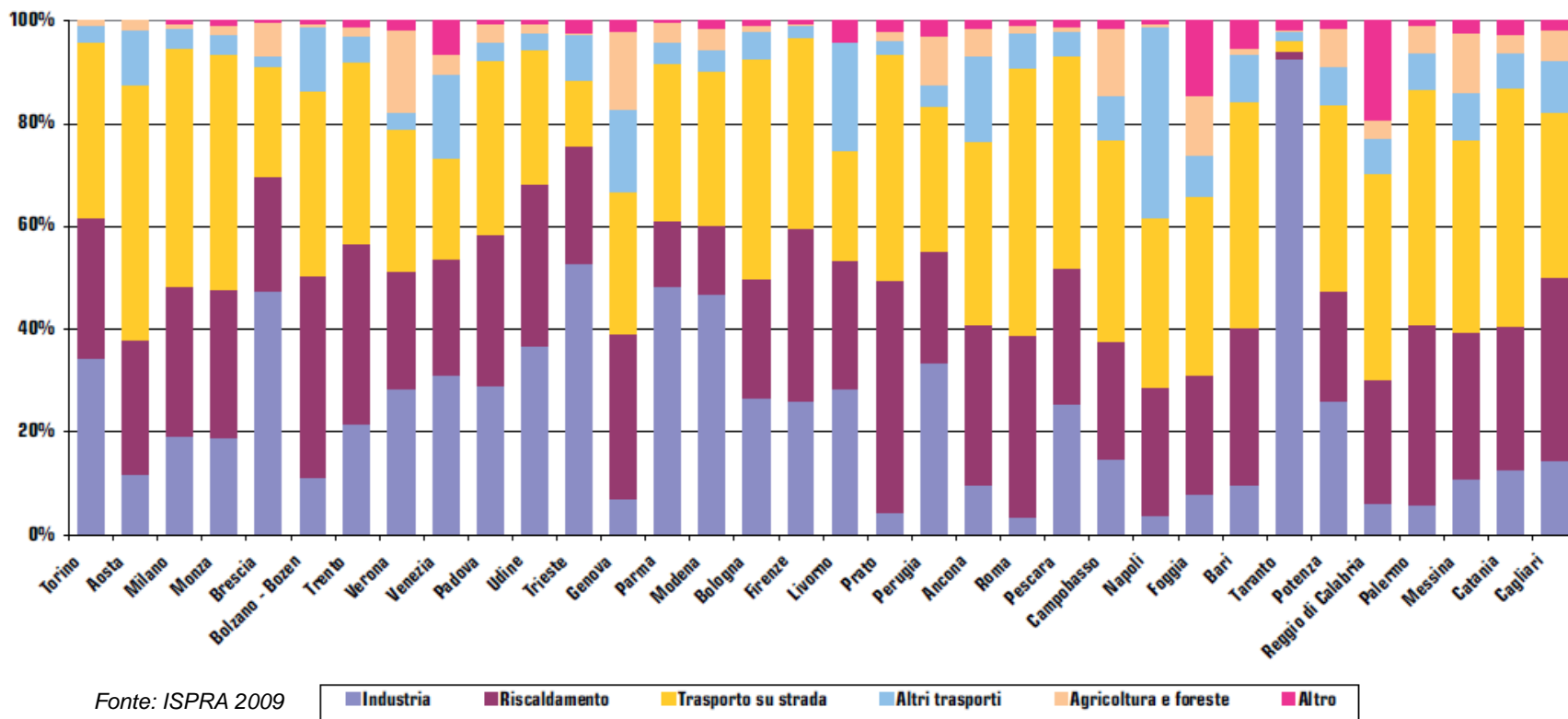
Andamento europeo delle emissioni

Andamento delle emissioni di NO_x , CO , NMVOC , SO_x , NH_3 , PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$
(1990 -2006, in termini relativi)



Emissioni di PM₁₀, ripartizione settoriale

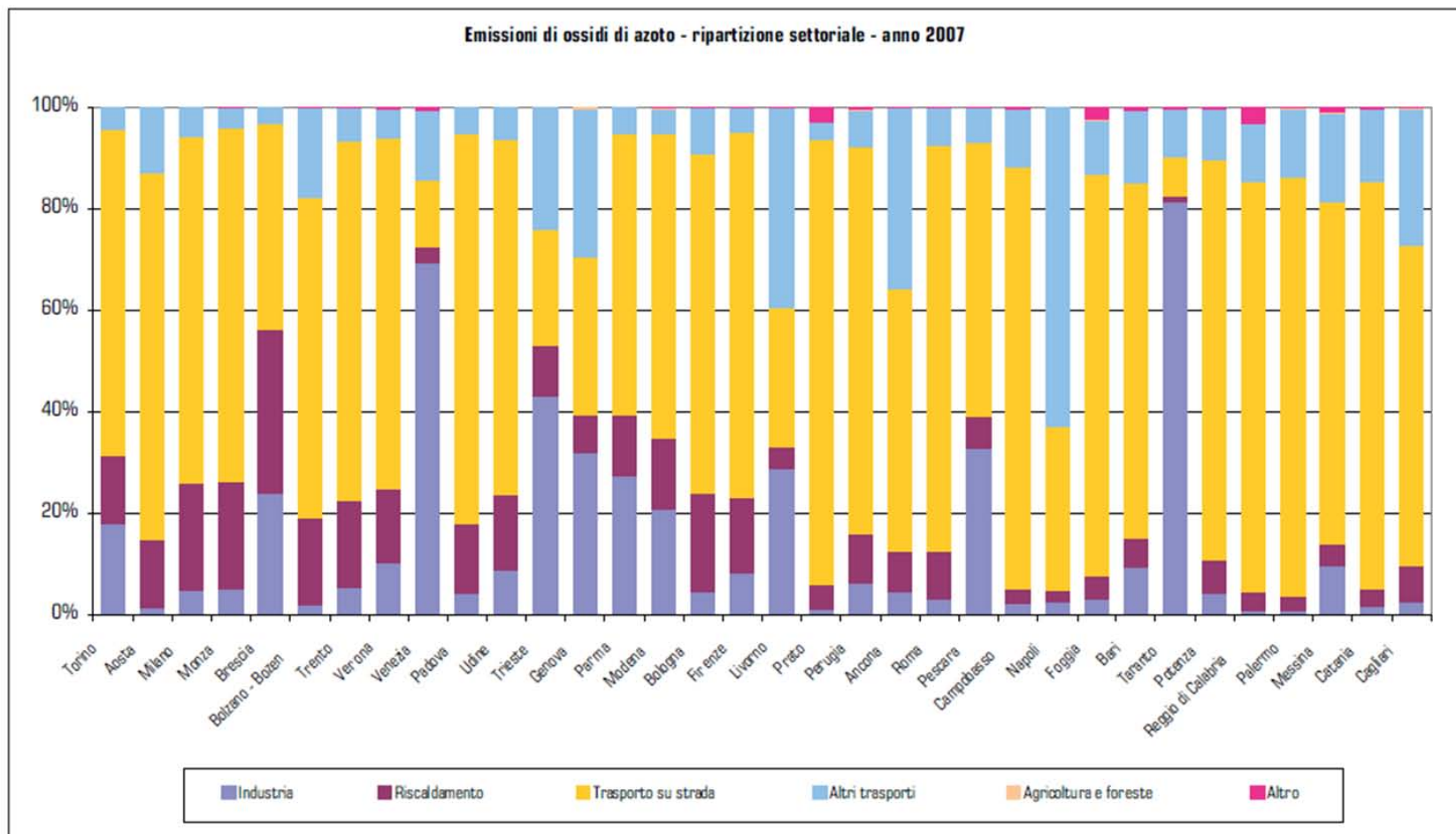
Emissioni di PM10 primario - ripartizione settoriale - anno 2007



Fonte: ISPRA 2009

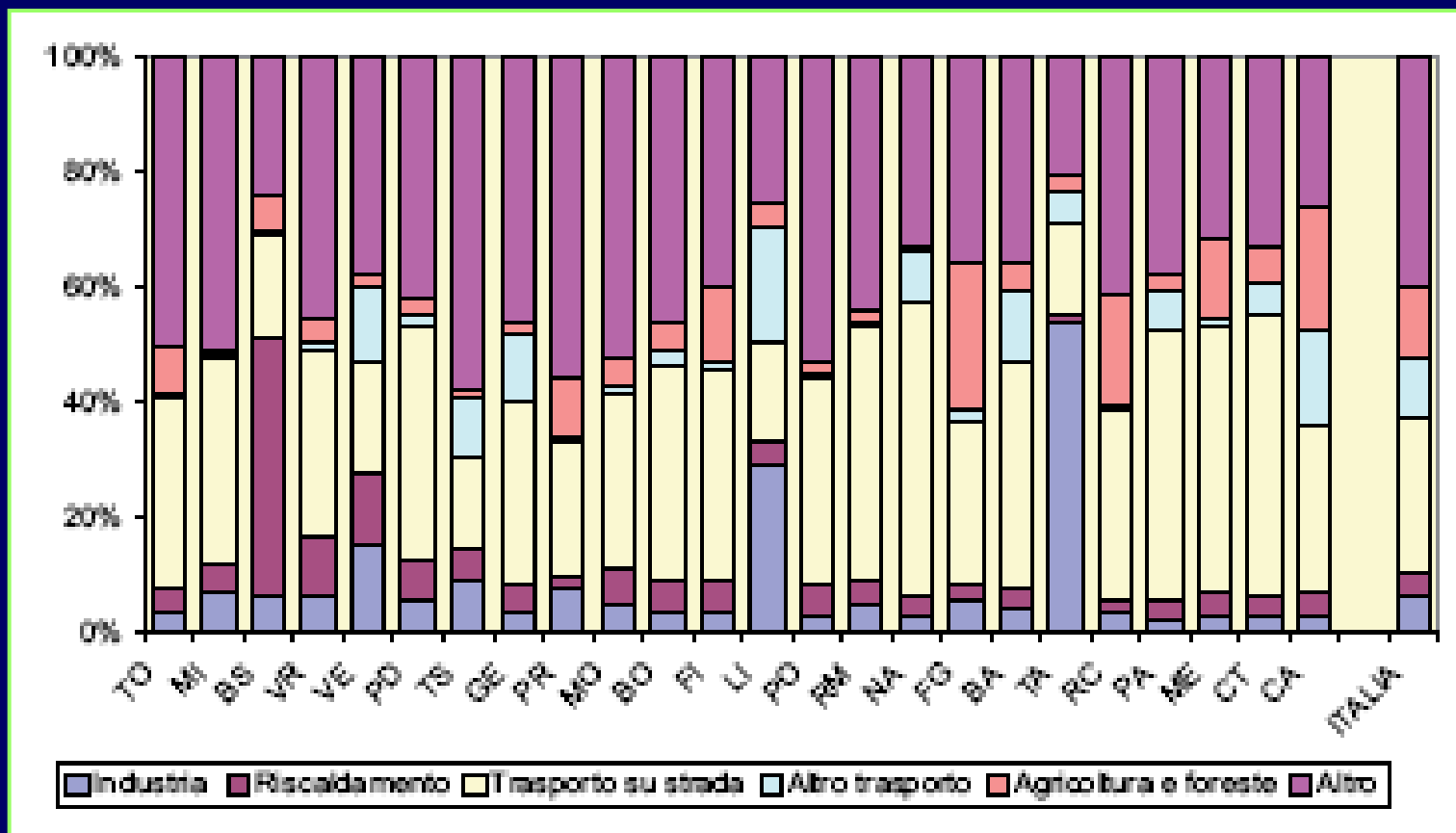
Per le emissioni di PM₁₀ il “trasporto su strada” costituisce la principale sorgente emissiva per 21 città sulle 34 considerate. Per 13 città il contributo apportato dal “trasporto su strada” alle emissioni di PM₁₀ si attesta attorno al 40% delle emissioni totali; tale valore viene superato abbondantemente nelle aree urbane di Aosta, Milano, Monza, Roma, Palermo e Catania. In termini di valore assoluto, nel 2007 le emissioni maggiori riguardano Taranto (5374 tonnellate, dove circa il 92% di tali emissioni risulta attribuibile all’industria) e Roma (3303 tonnellate).

Emissioni di NO_x, ripartizione settoriale

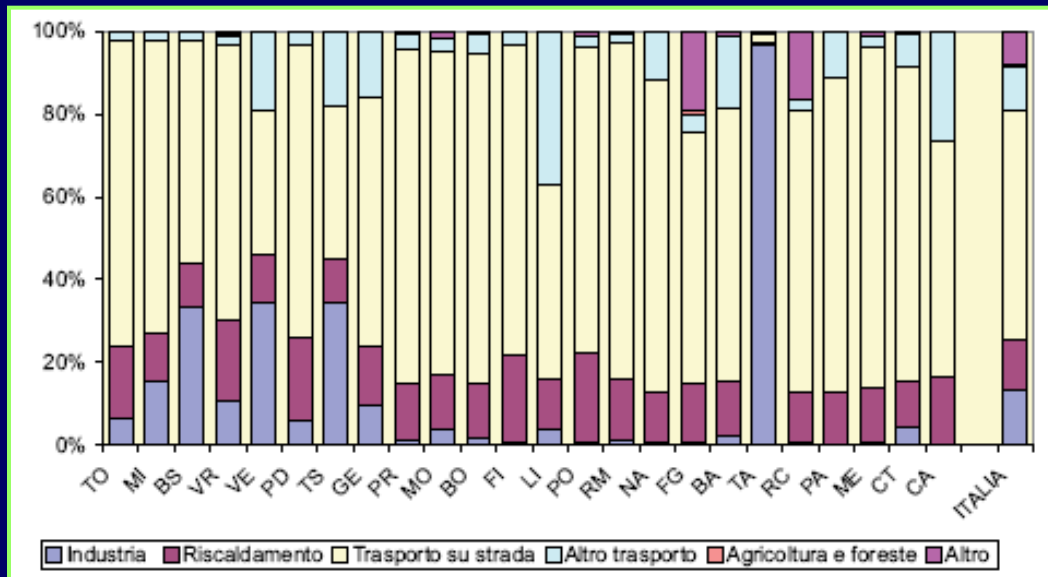


Fonte: ISPRA 2009

Emissioni comunali di Composti Organici Volatili Non Metanici (COVNM) (ripartizione settoriale - 2005)

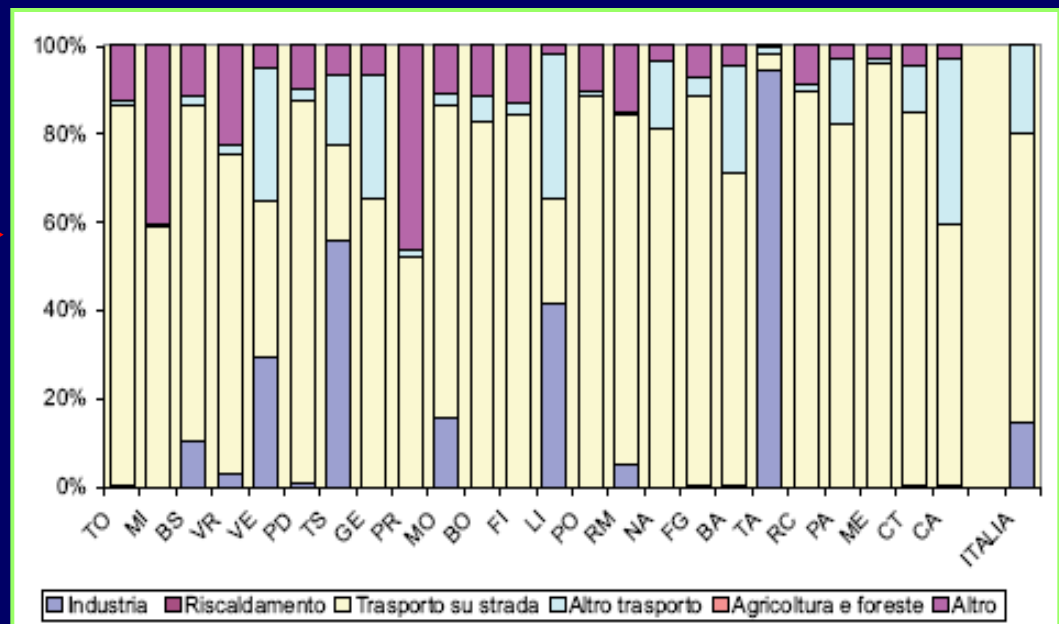


Emissioni comunali (ripartizione settoriale-2005)



Monossido di carbonio (CO)

Benzene (C₆H₆)



IL PARTICOLATO ATMOSFERICO

PM₁₀

PM_{2.5}

PM_{0.1}

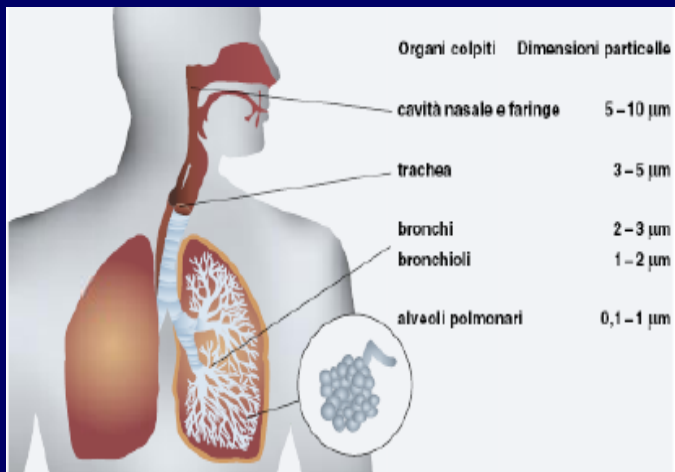
- ✓ Il *particolato primario* proviene in parte da combustione incompleta
- ✓ Il *particolato secondario* si forma per reazione dei gas di combustione con l'atmosfera

✓ Secondo l' Agenzia Europea per l' Ambiente il *PM₁₀ secondario* è 7 volte superiore in quantità rispetto a quello primario

✓ La *tossicità* del particolato dipende da *caratteristiche fisiche* (dimensione delle particelle) e dalla *composizione chimica*, che è prevalentemente costituita da composti organici del carbonio (IPA - Idrocarburi Policiclici Aromatici; nitro-IPA) e ossidi di elementi tossici (Pb, Cd, Ni, etc)

✓ Le *particelle più piccole* sono le più *pericolose per la salute umana* perché raggiungono l' epitelio dei bronchioli e gli alveoli polmonari e penetrano direttamente nel sangue

Effetti del particolato sulla salute umana



Effetti acuti

Effetti cronici

Effetti acuti:

si manifestano sulla popolazione più sensibile (anziani, bambini, soggetti asmatici) sotto forma di patologie respiratorie e cardiovascolari, con incremento di cure mediche e di ricoveri ospedalieri

Effetti cronici:

causano una riduzione dell'attesa di vita e sono più rilevanti per la salute pubblica. Possono comprendere: aumento dei sintomi a carico dell'apparato respiratorio inferiore e delle malattie polmonari ostruttive croniche, riduzione delle funzioni polmonari nei bambini e negli adulti, patologie cardiache e cancro al polmone

In un rapporto presentato nel 2005 l'OMS ha valutato che l'inquinamento atmosferico da particolato fine (PM_{2.5}) misurato nel 2000 accorcia in media la vita di ogni persona all'interno dell'Unione Europea di 8,6 mesi e quella degli Italiani di 9 mesi

Effetti degli elementi tossici sulla salute umana

As

cancerogeno associato a tumori della pelle, del fegato, dell'intestino e dei polmoni; endocrine disrupter

Cd

disfunzioni renali, danni a carico dello scheletro, danni al sistema cardiovascolare

Cr

disturbi del metabolismo di glucidi e lipidi, arteriosclerosi

Hg

danni al sistema nervoso centrale e al DNA; reazioni allergiche

Pb

anemia, aumento della pressione sanguigna, patologie cardiovascolari, ritardo nello sviluppo del processo cognitivo

V

disturbi gastrointestinali, malattie cardiovascolari, tumori polmonari

Per il particolato manca una soglia di concentrazione al di sotto della quale non si verificano effetti sanitari.

I limiti fissati sono, dunque, una scelta imposta da valutazioni di sostenibilità economica, che accettano “le inevitabili patologie ed i decessi associati”

Legislazione vigente

➤ D. Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010

Valori limite nell'aria ambiente per la protezione della salute umana

PM₁₀

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile
(periodo di mediazione: 24 h)
40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (periodo di mediazione: anno civile)

PM_{2,5}

25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (periodo di mediazione: anno civile; dal 1/01/2015)

“Impatto sanitario del PM_{10} e dell’ozono in 13 città italiane”

(WHO - Ufficio Regionale per l’ Europa, incarico APAT, giugno 2006)



Città italiane che superano i 200000 abitanti,
per un totale di circa 9 milioni di abitanti

13 città, 2002-2004
livelli medi PM_{10} : 26,3-61,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Risultati

- impatto sanitario considerevole
- mortalità per effetti a lungo termine attribuibili a concentrazioni di PM_{10} superiori a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite stabilito dalla Direttiva 99/30/EC a partire dal 2010): una media di 8220 morti all’ anno causate da concentrazioni di PM_{10} superiori a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al 9% della mortalità per individui con età superiore a 30 anni per tutte le cause, esclusi gli incidenti stradali
- mortalità a breve termine: 1372 decessi, pari all’ 1,5% della mortalità per tutte le cause (esclusi gli incidenti stradali)

Indice di mortalità:

cancro al polmone (742 casi/anno)
infarto (2562 casi/anno)
ictus (329 casi/anno)

Morbilità:

bronchiti, asma, sintomi respiratori
in bambini ed adulti, ricoveri ospedalieri per
malattie cardiache e respiratorie

Studi sugli effetti dell'inquinamento da PM_{2,5} sulla salute umana:

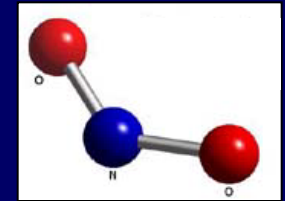
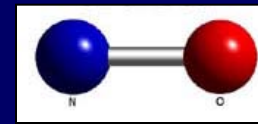
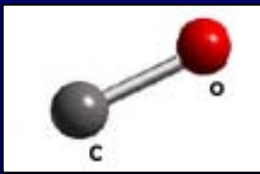
Progetto APHEKOM

Studio dell'impatto sulla salute e dei costi dell'inquinamento atmosferico in 25 città di 12 Paesi Europei

Risultati

Parigi, 2011; 60 ricercatori;
3 anni di lavoro

- Le concentrazioni attuali di PM_{2,5} hanno determinato su 39 milioni di abitanti: circa 19.000 decessi, 15.000 dei quali per patologie cardiovascolari
- la diminuzione a 10 µg/m³ della concentrazione di PM_{2,5} (linee guida OMS) comporta un aumento delle aspettative di vita fino ad un massimo di 22 mesi in cittadini di età superiore a trenta anni
- I benefici sanitari e finanziari derivanti dall'adozione delle linee guida dell'OMS per le concentrazioni di PM_{2,5} ammonterebbero a circa 32,5 miliardi di euro all'anno, che comprendono: i risparmi sulla spesa sanitaria, le assenze per malattia sul lavoro, le aspettative e la qualità della vita

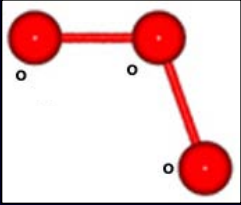


CO, NO, NO₂: effetti sulla salute umana

- ✓ Numerosi studi epidemiologici hanno evidenziato correlazione tra concentrazioni ambientali di **CO** e ricoveri ospedalieri per **malattie cardiovascolari**, anche a basse concentrazioni ambientali (**1,2-5,6 ppm**) (tenendo conto che nella normativa vigente - D. Lgs. 155 del 13/08/2010- il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana è **10 mg/m³**)
- ✓ Il **monossido di azoto (NO)** agisce sull'**emoglobina** fissandosi ad essa e formando **metaemoglobina** e **nitrosometemoglobina**. Tale processo può interferire con la normale **ossigenazione** dei tessuti da parte del sangue
- ✓ Il **biossido di azoto (NO₂)** è un forte ossidante ed irritante e esercita il suo effetto tossico principalmente sugli **occhi**, sulle **mucose** e sui **polmoni** e la quantità assorbita può essere l' 80-90% di quella inalata. Può contribuire all' insorgere di varie alterazioni delle **funzioni polmonari**, **bronchiti croniche**, **asma** ed **enfisema polmonare**

Studi condotti a Roma nell' ambito del progetto europeo APHEA (*Air Pollution and Health effects: a European Approach*) hanno evidenziato per il periodo 1995-1997 un' associazione significativa tra ricoveri ospedalieri per cause cardiovascolari e respiratorie e livelli ambientali di CO e di NO₂

O₃, benzene, IPA: effetti sulla salute umana

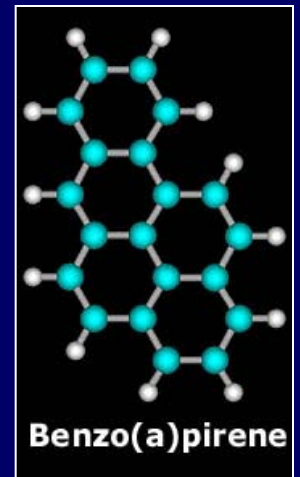


- L'esposizione ad O₃ può provocare una maggiore frequenza di crisi asmatiche nei pazienti già affetti da asma ed aggravare le condizioni di pazienti affetti da malattie ostruttive croniche

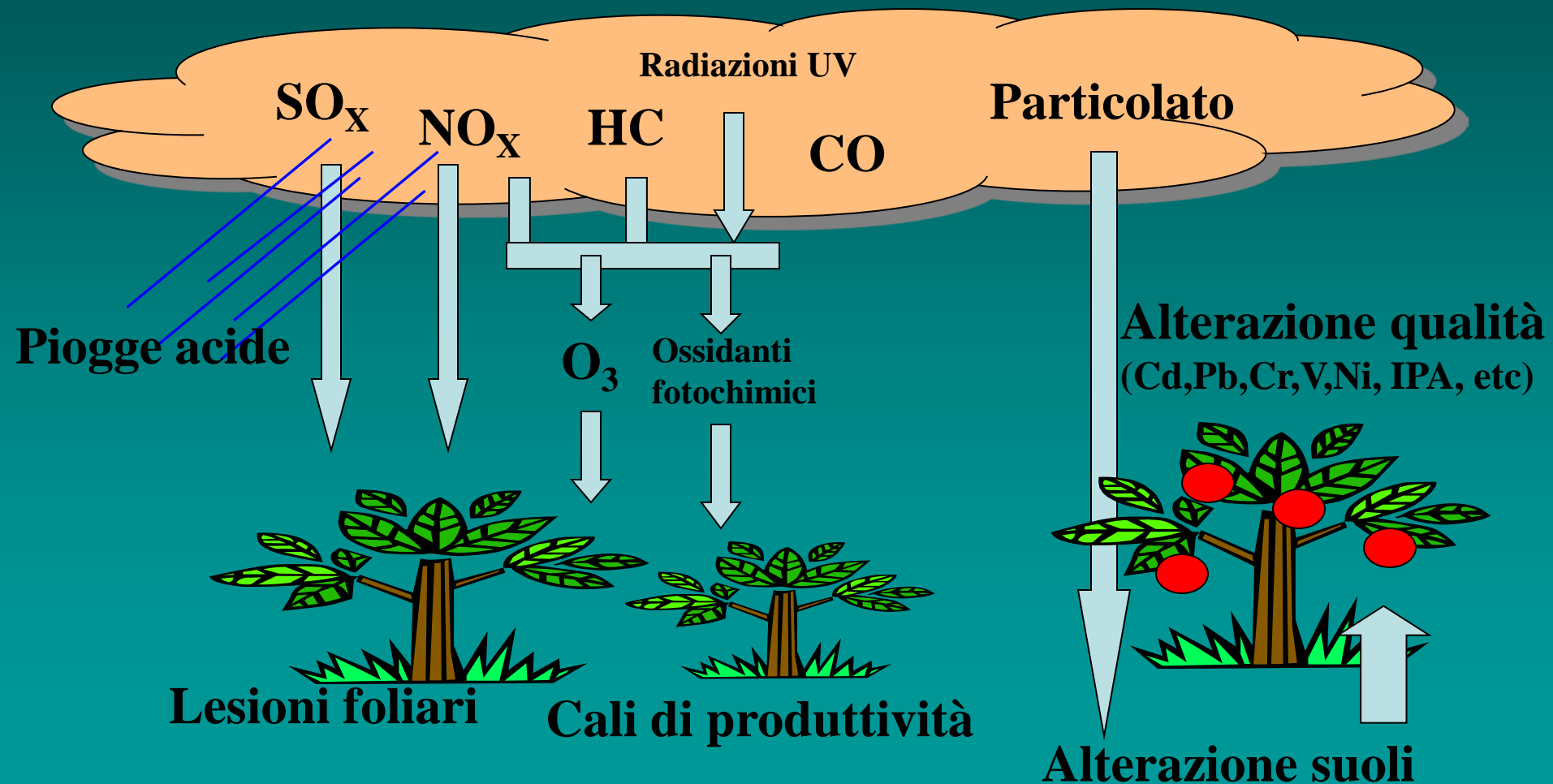
- Il benzene provoca effetti tossici cronici quali: danni ematologici (anemie, etc.), danni genetici (alterazioni geniche e cromosomiche), effetti oncogeni.

Dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) è stato classificato nella classe 1 (sostanze per le quali esiste un' accertata evidenza in relazione all' induzione di tumori nell' uomo)

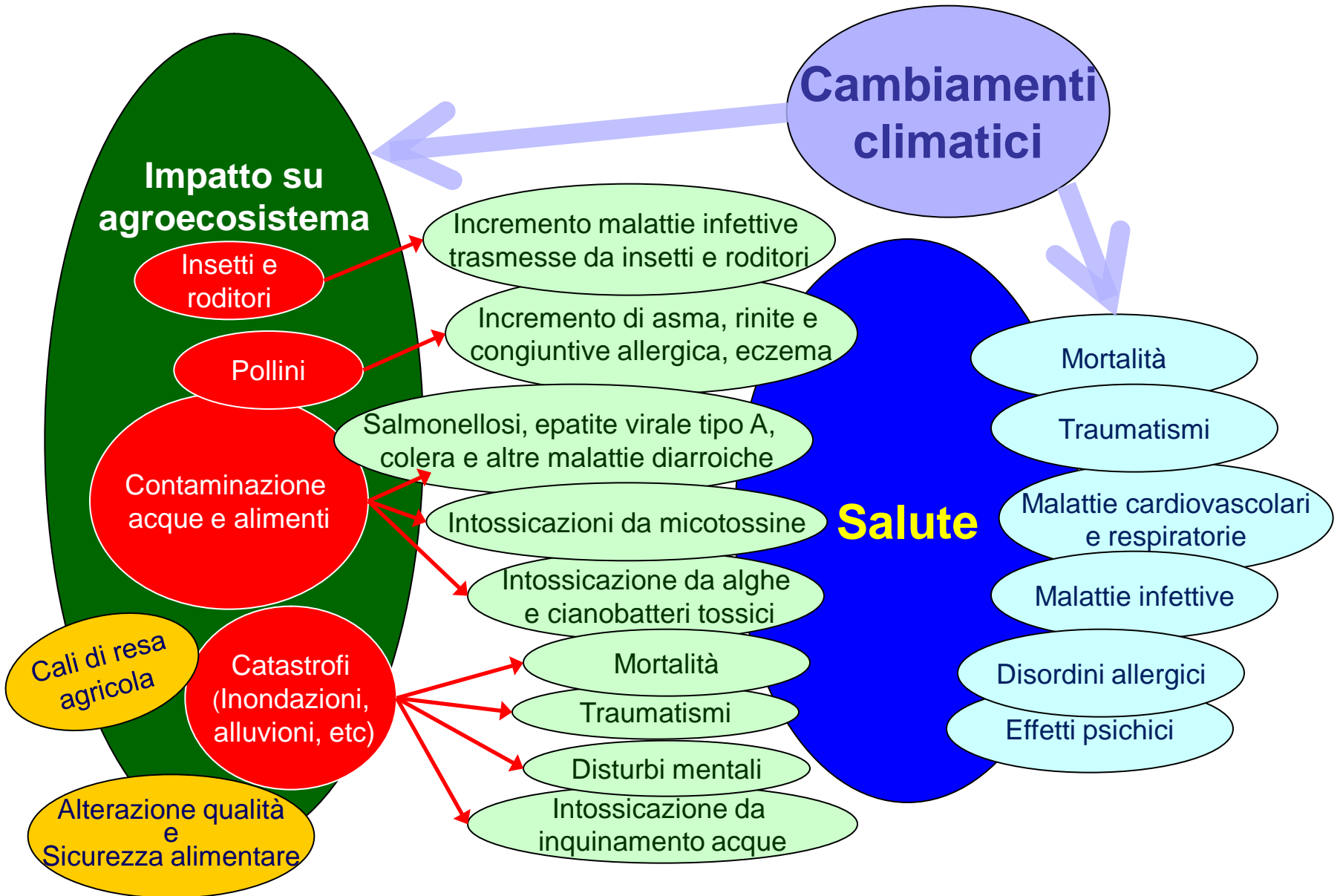
- La IARC (International Agency for Research on Cancer) ha inserito il benzo(a)pirene (BaP) nella classe 1 ed altri IPA con 4-6 anelli condensati nelle classi 2A o 2B (probabili o possibili cancerogeni)



Effetti dell'inquinamento atmosferico sulle specie vegetali



Cambiamenti climatici, agroecosistema e salute



Casi Studio



Ministero dell'Ambiente e
della Tutela del Territorio

ENEA

ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E L'AMBIENTE



REGIONE
SICILIANA

Convegno

**Insediamiento di
nuove attività produttive
&
inquinamento
del territorio**

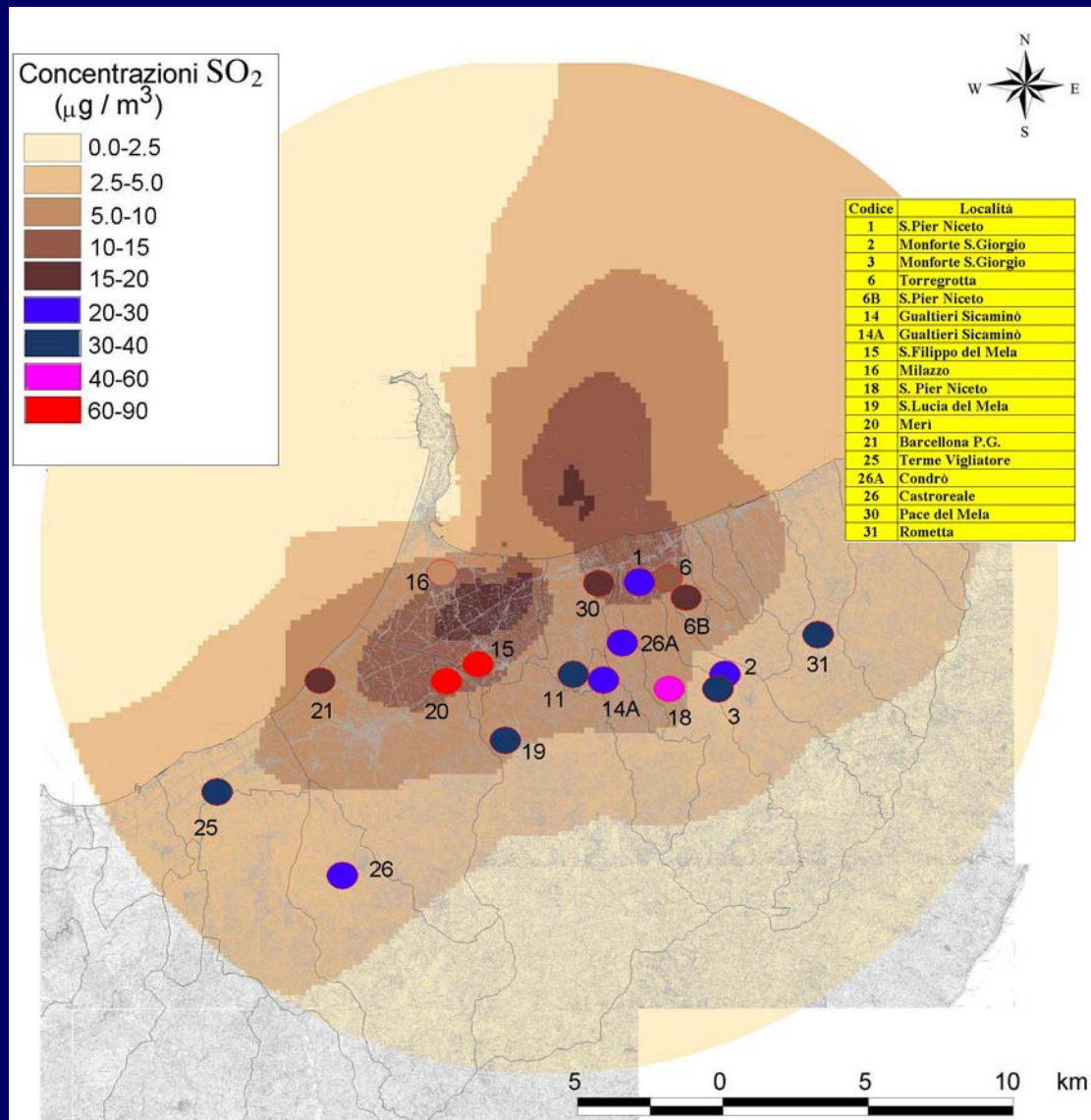
**Un Sistema a Supporto delle Decisioni
della Pubblica Amministrazione
per la stima
degli effetti ambientali e sanitari
degli inquinanti aeriformi**

Artemisia 2

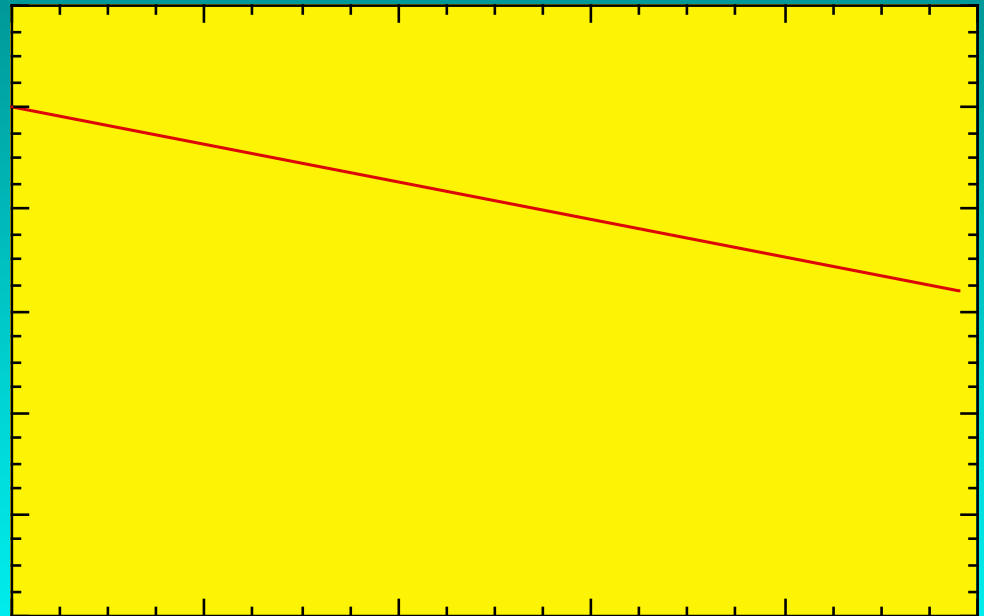
27 marzo 2003

**Palermo
Palazzo dei Normanni
Sala Gialla
Piazza Parlamento**

Concentrazioni in aria stimate e misurate di SO₂



Funzione dose-risposta per i cali di resa da SO_2 su agrumi

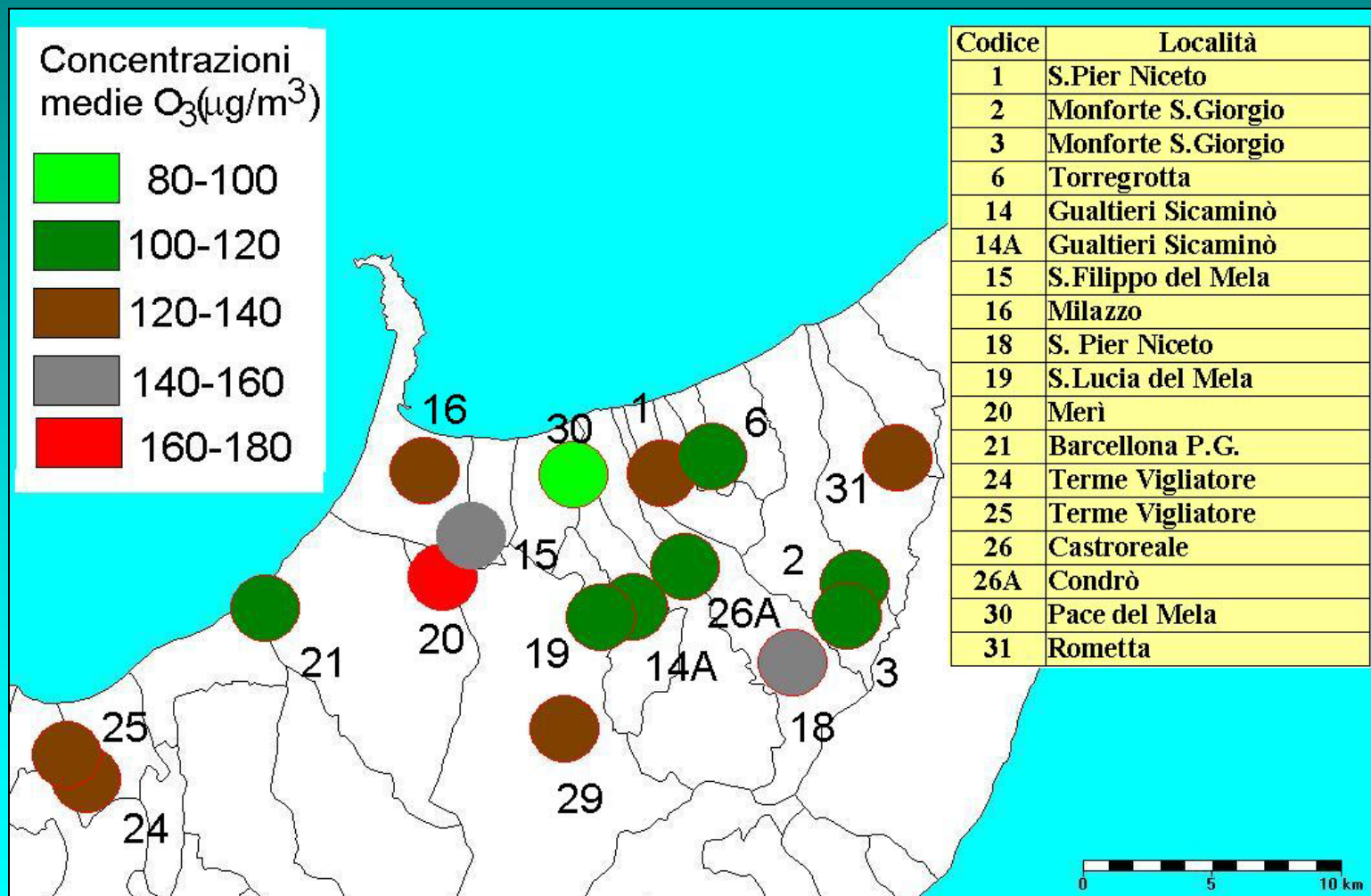


Fonte:Statewide Air Pollution Research Center, 1989

Cali di produttività causati da SO₂

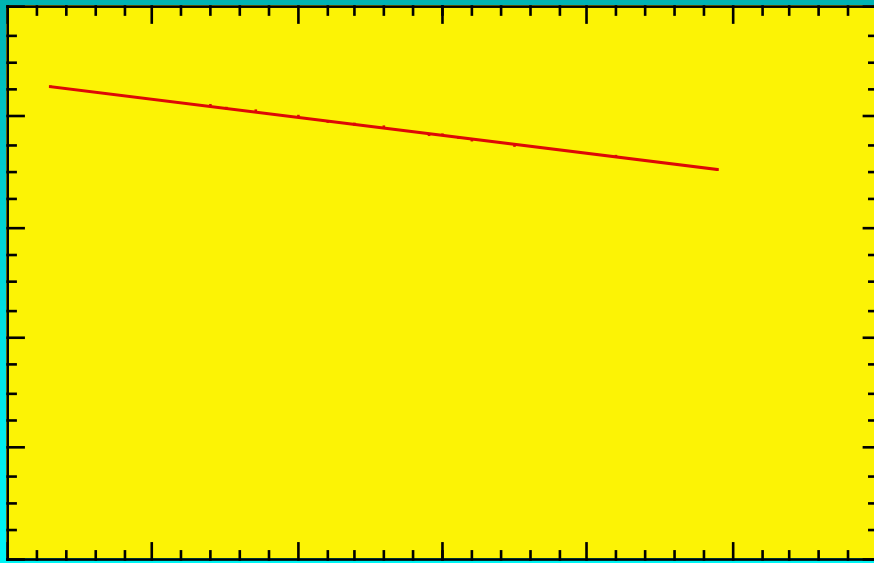
Colture	Cali di resa causati da SO ₂		
	MERI'	S.FILIPPO DEL MELA	BARCELLONA
Agrumi	10	9	0
Vite	0	0	0
Olivo	6	5	1
Pomodoro	-	0	0
Frumento	-	-	4
Patata	-	16	4
Leguminose	-	-	0
Bosco	-	-	-
Prati-pascoli	-	-	0

Concentrazioni in aria di O₃

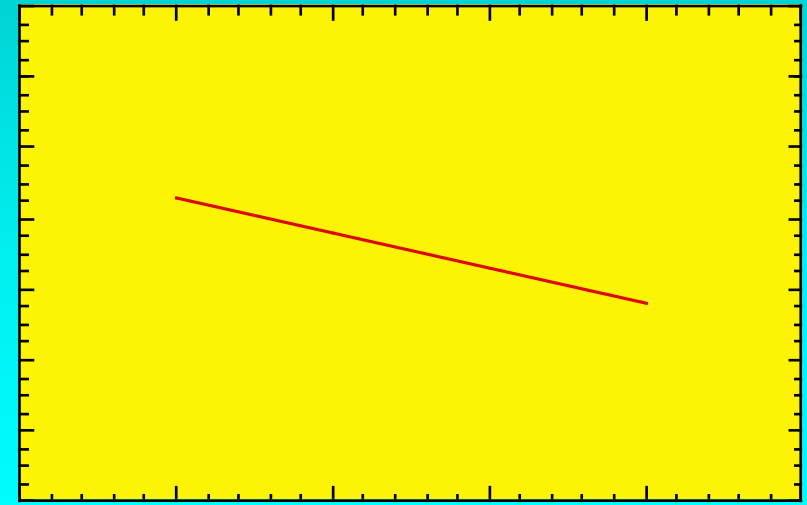


Funzioni dose-risposta per i cali di resa causati da O_3

Patata



Frumento



Cali di produttività causati da O₃

	Cali di resa (%)				
	S.Lucia del Mela	Pace del Mela	Milazzo	Barcellona	Torregrotta
Agrumi	24	13	30	18	19
Vite	12	7	14	10	10
Olivo	24	17	30	20	20
Pomodoro	13	7	17	11	-
Frumento	37	-	-	30	-
 ata	22	15	25	17	18
 ata	22	13	27	18	18
Leguminose	14,1	-	-	12	-
Bosco	~15	-	-	~10	-
Prati-pascoli	11	5	15	9	-
	20	10	25	15	-



PROVE TECNICHE DI EMISSIONE

**GLI EFFETTI SANITARI DEL PM₁₀ SULLA SALUTE E
LE SCELTE MODALI NELLE CITTÀ ITALIANE**

Eleonora Pieralice, Isfort

Lucio Triolo, OtherEarth

Roma, 7 dicembre 2011

“Impatto sanitario del PM_{10} e dell’ozono in 13 città italiane”

(WHO - Ufficio Regionale per l’ Europa, incarico APAT, giugno 2006)



Città italiane che superano i 200000 abitanti,
per un totale di circa 9 milioni di abitanti

13 città, 2002-2004
livelli medi PM_{10} : 26,3-61,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Risultati

- impatto sanitario considerevole
- mortalità per effetti a lungo termine attribuibili a concentrazioni di PM_{10} superiori a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite stabilito dalla Direttiva 99/30/EC a partire dal 2010): una media di 8220 morti all’ anno causate da concentrazioni di PM_{10} superiori a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al 9% della mortalità per individui con età superiore a 30 anni per tutte le cause, esclusi gli incidenti stradali
- mortalità a breve termine: 1372 decessi, pari all’ 1,5% della mortalità per tutte le cause (esclusi gli incidenti stradali)

Indice di mortalità:

cancro al polmone (742 casi/anno)
infarto (2562 casi/anno)
ictus (329 casi/anno)

Morbilità:

bronchiti, asma, sintomi respiratori
in bambini ed adulti, ricoveri ospedalieri per
malattie cardiache e respiratorie

Sintesi dei Rischi Relativi: gli effetti sanitari (mortalità)

Funzioni dose-risposta espresse in termini di Rischio Relativo, relative ad effetti sanitari determinati da variazioni di concentrazione di PM₁₀. Esiti sanitari per anno nelle 13 città attribuibili ai livelli di PM₁₀ superiori a 20, 30, 40 µg/m³

Effetti	Parametri	Campione (tipologia)	Casi rilevati (v.a.)	% Incremento / Riduzione (casi attribuiti)	Funzione dose-risposta (rischio relativo RR)
Mortalità per tutte le cause	Riduzione 10% PM ₁₀ (in ogni città)	tutta la popolazione >=30 anni	1.610	-1,8	RR=1,06 IC 95% (1,02-1,11)
	Aumento 10 µg/m ³ PM ₁₀			6,0	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 20 µg/m ³		8.220	9,0	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 30 µg/m ³		5.196	5,7	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 40 µg/m ³		2.270	2,5	
Mortalità per tumore al polmone	Riduzione 10% PM ₁₀	tutta la popolazione >=30 anni	149	-2,3	RR=1,08 IC 95% (1,01-1,16)
	Aumento 10 µg/m ³ PM ₁₀			8,0	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 20 µg/m ³		742	11,6	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 30 µg/m ³		478	7,5	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 40 µg/m ³		214	3,3	
Mortalità per effetti cronici: Infarto del miocardio, aterosclerosi coronarica e altre malattie ischemiche del cuore	Riduzione 10% PM ₁₀	tutta la popolazione >=30 anni		-4,5	RR=1,18 IC 95% (1,14-1,23)
	Aumento 10 µg/m ³ PM ₁₀			18,0	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 20 µg/m ³		2.562	19,8	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 30 µg/m ³		1.684	13,0	
	Concentrazione PM ₁₀ >= 40 µg/m ³		749	5,8	

Sintesi dei Rischi Relativi: gli effetti sanitari (morbosità)

Funzioni dose-risposta, espresse in termini di Rischio Relativo, dell'incidenza della morbosità per variazione delle concentrazioni di PM₁₀

Effetti	Campione (tipologia)	Casi rilevati (v.a.)	Incremento/Riduzione (casi attribuiti)		Funzione dose-risposta (rischio relativo RR)
			(v.a.)	%	
Bronchite cronica	Popolazione >=27 anni	250.938	771	0,3	26,5 nuovi casi per 100.000 abitanti >=27 anni per aumenti di 10 µg/m ³ di concentrazioni di PM ₁₀
Asma bambini	Popolazione età 6-7 anni o 13-14 anni	2.833	228	7,1	180 giorni extra di uso di broncodilatatori per 1.000 bambini (6-7 o 13-14 anni) per aumenti di 10 µg/m ³ di concentrazioni di PM ₁₀ ; IC 95% (153-303)
Asma adulti	Popolazione >= 15 anni	351.492	145.588	41,4	912 giorni di uso di broncodilatatori per 1.000 adulti (>= 15 anni) per aumenti di 10 µg/m ³ di concentrazioni di PM ₁₀ ; IC 95% (91030-200400)
Ricoveri ospedalieri per cause cardiache	Tutta la popolazione	113.772	149	0,1	IC 95% (87-211) RR=1,003 IC 95% (1,000-1,006)
Ricoveri ospedalieri per cause respiratorie		69.630	183	0,3	IC 95% (135-231) RR=1,006 IC 95% (1,002-1,04)

Fonte: APAT, 2007

Diverse ipotesi di trasporto pubblico e privato

Se le persone decidono di non usare più l'automobile e preferiscono spostarsi con il mezzo pubblico, qual è l'impatto ambientale? Di quanto si potrebbero abbattere le emissioni inquinanti? La simulazione di diversi scenari percorribili, dà le risposte a questi interrogativi, offrendo una serie di informazioni empiriche per misurare le cause-effetto e l'efficienza-efficacia di provvedimenti mirati alla salvaguardia del benessere collettivo

Persone che hanno espresso una propensione positiva al desiderio di voler diminuire l'utilizzo del mezzo privato o di voler aumentare l'uso del mezzo pubblico (*)

17,9% della popolazione 14-80 anni
(8 su 48 milioni)

Ipotesi: auto versus autobus

Spostamenti in automobile con durata inferiore o uguale a 15 minuti

39,4% degli spostamenti (48 su 123 milioni)

IPOPESI 1

Le elaborazioni ricalibrano il fattore di ponderazione posti_{peso}, rivalutando la capacità di riempimento del mezzo pubblico alla luce dell'incremento dei passeggeri-km, dovuto alla riduzione degli spostamenti in auto

IPOPESI 2

(*) "In prospettiva, Lei per i suoi spostamenti vorrebbe aumentare, diminuire o lasciare invariato l'utilizzo dell'automobile rispetto ad oggi? Considerando i mezzi pubblici vorrebbe utilizzarli in misura maggiore, minore o nello stesso modo rispetto ad oggi?"

Le emissioni di CO₂ nelle diverse ipotesi

Situazione attuale



Ipotesi 1



Persone che hanno espresso una propensione positiva al desiderio di voler diminuire l' utilizzo del mezzo privato o di voler aumentare l' uso del mezzo pubblico

Ipotesi 2



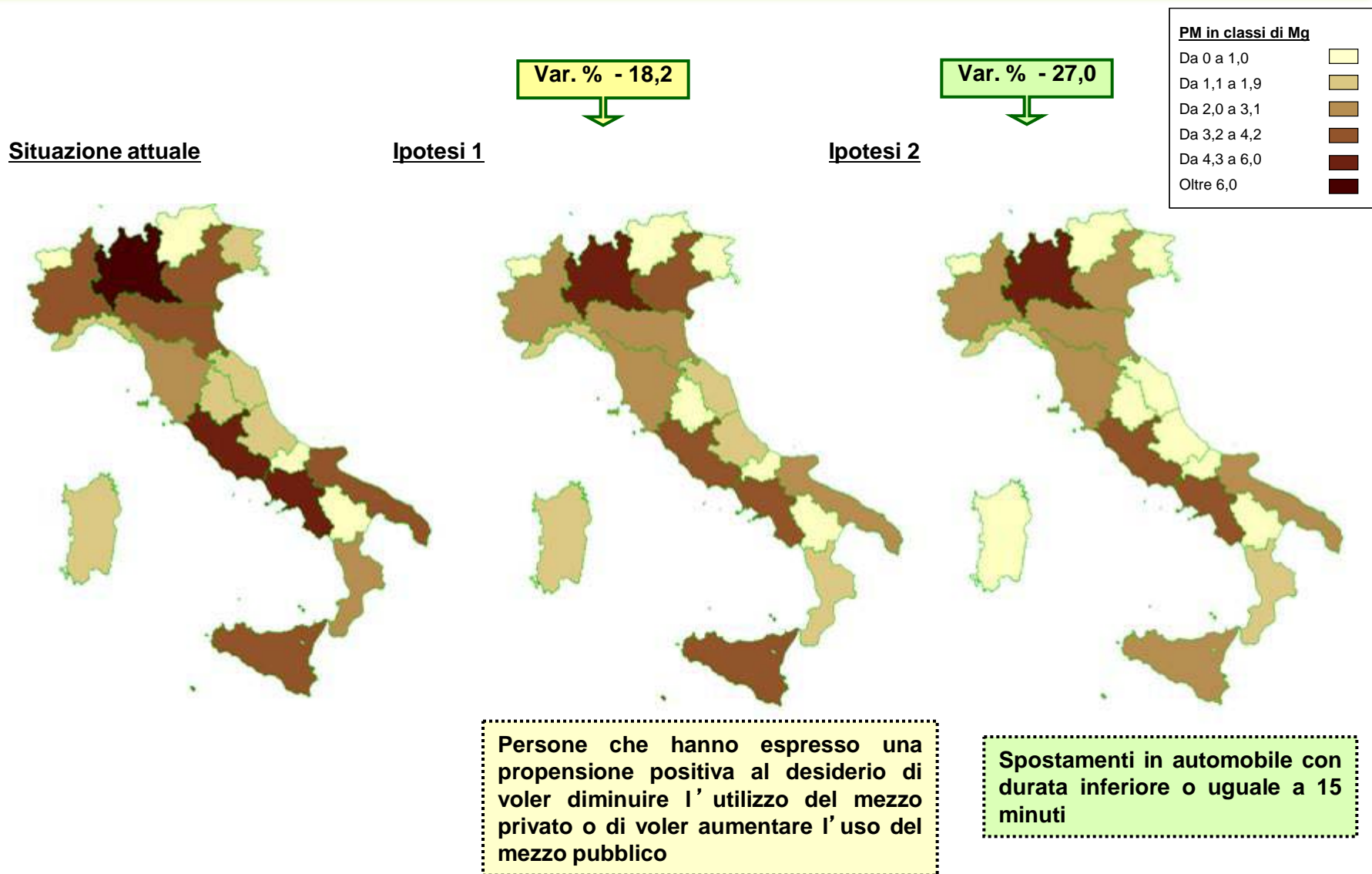
Spostamenti in automobile con durata inferiore o uguale a 15 minuti

Var. % - 20,1

Var. % - 30,3



Le emissioni di PM₁₀ nelle diverse ipotesi



I risultati per la mortalità

Riduzione percentuale degli effetti sanitari per la prima ipotesi e numero stimato di casi per scenario (Emissioni auto dato comunale coincide con il dato provinciale)

	Ipotesi 1 ^(a)		Ipotesi 2 ^(b)	
	Riduzione %	Numero di casi stimati	Riduzione %	Numero di casi stimati
Mortalità per tutte le cause	-0,71	-648,91	-0,64	-580,60
Mortalità per tumore al polmone	-0,91	-58,07	-0,81	-51,96
Mortalità per effetti cronici ^(c)	-1,78	-229,83	-1,59	-205,64

Riduzione percentuale degli effetti sanitari per la seconda ipotesi e numero stimato di casi per scenario (Emissioni auto dato comunale stimato assumendo le medesime distribuzioni provinciali)

	Ipotesi 1 ^(a)		Ipotesi 2 ^(b)	
	Riduzione %	Numero di casi stimati	Riduzione %	Numero di casi stimati
Mortalità per tutte le cause	-0,77	-707,71	-0,69	-627,84
Mortalità per tumore al polmone	-0,99	-63,33	-0,88	-56,19
Mortalità per effetti cronici ^(c)	-1,94	-250,66	-1,72	-222,37

- (a) Ipotesi di cambio modale per gli spostamenti in auto delle persone che hanno espresso una propensione positiva al desiderio di voler diminuire l' utilizzo del mezzo privato o di voler aumentare l' uso del mezzo pubblico.
- (b) Ipotesi di cambio modale per tutti gli spostamenti in automobile con durata inferiore o uguale a 15 minuti.
- (c) Infarto del miocardio, aterosclerosi coronarica e altre malattie ischemiche del cuore



ANALISI dello STATO dell' AMBIENTE nell' AREA circostante il **NUCLEO INDUSTRIALE** di **TERMOLI**



Dipartimento

Agroindustria, Biotecnologie e protezione della Salute

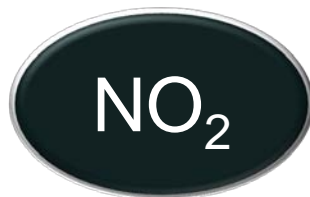
Sezione

Sicurezza alimentare, sanitaria e ambientale

ATTIVITÀ

- ✓ Monitoraggio di inquinanti gassosi: NO_x , NO_2 , O_3
- ✓ Determinazione e caratterizzazione chimica (elementi tossici e IPA) del Particolato Totale Sospeso (PTS) e del PM_{10}
- ✓ Monitoraggio dei principali composti organici volatili (determinazione di BTEX)
- ✓ Stima di effetti nocivi dell' O_3 sulla vegetazione (valutazione dei cali di produttività)

Monitoraggio INQUINANTI GASSOSI



Periodo di monitoraggio: *marzo 2007-gennaio 2008*

Campionamento passivo mediante Analyst[®] + Analisi chimica per Cromatografia Ionica (IC)

Durata di ciascun campionamento: *1 mese ca.*

Numero di campionamenti: *10*

Siti di campionamento: *9 (NO_x, O₃), 3 (NO₂)*

Campionatori esposti *in duplicato* (+ bianchi di campo)

Numero totale di campioni prelevati: *420 (esclusi i bianchi)*

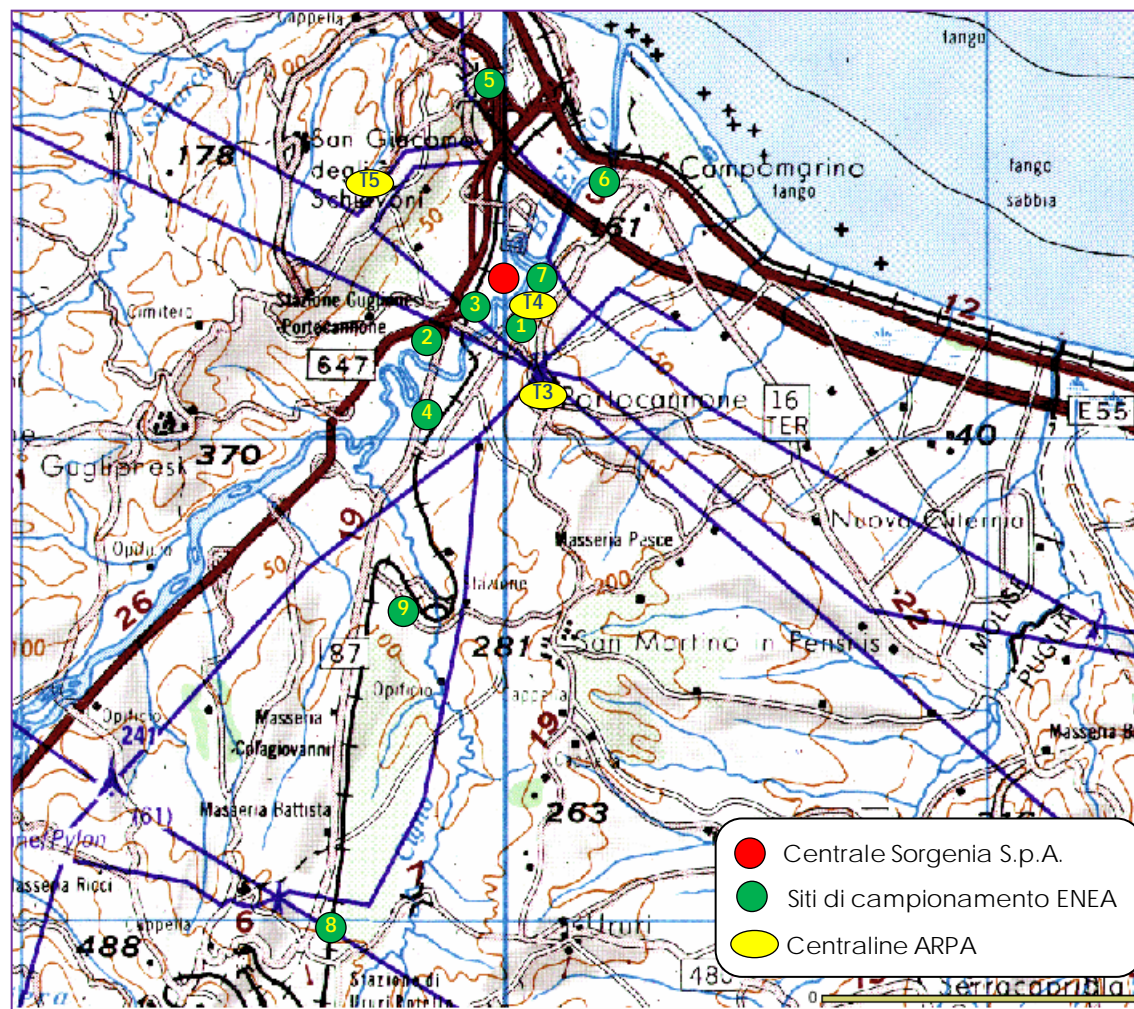


Campionamento	Installazione	Prelievo
I	12/03/07	10/04/07
II	10/04/07	8-9/05/07
III	8-9/05/07	11-12/06/07
IV	11-12/06/07	9/07/07
V	9/07/07	6/08/07
VI	6/08/07	4/09/07
VII	4/09/07	3/10/07
VIII	3/10/07	7/11/07
IX	7/11/07	5/12/07
X	5/12/07	9/01/08



SITI di CAMPIONAMENTO

Sito	Località
1	Portocannone
2	Guglionesi (zuccherificio)
3	Guglionesi (Az. Biotec)
4	Portocannone (Az. Biologica)
5	Termoli (vivaio)
6	Campomarino
7	tra Portocannone e Campomarino
8	Larino
9	S. Martino in Pensilis



CONCENTRAZIONE di O₃ IN ARIA

SITO	Concentrazione (µg/m ³)										
	mar07	apr07	mag07	giu07	lug07	ago07	set07	ott07	nov07	dic07	Media mar07-gen08
1 – Portocannone	53	48	47	128	137	102	82	56	62	52	76
2 – Guglionesi (zucch.)	51	52	46	68	89	68	62	41	46	36	56
3 – Guglionesi (Az.Biotec)	54	50	43	97	82	67	57	22	35	38	50
4 – Portocannone (Az.Bio)	54	55	47	105	98	79	77	45	49	41	65
5 – Termoli (vivaio)	50	48	50	113	141	127	85	63	72	55	85
6 – Campomarino	37	58	55	49	108	85	73	57	53	40	62
7 – tra Portocannone e Campomarino	56	71	51	75	198	108	121	103	101	88	97
8 – Larino	47	35	44	45	113	90	75	48	54	51	60
9 – S. Martino in Pensilis	53	51	40	47	106	80	62	45	59	44	59

D. Lgs. 183/2004 (All.1):

- *Valore bersaglio per la protezione della salute umana (a partire dal 2010) : 120 µg/m³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (parametro: media su 8 ore massima giornaliera)*

- *Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana: 120 µg/m³ (parametro: media su 8 ore massima giornaliera nell' arco di un anno civile)*

Rischio di danni alla vegetazione causati dall' ozono

Sito	maggio-luglio	AOT40*
	O ₃ (µg/m ³)	(µg/m ³) · h
1-Portocannone	104	61300
2-Guglionesi (zuccherificio)	68	14300
3-Guglionesi (Az. Biotec)	74	22700
4-Portocannone (Az. Biologica)	84	34900
5-Termoli (vivaio)	101	57400
6-Campomarino	71	18600
7-tra Portocannone e Campomarino	108	66900
8-Larino	67	13800
9-S.Martino in Pensilis	64	9800

D. Lgs. 183/2004 (All.1):

- *Valore bersaglio per la protezione della vegetazione (a partire dal 2010):* **18000 (µg/m³) · h** (come media su 5 anni ; AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio)

- *Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione:* **6000 (µg/m³) · h** (AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio)

*Per AOT40 (espresso in (µg/m³) · ora) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell' Europa centrale). Viene, quindi, assunto che concentrazioni di O₃ superiori a 40 ppb, ovvero 80 µg/m³, possono provocare danni alla vegetazione.

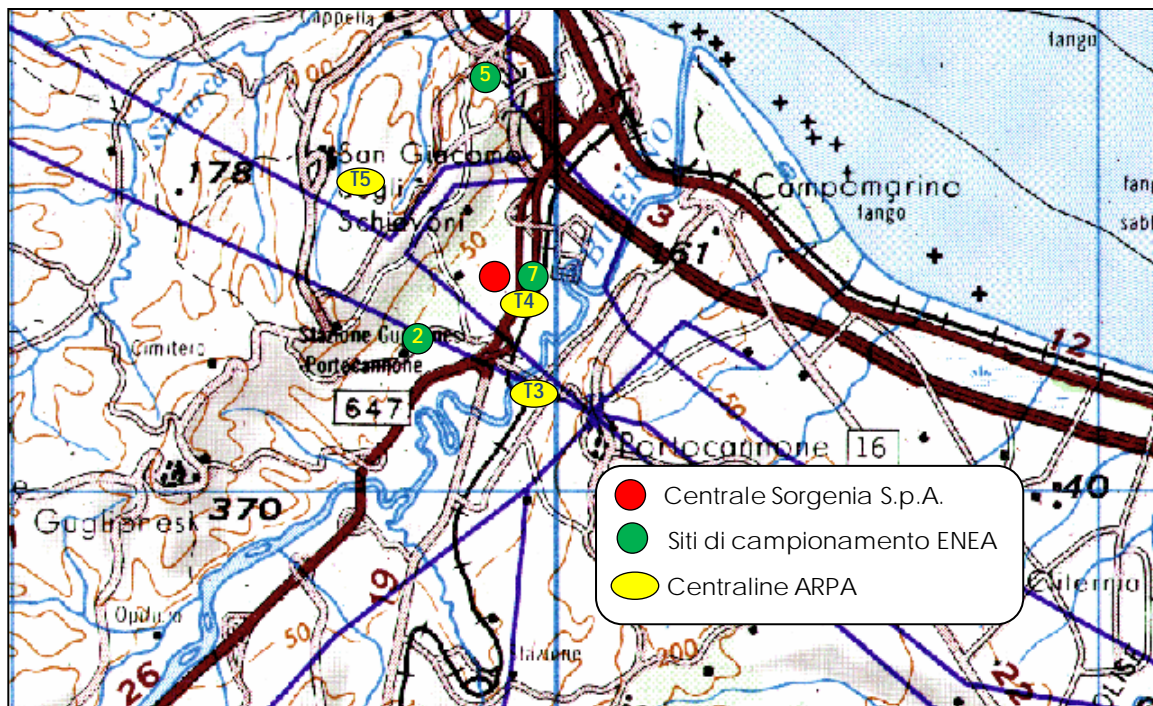
Effetti dell' ozono sulle colture agrarie: stima dei cali di produttività



	Frumento	Pomodoro	Mais	Tabacco	Frutticole	Vite	Olivo*
Portocannone	10-15 %	10 %	3 %			4-5 %	10-14 %
Guglionesi		3 %	1 %	1 %	7 %		
Termoli							
Campomarino		3 %					
Larino	5-7 %					2-3 %	6 %
S. Martino in Pensilis							



SITI DI CAMPIOMAMENTO DEL PARTICOLATO (PTS e PM₁₀)

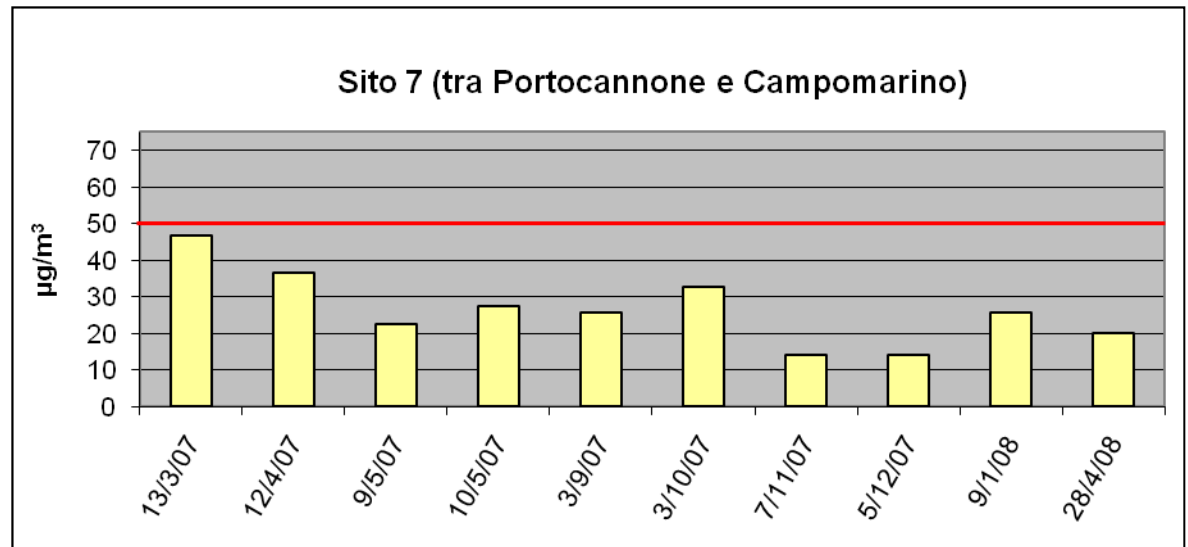
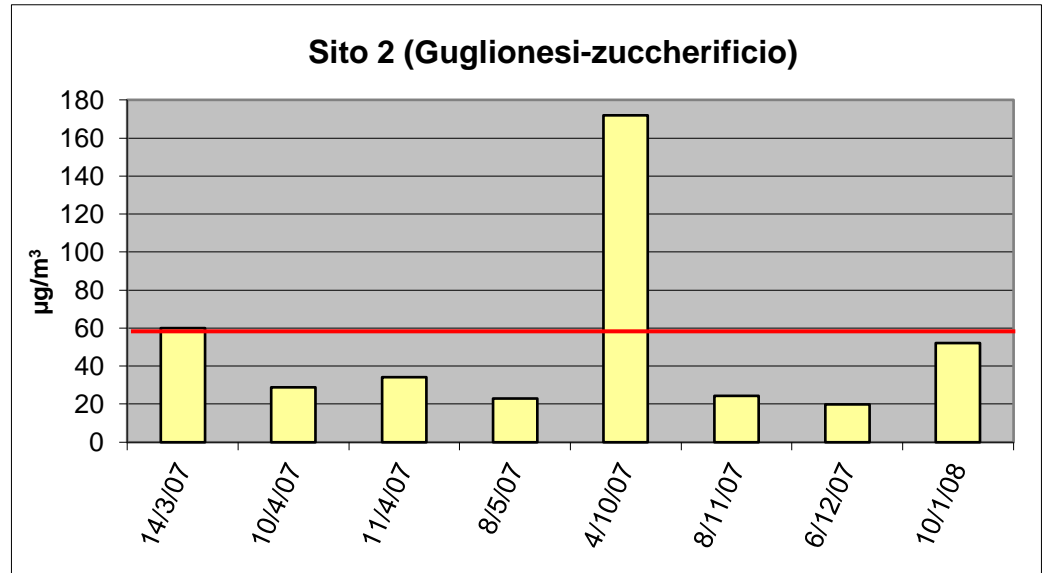


Sito	Località
2	Guglianesi (zuccherificio)
5	Termoli (vivaio)
7	Tra Portocannone e Campomarino

PM₁₀

2-Guglionesi (zuccherificio)	
14/3/07	60
10/4/07	29
11/4/07	34
8/5/07	23
4/10/07	172
8/11/07	24
6/12/07	20
10/1/08	52

7- tra Portocannone e Campomarino	
12/3/07	41
13/3/07	47
12/4/07	36
9/5/07	22
10/5/07	27
3/9/07	26
3/10/07	33
7/11/07	14
5/12/07	14
9/1/08	26
28/4/08	20

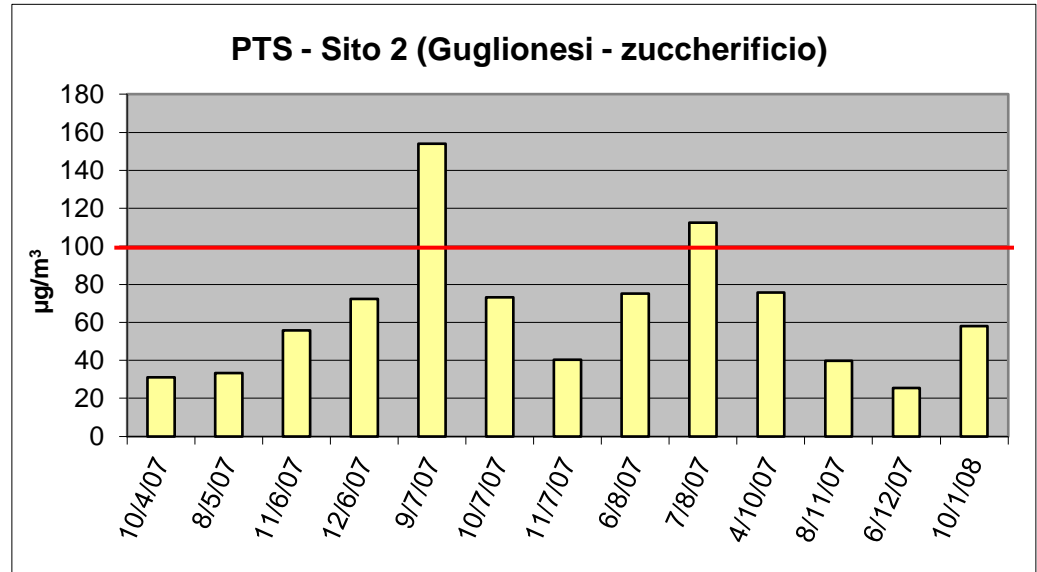


- D.M. 60/02:**
- Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana: **50 µg/m³** (da non superare più di 35 volte per anno civile; periodo di mediazione: 24 h)
 - Valore limite annuale per la protezione della salute umana: **40 µg/m³** (periodo di mediazione: anno civile)

PTS

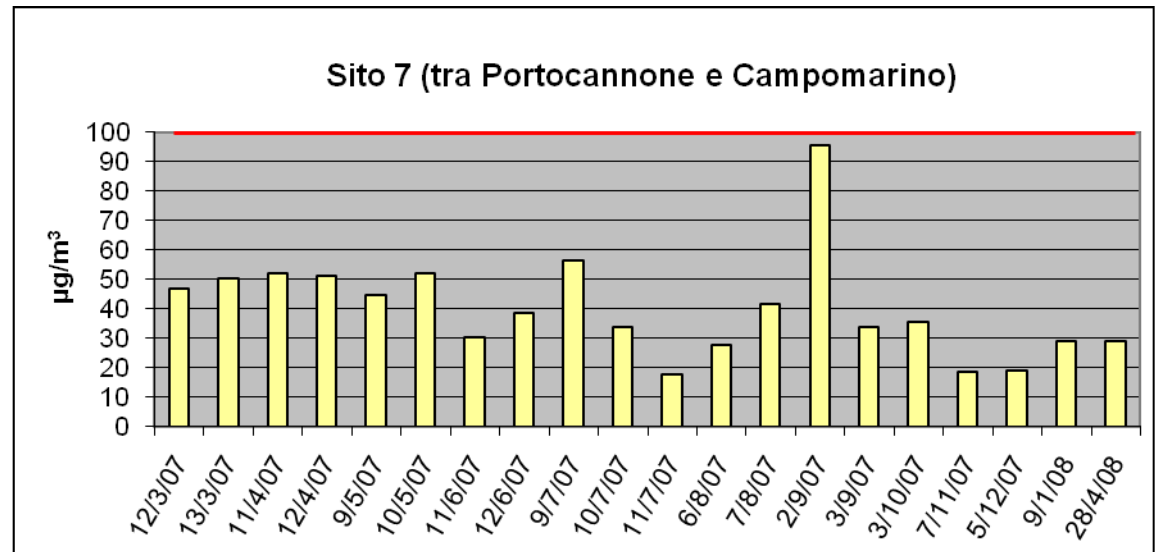
2-Guglionesi (zuccherificio)

10/4/07	31
11/4/07	52
8/5/07	33
11/6/07	56
12/6/07	72
9/7/07	154
10/7/07	73
11/7/07	40
6/8/07	75
7/8/07	112
4/10/07	76
8/11/07	40
6/12/07	25
10/1/08	58



7-tra Portocannone e Campomarino

12/3/07	47
13/3/07	51
11/4/07	52
12/4/07	51
9/5/07	45
10/5/07	52
11/6/07	31
12/6/07	38
9/7/07	57
10/7/07	34
11/7/07	18
6/8/07	28
7/8/07	42
2/9/07	96
3/9/07	34
3/10/07	36
7/11/07	18
5/12/07	19
9/1/08	29
28/4/08	29



Concentrazioni di elementi tossici nel particolato

- I contenuti di **piombo** sono risultati tutti al di sotto del valore limite per la concentrazione in aria (D.M.60/02) e per lo più inferiori al limite di rilevabilità strumentale
- Per **arsenico**, **cadmio** e **nicel** sono state misurate sempre concentrazioni inferiori o uguali ai valori obiettivo stabiliti dalla normativa nazionale vigente (D. Lgs. 152/2007) o al limite di rilevabilità strumentale
- Per **arsenico**, **cadmio**, **manganese**, **nicel**, **piombo** e **vanadio** i valori misurati rientrano tutti nell' intervallo tipico per le aree rurali stimato dal WHO
- Nel caso del **cromo** i valori misurati superano l' intervallo dei valori tipici delle aree rurali e si attestano sui valori minimi per le aree urbane (WHO)

D.M. 60/02:

Piombo - valore limite annuale per la protezione della salute umana: $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (periodo di mediazione: anno civile), da raggiungere entro il 1 gennaio 2005

D. Lgs. 152/2007 (e successive modifiche) - valore obiettivo (riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile) **arsenico**= $6 \text{ ng}/\text{m}^3$; **cadmio** = $5 \text{ ng}/\text{m}^3$; **nicel** = $20 \text{ ng}/\text{m}^3$

CONCLUSIONI

- ✓ Sulla base dei risultati sperimentali l' **ozono** appare essere l' inquinante che può determinare effetti nocivi nell' area in studio (meno rilevanti sulla salute umana e più rilevanti sui sistemi vegetali).
- Per quanto riguarda la salute umana è stato stimato il superamento del valore bersaglio per il 2010 in tre siti ed il superamento dell' obiettivo a lungo termine in un sito.
- Per quanto riguarda la vegetazione si è stimato il superamento del valore bersaglio per il 2010 in cinque siti ed il superamento dell' obiettivo a lungo termine in tutti i siti di indagine

- ✓ Le concentrazioni di **NO_x** sono risultate in tutti i siti inferiori al limite stabilito dalla normativa per la protezione della vegetazione e quelle di **NO₂** ampiamente al di sotto del limite annuale fissato per la protezione della salute umana

- ✓ Per le **Polveri Totali Sospese** (PTS) sono stati misurati valori superiori al valore guida per le 24 ore in due dei trentasei prelievi effettuati, mentre per il **PM10** sono stati registrati tre superamenti (su ventitre prelievi) del limite per le 24 ore

- ✓ Per quanto riguarda gli **elementi tossici o potenzialmente tossici** nel particolato:
 - i contenuti di **Pb** sono risultati per lo più inferiori al limite di rilevabilità
 - per **As**, **Cd** e **Ni** sono state misurate sempre concentrazioni inferiori o uguali ai valori obiettivo stabiliti dalla normativa o al limite di rilevabilità strumentale

- ✓ Relativamente ai contenuti di **Idrocarburi Policiclici Aromatici** (IPA) in campioni di particolato, il **benzo(a)pirene** è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità del metodo utilizzato

- ✓ Le concentrazioni in aria di **BTEX** non indicano rischi per la salute umana: le concentrazioni di **benzene** sono inferiori in tutti i siti al limite fissato dalla normativa vigente ed alla concentrazione media tipica nell' aria ambiente di zone rurali (WHO); le concentrazioni di **toluene** e degli **xileni** risultano nettamente inferiori ai valori guida WHO



- Dal 2002 sono state autorizzate decine di nuove centrali termoelettriche per complessivi 21400 MWe, di cui 9900 MWe con la Legge 55/2002
- A giugno 2007 erano attivati 52 procedimenti di autorizzazione su tutto il territorio nazionale (tranne la Sicilia), 45 dei quali in corso di valutazione
- La maggior parte di tali procedimenti si riferisce a centrali a turbogas



Centrale Civitavecchia

Consumo acqua

carbone	2.100.000 m ³ /anno nuovo impianto dissalatore 1.000.000 m ³ /anno evaporatore esistente
OCD	900.000 m ³ /anno evaporatore esistente

Consumo prodotti chimici

carbone	150.000 t/anno CaCO ₃ 26.000 t/anno urea
OCD	circa 30.000t/anno NH ₃

Produce

ceneri	carbone	500.000 t/anno
	OCD	10.800 t/anno
fanghi	carbone	5.000 t/anno
	OCD	1.400 t/anno
acqua di scarico	carbone	1.270.000 t/anno
	OCD	628.000 t/anno
CaSO ₄	carbone	250.000 t/anno
	OCD	0 t/anno

Emissioni

Carico all' uscita del camino

NO _x	carbone	150 mg/Nm ³
	OCD	200 mg/Nm ³
SO ₂	carbone	100 mg/Nm ³
	OCD	400 mg/Nm ³
Polveri	carbone	20 mg/Nm ³
	OCD	50 mg/Nm ³
Emissioni totali CO ₂	carbone	13.89 Mt/a
	OCD	11.63 Mt/a

Altre caratteristiche

Carbone	Parco carbone	300.000 t/anno (aperto o chiuso)	
OCD	serbatoi	700.000 m ³ /a	
Movimentazione	n° petroliere (OCD)	da 100.000 t/a	36
	n° carboniere	da 130.000 t/a	40
	n° navi da calcare (carbone)	da 5.000 t/a	30
	n° navi gessiere	da 25.000 t/a (carbone)	10
	n° navi ceneri (USA)	da 20.000 t/a (carbone)	10
	n° navi ceneri (Paesi Mediterranei)	4.000 t/a	50
Carbone	1460 autotreni/anno per urea		
OCD	1460 autotreni/anno per ammoniaca		

Tecnologie per l'abbattimento delle emissioni di CO₂

Si sviluppano su due linee:

- ✓ aumento dell'efficienza della combustione degli impianti
- ✓ sequestrazione della CO₂ (CCS)

Aumento dell'efficienza della combustione degli impianti

- Impianti termoelettrici supercritici e ultrasupercritici
- Tecniche di gassificazione del carbone (IGCC)
- Cicli combinati a gas naturale (NGCC)
- Tecnica del polverino di carbone (AD700)
- Combustione del carbone con O₂



Le tecnologie CCS

(Carbon Capture and Storage)

Fasi principali

- ✓ Cattura di CO₂ da impianti di generazione elettrica, impianti industriali e giacimenti di gas naturale con elevata CO₂ nel pozzo
- ✓ Trasporto via pipeline al sito di stoccaggio
- ✓ Deposito geologico definitivo in acquiferi salini profondi, strati carboniferi profondi o giacimenti esausti di petrolio e/o gas naturale

La sequestrazione completa non è stata mai sperimentata

A livello mondiale l'attuale potenziale di stoccaggio geologico (pari a 2000 Gt CO₂) è sufficiente per 80 anni (considerando le attuali emissioni) ed è così ripartito:
formazioni saline: 400 – 1000 Gt; giacimenti esausti di gas e petrolio: 900 Gt; miniere di carbone non estraibili: 30 Gt

Nel mondo 3 impianti dimostrativi (Norvegia, Algeria, Canada):
non utilizzano CO₂
da impianti termoelettrici

Le tecnologie CCS

(Carbon Capture and Storage)



Barriere per lo sviluppo

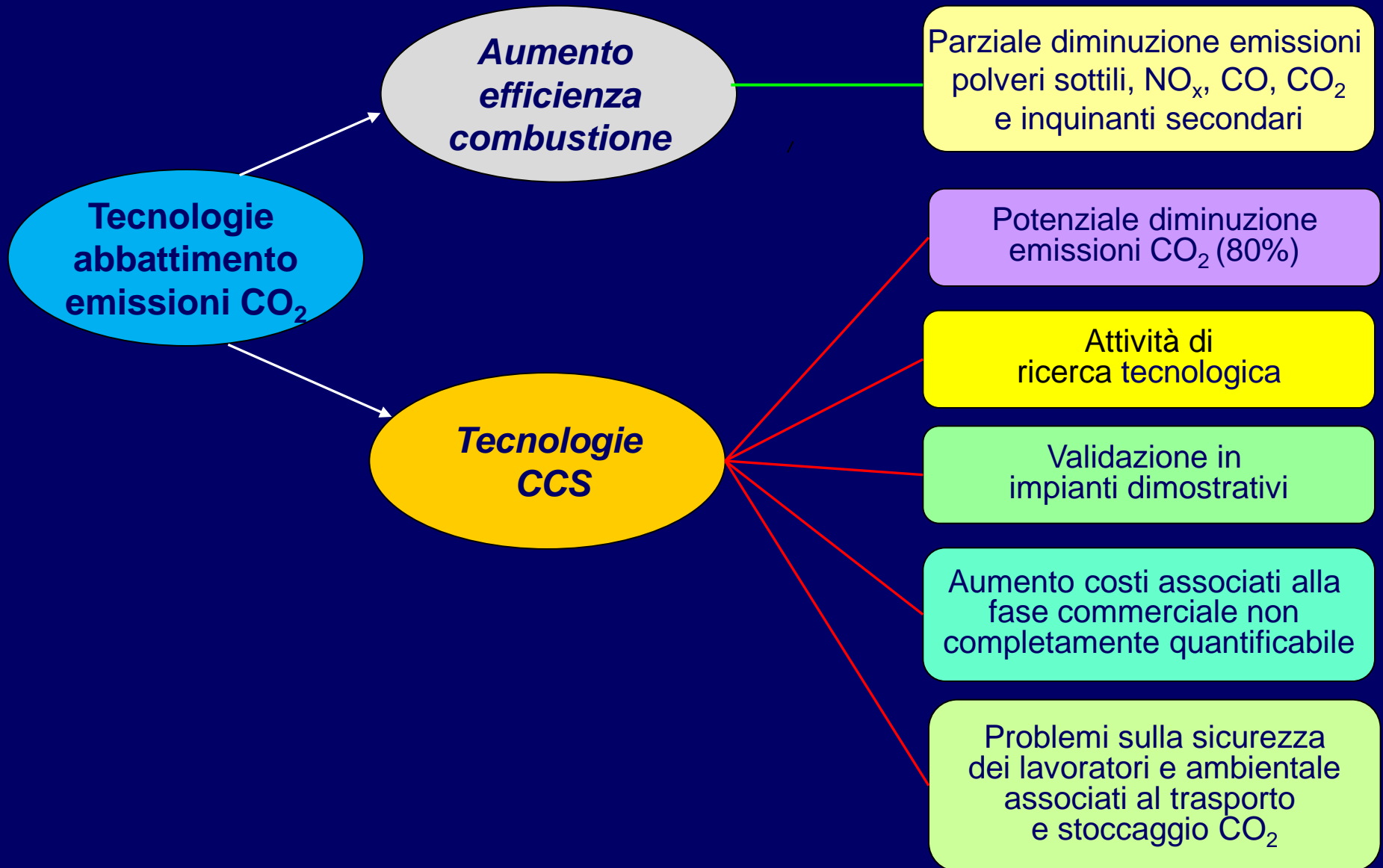
**Elevato costo
dei
progetti dimostrativi**

**Elevati costi
di
gestione**

**Necessità di verifica
su scala commerciale**
(tempi previsti: 10 anni)

**Sicurezza ambientale
e dei lavoratori**
(anche in relazione alla
permanenza della CO₂ nello
stoccaggio sotterraneo)

In sintesi



I risultati per la morbosità

Benefici sulla morbosità per la prima ipotesi

(Emissioni auto dato comunale coincide con il dato provinciale)

Effetti	Popolazione di riferimento	Ipotesi 1 ^(a)	Ipotesi 2 ^(b)
Numero di casi evitati di bronchite cronica	>=27 anni	265,7	237,8
Asma bambini: numero di giorni evitati di uso di broncodilatatori	6-7 e 13-14 anni	8.537,9	7.654,6
Asma adulti: numero di giorni evitati di uso di broncodilatatori	>= 15 anni	1.056.302,7	947.091,0

Benefici sulla morbosità per la seconda ipotesi

(Emissioni auto dato comunale stimato assumendo le medesime distribuzioni provinciali)

Effetti	Popolazione di riferimento	Ipotesi 1 ^(a)	Ipotesi 2 ^(b)
Numero di casi evitati di bronchite cronica	>=27 anni	286,4	253,7
Asma bambini: numero di giorni evitati di uso di broncodilatatori	6-7 e 13-14 anni	9.145,7	8.136,0
Asma adulti: numero di giorni evitati di uso di broncodilatatori	>= 15 anni	1.137.446,2	1.010.024,0

(a) Ipotesi di cambio modale per gli spostamenti in auto delle persone che hanno espresso una propensione positiva al desiderio di voler diminuire l' utilizzo del mezzo privato o di voler aumentare l' uso del mezzo pubblico.

(b) Ipotesi di cambio modale per tutti gli spostamenti in automobile con durata inferiore o uguale a 15 minuti.