

Il passante di Bologna, l'ambiente e la salute

Sala "20 maggio 2012" Regione Emilia-Romagna – Terza Torre
Viale della Fiera, 8 – Bologna

Bologna, 29 settembre 2016

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

CONCLUSIONI

Le elaborazioni modellistiche eseguite consentono di stabilire quanto segue:

- il contributo emissivo del tratto interessato dal progetto rispetto al complesso delle altre sorgenti presenti nell'area di studio è marginale;
- la maggiore fluidità del traffico sulla tangenziale generata dagli interventi e dalle misure di regolamentazione previste in progetto (limite di velocità pari a 80 km/h e sistema di controllo automatico delle velocità) e il rinnovo del parco auto contribuiranno ad una riduzione delle emissioni che per alcuni inquinanti supererà anche il 40%;
- le modellazioni della diffusione delle sostanze inquinanti sul territorio permettono di visualizzare gli impatti diretti stimati a seguito della realizzazione del progetto, confermando le valutazioni derivanti dall'analisi dei dati esistenti sulla qualità dell'aria ed evidenziando gli effetti positivi svolti da specifici interventi di progetto quali le nuove barriere antirumore e le aree a verde.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

Il largo impiego di veicoli commerciali e passeggeri per soddisfare la crescente richiesta di mobilità ha reso il settore dei trasporti uno dei maggiori responsabili dell'inquinamento atmosferico e acustico nelle aree urbane.

Le emissioni da traffico, tipicamente per quanto riguarda il monossido di carbonio (CO), gli ossidi d'azoto (NO_x) e le polveri (PM), sono sempre più rilevanti a causa dell'aumento del parco circolante e dell'incremento dell'uso dei veicoli.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



Come si stimano le emissioni di inquinanti?

Con metodologie e dati statistici diversi a seconda del grado di dettaglio richiesto.

La formula generale è:

$$\text{Emissione} = A \cdot FE$$

Dove A si riferisce all'attività che genera le emissioni (traffico, riscaldamento domestico, attività produttiva, ecc.) mentre FE indica il fattore di emissione riferito all'unità di attività della sorgente (quantità di inquinante emesso).

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

La stima delle emissioni in aria di gas inquinanti si basa su una metodologia consolidata. Il progetto CORINAIR ne è l'asse portante dal 1985, anno in cui è stato realizzato il primo inventario italiano.

L'inventario del '90 ha opportunamente rivisto la metodologia applicata nel 1985, estendendo il numero di inquinanti considerati, ampliando il numero di attività censite ed armonizzando ulteriormente i metodi di stima delle emissioni in Europa.

EEA Technical report | No 12/2013

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013

Technical guidance to prepare national emission inventories

ISSN 1725-2237

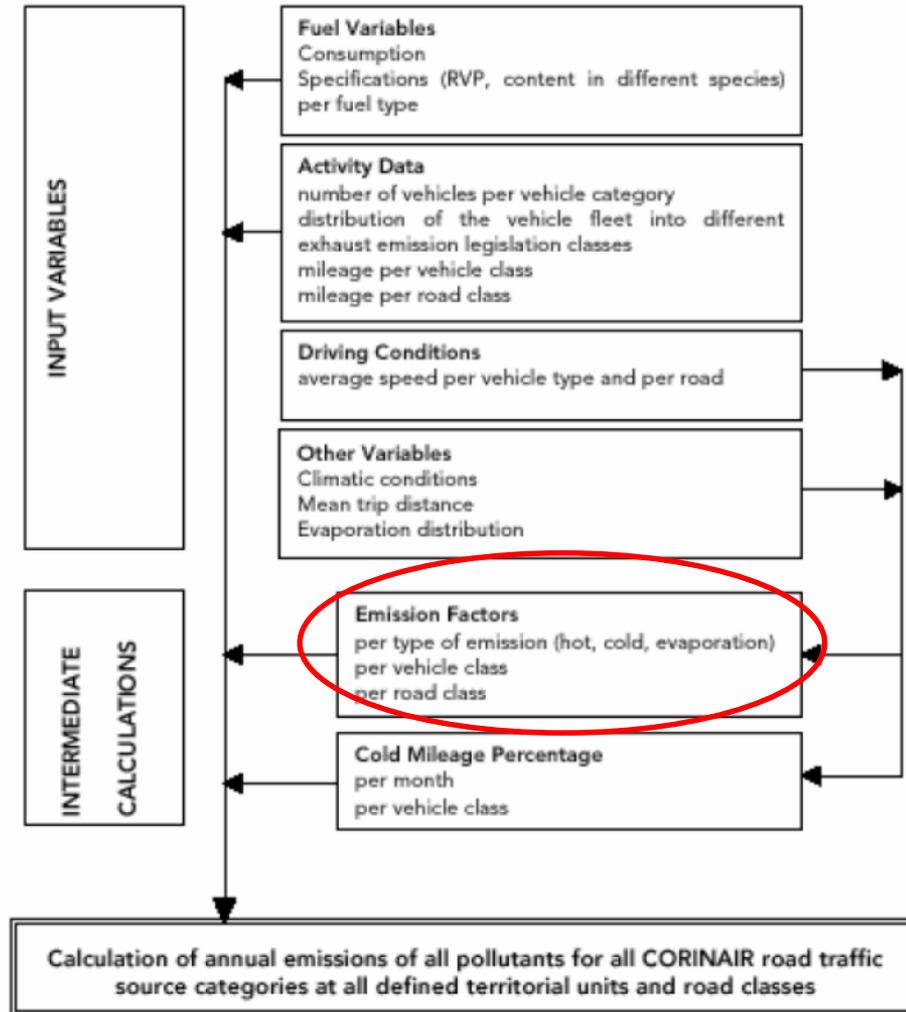


L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

COPERT (Computer Programme to calculate Emissions from Road Traffic) è un programma di calcolo delle emissioni da traffico realizzato dalla European Environment Agency - EEA nell'ambito del programma CORINAIR. E' un modello di tipo disaggregato, cioè consente di ottenere i valori delle emissioni per ogni categoria di veicoli.

Analogamente opera qualsiasi tipo di modello che ha come scopo quello di stimare le emissioni da traffico veicolare (compreso il modello **HBEFA**).

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



In particolare la metodologia di calcolo di un modello si basa sui seguenti parametri:

- parco auto circolante: numero di veicoli, anno di immatricolazione, cilindrata (per le autovetture) o peso (per i veicoli commerciali)
- condizione di guida: velocità media e km percorsi
- fattori di emissione
- tipo di combustibile
- condizioni climatiche: temperature max e min
- pendenza della strada
- carico trasportato nel caso dei veicoli commerciali

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

COPERT considera le emissioni da veicoli su strada come la somma di tre tipologie di contributi:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{vap}$$

- Ehot: emissioni a caldo, prodotte durante il funzionamento del motore alla temperatura di esercizio
- Ecold : emissioni a freddo, prodotte nella fase di riscaldamento del motore
- Evap: emissioni : evaporative costituite solo dai NMVOC

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

$$E_{\text{cold}} = \beta_{i,j} * n_j * m_j * e_{\text{hot};i,j} * (e_{\text{cold};i,j}/e_{\text{hot};i,j} - 1)$$

β_j : frazione di km percorsi con il motore o il catalizzatore freddo

n_j : numero di veicoli della classe j : j -esima

m_j : totale km annui percorsi dal veicolo j

$e_{\text{cold};i,j}/e_{\text{hot};i,j}$: rapporto tra le emissioni a caldo e quelle a freddo per l'inquinante i , rilevato per la categoria di veicoli j

$$E_{\text{vap}} = 365 * n_j * (e_d + S_c + S_{fi}) + R$$

n_j : numero di veicoli della classe j -esima

e_d : fattore di emissione delle perdite diurne

S_c : fattore di emissione a caldo e a freddo per i veicoli a benzina dotati di carburatore

S_{fi} : fattore di emissione a caldo e a freddo per i veicoli a benzina dotati d'iniezione elettronica

R : perdite durante il moto

$$E_{\text{hot}} = n_j * m_{j,k} * e_{\text{hot};i,j,k}$$

n_j (veicoli): numero di veicoli della classe j -esima

$m_{j,k}$,(km/veicolo): distanza media percorsa da ogni veicolo di categoria j su strada di classe k

$e_{\text{hot};i,j,k}$;(g/km): fattore di emissione per l'inquinante i , rilevato per la categoria di veicoli j , sulla strada di classe k .

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

I fattori di emissione a caldo (ehot i,j,k) dipendono dalla velocità media dei veicoli secondo relazioni che, nella formulazione più generale, possono essere espresse dalla seguente formula:

$$FE = a + b * V + c * V^2 + d * V^e + f * \ln(V) + g * \exp(h * V)$$

FE : fattore di emissione a caldo [g km⁻¹veicoli⁻¹];

V : velocità media [km h⁻¹];

a, b, c, d, e, f, g, h : coefficienti definiti per ogni inquinante e tipo di veicolo.

In realtà il fattore di emissione è influenzato anche dal carico del veicolo per cui l'equazione indicata di solito viene corretta nella forma:

$$E = (a + b * V + c * V^2 + d * V^e + f * \ln(V)) * NV * L * [1 + 2 * c_f * \frac{l_p - 50}{100}]$$

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

Al suo interno COPERT IV contiene un database dei fattori di emissione che ha avuto origine da singole misure condotte in diversi Paesi nell'ambito del Progetto ARTEMIS.

Type	SSC_NAME	Subsegment	TEC_NAME	Pollutant	Load	Slope	R2	a	b	c	d	e	f	g	Vmin	Vmax	Function_ID	Speed	Function	Calc_func	100
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	CO	0	0%	0,988106314	1,927899522	49,63201391	-0,137896413	0,63769346	0,017694873	0	0	12	86	10	86	$(a+b/(1+exp(((1-c)/(d*ln(x))+(e*x))))))$	2,47312	86
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	NOx	0	0%	0,954081608	37,80690459	1,017215222	-0,797596971	0	0	0	0	12	86	0	86	$((a*(b*x))^(c*x))$	4,70031	86
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	HC	0	0%	0,990530354	40,23443808	0,991293815	-0,528082392	0	0	0	0	12	86	0	86	$((a*(b*x))^(c*x))$	1,80480	86
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	PM	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	=	0	0
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	FC	0	0%	0,982357627	1721,531485	1,012839116	-0,805395256	0	0	0	0	12	86	0	86	$((a*(b*x))^(c*x))$	142,67870	86
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	CO	50	0%	0,988194228	2,522865162	43,38250634	-0,13842299	0,538574771	0,032054591	0	0	12	86	10	86	$(a+b/(1+exp(((1-c)/(d*ln(x))+(e*x))))))$	2,73960	86
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	NOx	50	0%	0,946836488	36,94242687	1,015214907	-0,748262494	0	0	0	0	12	86	0	86	$((a*(b*x))^(c*x))$	4,83058	86
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	HC	50	0%	0,99041287	45,07012804	0,992718357	-0,584451071	0	0	0	0	12	86	0	86	$((a*(b*x))^(c*x))$	1,77955	86
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	PM	50	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	=	0	0
HDV	Gasoline >3.5 t	RT petrol	Conventional	FC	50	0%	0,980584759	1741,254856	1,012292669	-0,787345535	0	0	0	0	12	86	0	86	$((a*(b*x))^(c*x))$	149,30265	86

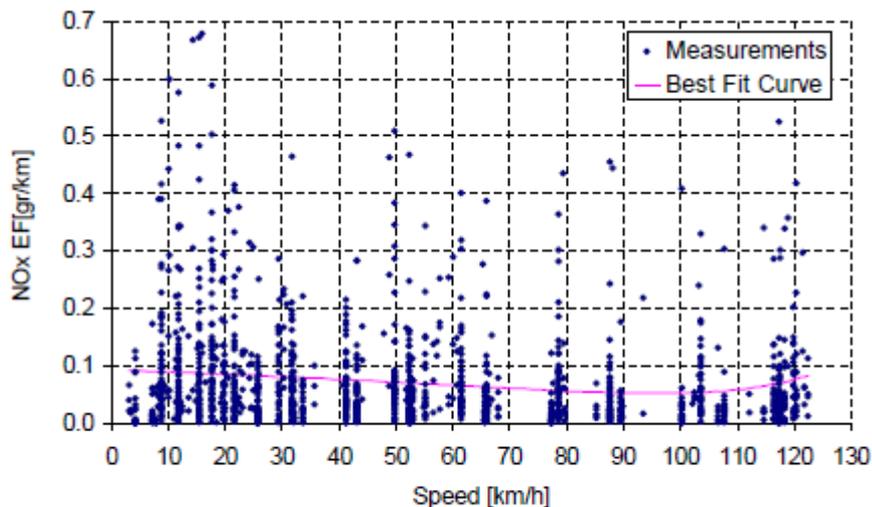
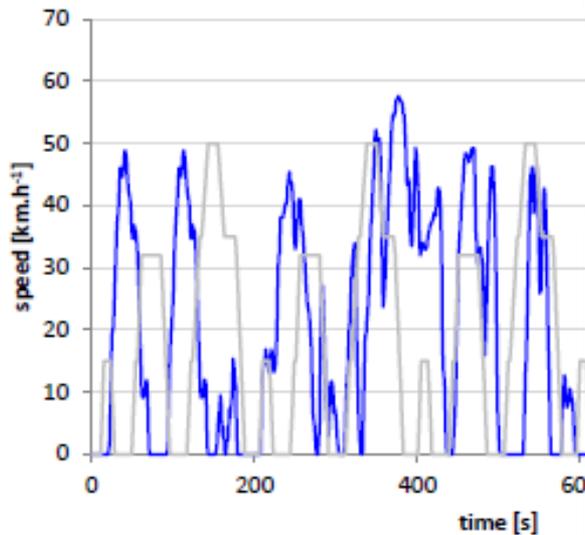


Figure 2-3: Example of variability of individual measurements for the derivation of emission factors. Gasoline Euro 3 passenger cars. Source: ARTEMIS database.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



Report No. 148

Improved Emissions Inventories for NO_x and Particulate Matter from Transport and Small Scale Combustion Installations in Ireland (ETASCI)

Part 1 of 2*

Authors:

Dr. William J. Smith, Timothy Grummell B.E., Dr. David J Timoney



ARTEMIS motorway
ARTEMIS rural
NEDC extra-urban



L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

E' evidente che, anche se la velocità media e di picco di un ciclo reale di guida (**CADC**) e di un ciclo standard (**NEDC**) sono simili, l'andamento delle velocità in un ciclo reale è molto più irregolare rispetto al suo omologo NEDC.

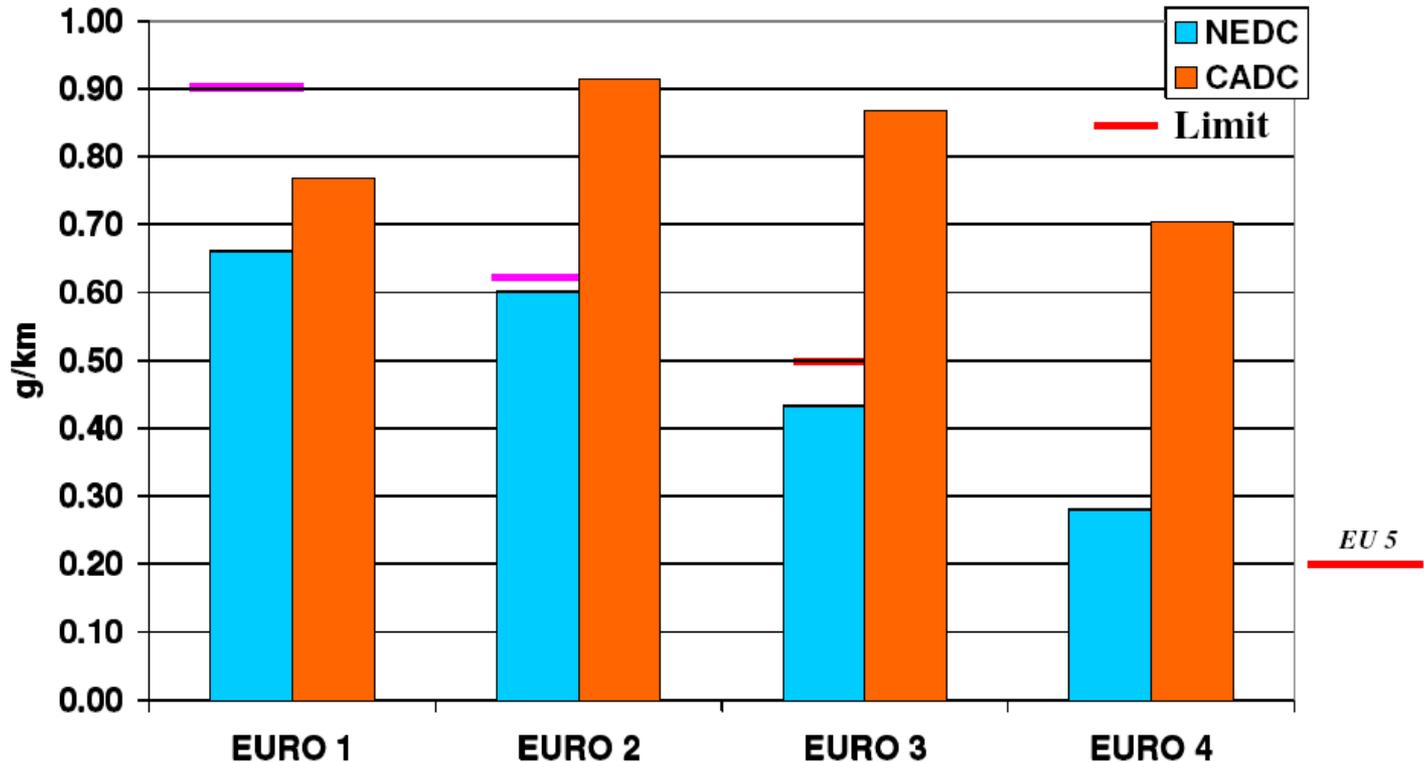
Meno evidente ad un esame visivo, ma ancor più importante, è il fatto che le accelerazioni associate a cicli di guida reali sono sostanzialmente superiori a quelle imposte dal ciclo standard.

L'effetto pratico di queste differenze è che nel mondo reale gli sforzi richiesti ad un motore sono molto più gravosi di quelli imposti dai cicli standard di omologazione. Il funzionamento a carico elevato del motore porta ad una maggiore temperatura dei cilindri, favorendo così la formazione di **NOx**.

Nel caso di veicoli con motore diesel, elevati carichi del motore implicano meno aria nei cilindri: un rapporto carburante-aria sbilanciato favorisce la formazione di **PM**.

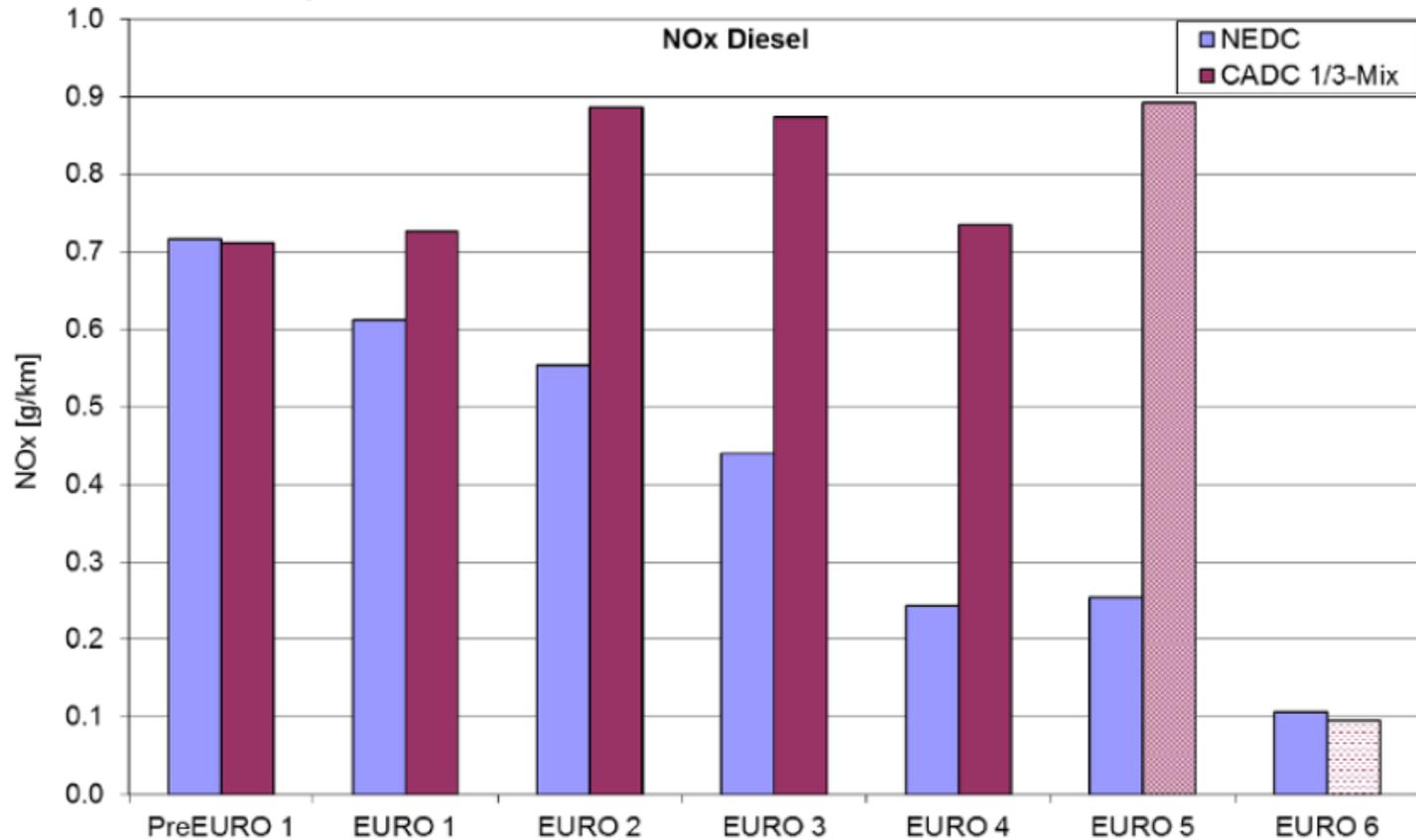
Il tasso di emissione per entrambe le sostanze inquinanti è quindi probabile che sia più elevato in condizioni di guida reali, rispetto a quello misurato sul ciclo di marcia europeo .

How have specific NO_x emissions of diesel passenger cars evolved in the past?

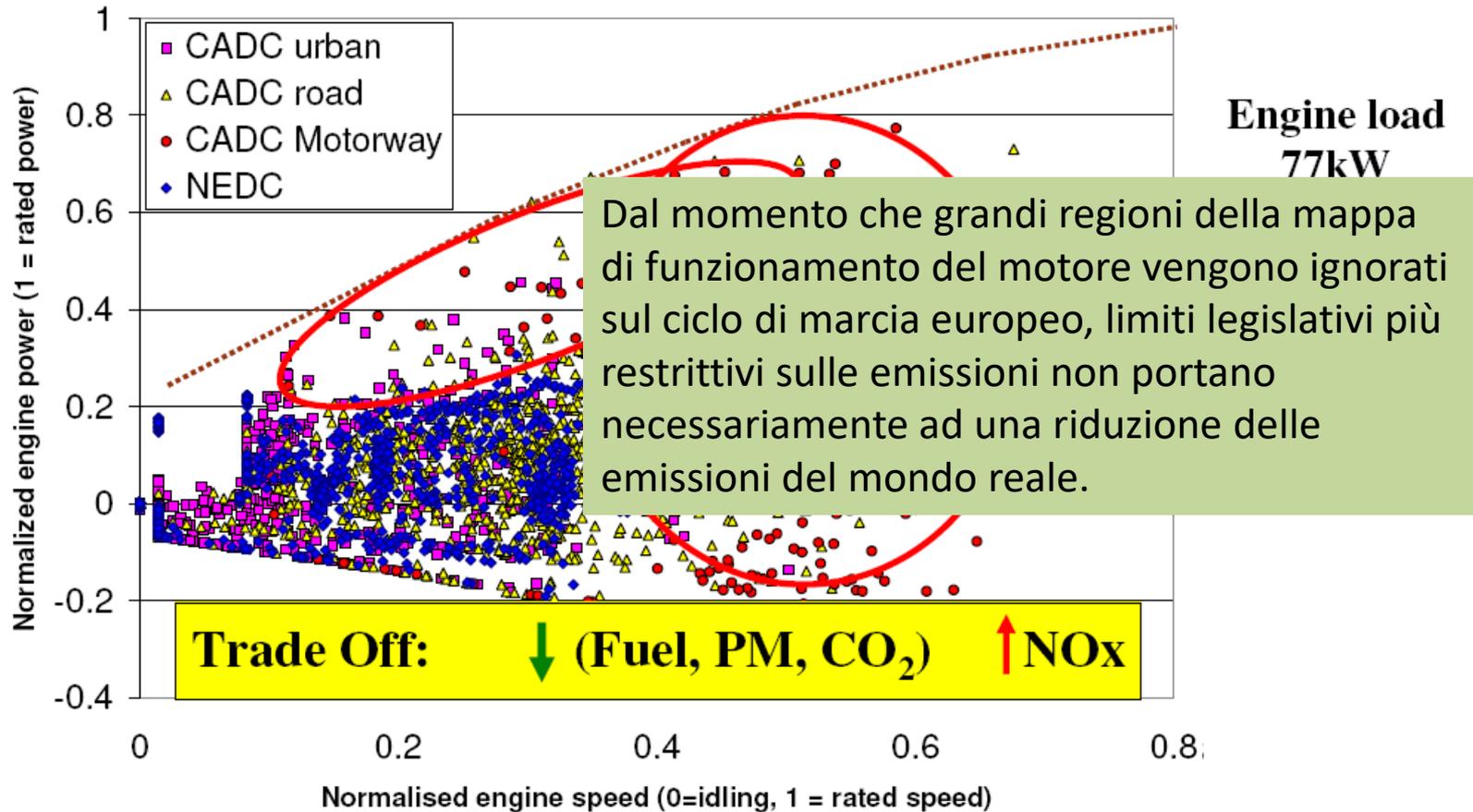


Motivation to test: recent results from TUG

EURO 5: 7 cars, EURO 6: BMW X5 and BMW 530d



How to explain these facts?



L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

Compliments of the WSDOT Library
X7750 library@wsdot.wa.gov

Emissions and Speed Limit Literature Review

The impact of reducing the maximum speed from 80 km h⁻¹ on emissions and peak ozone

Johannes Kellera, Sebneem Andreani-Akso Flemmingb, Juerg Heldstabc, Mario Keller Prevot
Environmental Modelling & Software
Volume 23, Issue 3, March 2008, Pages 3: Abstract

Hot and dry conditions in summer 2003 led to exceeded the Swiss ambient air quality standards and ozone levels would have changed in the future. On Swiss motorways were decreased from the model package MM5/CAMx was applied to Switzerland. Anthropogenic emissions were compared to Swiss data sources. The simulations for the current driving behaviour. In the reduction of road traffic were lower by about 4% per vehicle release. Emissions of volatile organic compounds were affected. The peak ozone levels decreased

Improved road traffic emission inventories

Robin Smita, Muriel Poelmanb and Jeroen van Duyn
Atmospheric Environment
Volume 42, Issue 5, February 2008, Page: Abstract

Does consideration of average speed distribution instead of single mean speed—lead to different results for road networks? To address this question, a procedure to predict mean speed distributions using average speed from a macroscopic traffic model (Indy) that was used in Amsterdam. Two emission models are compared: a continuous model (VERSIT+macro) and a discrete model (VERSIT+micro). CO emissions of CO, HC, NOx, PM10 and CO increased after application of the mean speed distribution. The increase was even up to +24% at sub-network level (urban and rural). The computation methods thus appear to produce different results. The magnitude and direction of the effect is dependent on the shape of the composite emission factor curve. The effect of (sub)-network VKT (vehicle kilometres travelled) on emissions is also investigated.



MONASH
Accident Research

THE IMPACT OF LOWER SPEED LIMITS IN URBAN AND METROPOLITAN AREAS

Compliments of the WSDOT Library
X7750 library@wsdot.wa.gov

The Effect of Vehicle Speed on Unpaved Road Emissions

Gregory E. Muleski and Chatten Cowherd, Jr.
Midwest Research Institute, 425 Volker Boulevard, Kansas City, MO 64110
gmuleski@mriresearch.org

ABSTRACT

The AP-42 Supplement E unpaved road emission factor equation was developed in 1997 from a database of approximately 200 tests with widely varying source conditions. Since that time, not only have new test data become publicly available, but AP-42 users have gained operational experience with the emission factor model. This paper presents a reevaluation of the current factor with a focus on the effect of vehicle speed.

Everyday experience dictates that (all other things being equal) faster vehicles result in more dust than slower ones. As such, there is an understandable desire to include mean vehicle speed as a correction parameter. However, forcing that variable into a stepwise regression leads to the speed term being raised to a power much lower than what has been found in studies designed to isolate the effect of speed on individual roads. Additional complications arise because: (a) vehicle speed and road surface silt content are highly correlated in the available data base; and (b), the Supplement E background document discussed the factor's tendency to overpredict for travel speeds less than 15 mph.

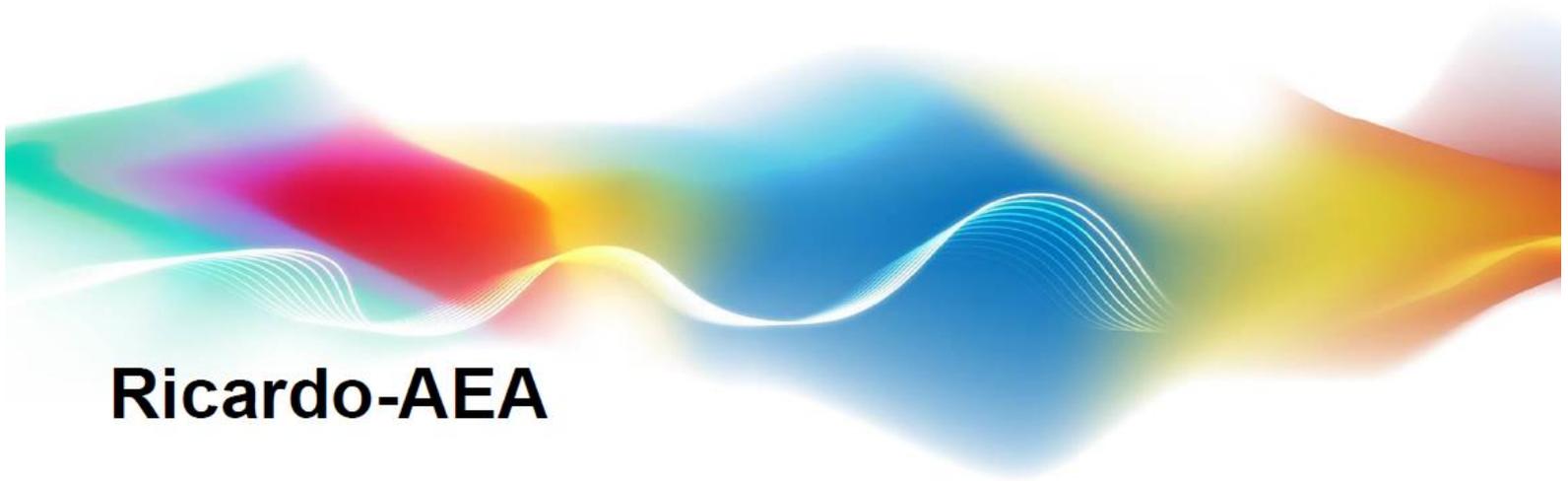
This paper discusses and compares alternative methods to incorporate the effect of mean vehicle speed in a predictive emission factor equation for unpaved roads.

INTRODUCTION

The AP-42 Supplement E unpaved road emission factor equation was developed in 1997 from a database of approximately 200 tests with widely varying source conditions. Since that time, not only have new test data become publicly available, but AP-42 users have gained operational experience with the emission factor model. As a result, a reevaluation of the emission factor was undertaken.

The initial phase in the reevaluation began in 2000 and explored whether or not valid predictive models could be developed to address two distinct applications of the AP-42 unpaved road emission factor equation

- Public unpaved roads, traveled mostly by light-duty vehicles
- Industrial plant roads with a wide range of vehicle characteristics



Ricardo-AEA

**The impact of 20 mph limits on carbon emissions and
air quality**

Duncan Kay

4th Annual 20mph Conference

Thursday 23rd May 2013

The impact of 20 mph limits on carbon emissions and air quality

RICARDO-AEA

- An admission
 - I can't tell you the definitive answer!
 - ...but then neither can anyone else!
 - So this presentation is a review of:
 - What people say
 - What the evidence is
 - What conclusions we can draw

Conclusions

- 1. There is no direct relationship between fuel economy and posted speed limits – the impact of 20 mph speed limits depends on changing driver behaviour
- 2. Steady-speed results and “emissions factor” curves must be used with care
- 3. **IF** the reason to introduce 20 mph limits is to:
 - encourage more walking and cycling
 - encourage slower, smoother, more considerate driving

THEN it seems likely that this should result in a reduction in carbon emissions and quite possibly NOx and PM.

“In principle, driving more slowly (at a steady pace) will always save fuel and carbon dioxide emissions unless a quite unnecessarily low gear is being used. The underlying arguments are that moving a vehicle at a lower speed requires less power, and that avoiding unnecessary acceleration and braking saves energy.” Department for Transport

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

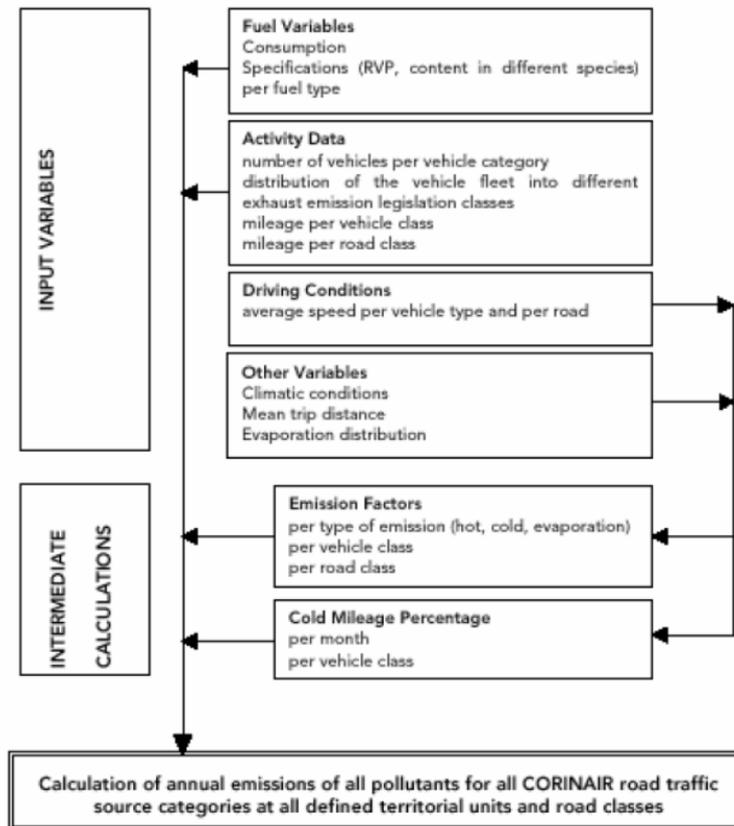
JRC Scientific and Technical Reports

Uncertainty Estimates and Guidance for Road Transport Emission Calculations

Charis Kouridis, Dimitrios Gkatzoflias, Ioannis Kioutsioukis
Leonidas Ntziachristos, Cinzia Pastorello, Panagiota Dilara



EUR 24296 EN - 2010



Mentre in un approccio deterministico le variabili e i parametri assumono singoli valori puntuali, in un'analisi probabilistica ai termini dell'equazione vengono attribuite distribuzioni di probabilità.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



Symbol:	Ncat	Name:	Vehicle population at category level
Type:	Check item	units:	vehs.
Description:	The number of operating vehicles in the country, falling in one of the five categories (passenger cars, light duty trucks, heavy duty trucks, busses, power two wheelers). The number of operating vehicles should in principle correspond to the number of registered vehicles of the national fleet in the country. Deviations from this rule include vehicles registered but not operating or partially operating (e.g. abandoned or old cars), unregistered or falsified registration vehicles (stolen, illegal imports). Vehicles registered in a different country do not correspond to the national fleet of the country inventoried and should, in principle, be taken into account in the inventory of the country of registration.		
Sources:	The number of registered vehicles is known in national authorities. These also report data to Eurostat (online database under Transport-> Road Transport-> Road Transport equipment - stock of vehicles). There are also independent (market) sources of such information, such as the national associations of car importers in each country. A summary of this work has been conducted by ANFAC on behalf of ACEA (http://www.acea.be/index.php/news/news_detail/vehicles_in_use/).		
Typical Range:	There is no typical range, as parc size depends on the country. For passenger cars, one should estimate between 400 and 600 cars per thousand citizens. For power two wheelers, the range is even larger, between 30 to 200 vehicles per thousand citizens. Trucks range between 10 and 25 trucks per thousand citizens.		
Quantification of variability (Italy & Poland):	The uncertainty per vehicle category has been characterized by collecting data on the Italian fleet from four different sources. These include Eurostat, ANFAC (from the ACEA site), ACEM and ACI. Most of the variability in the reported values occurs for mopeds, while this is practically zero for cars. In the case of Poland, the same international sources have been used and, in addition, Statistics Poland.		



2.4 Uncertainty of mileage variables

Symbol:	Mtech	Name:	Annual mileage
Type:	Input Variable	units:	km/a
Description:	This is the annual mileage driven by vehicles of a specific category and technology level, at a national level. Currently, there is a discussion on whether this mileage should reflect the mileage of the national stock vehicles in the national territory or including abroad travelling. Also, the discussion should extend to whether this should cover foreign vehicles travelling in the national territory (see discussion in ECE/EB.AIR/GE.1/2007/15). For consistency, this mileage should refer to the fuel sold in the country. Problems arise when there is significant tank tourism (different country of refuelling and different country of consumption - usually to benefit from price differences) and the fuel consumed may be entirely different than the fuel sold. In the case of Italy, where no significant tank tourism exists, the annual mileage is compatible with fuel sold in the country. Relevant data for Poland are not available. Annual mileage differs with different technology and vehicle age, as older vehicles are used less with time.		
Sources:	Annual mileage per vehicle type may be found from national statistics on mobility. The effect of mileage with vehicle age can be inferred from questionnaires, field campaigns (e.g for trucks and busses) or review of inspection and maintenance data (mainly of passenger cars). These data can be obtained either from private (dealer) stations of vehicle manufacturers, or from stations used for the regular I&M inspection of vehicles in the country.		
Typical Range	The annual mileage ranges between 10000-25000 km for passenger cars, 20000-35000 for light duty trucks, 40000-100000 for trucks and busses and 2000-8000 for motorcycles.		
Quantification of variability (Italy & Poland):	Mileage in COPERT calculation is considered to decrease exponentially with age. In Italy, mileage data was acquired from national statistics since such strong data existed with a small uncertainty. In Poland such data was not available, so mileage values were estimated using quality data from near by countries or countries with similar vehicle fleet. The uncertainty in the mileage was estimated as $s=0,1x\mu$. Data was delivered per vehicle type. The correlation between the mileage and the vehicle age was also estimated. The correction factor, applied to the mileage, was calculated using a Weibull function. The uncertainty of these Weibull function parameters (bm and Tm) which influence the mileage was calculated with post analysis of the data. The same approach was used in both countries.		

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

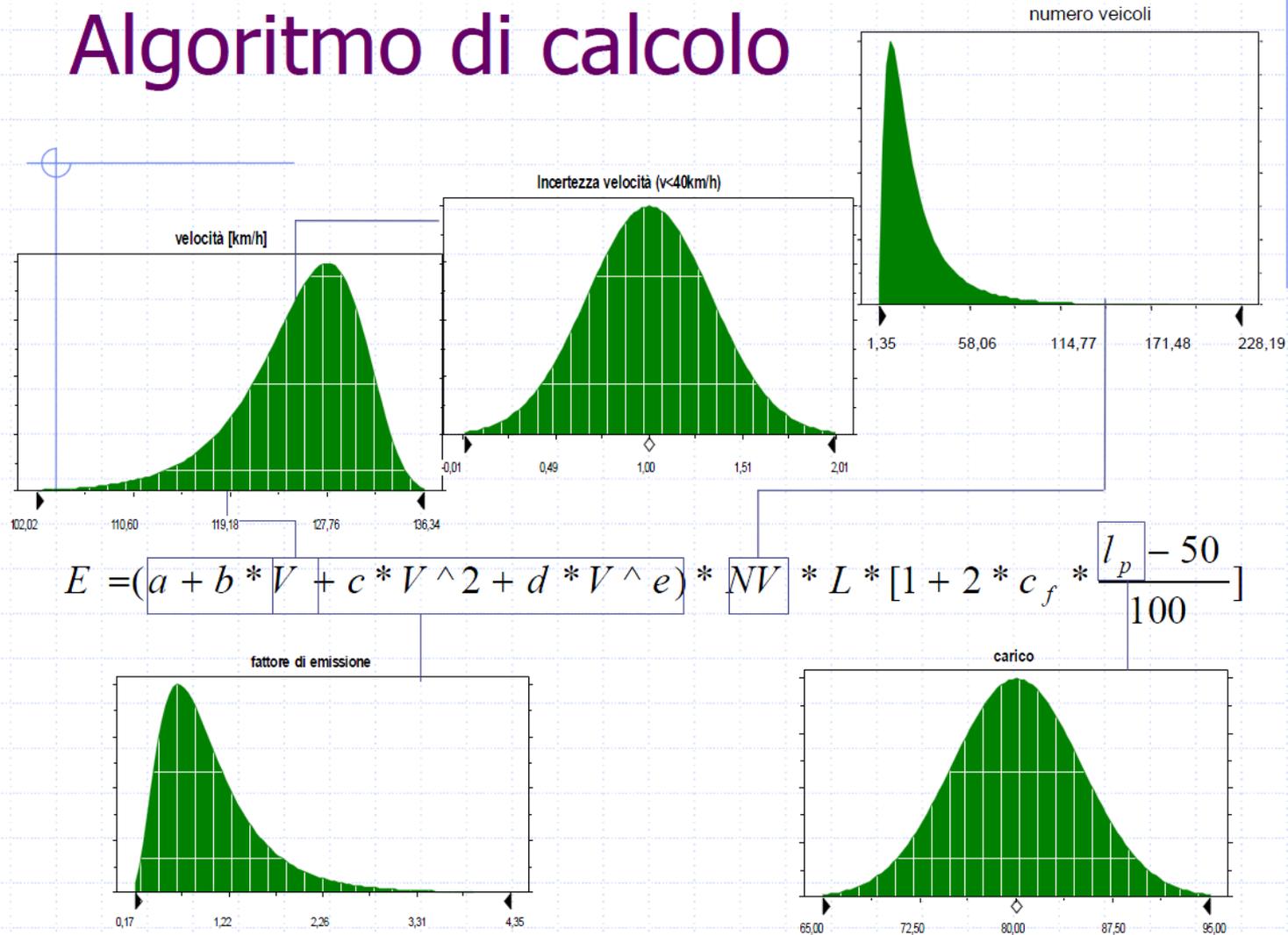


Symbol:	ehot, tech	Name:	Hot emission factor
Type:	Model parameter	units:	g/km
Description:	The emission rate of vehicles of a specific technology in g/km, under thermally stabilised engine operation. In COPERT the emission factors are expressed as a function of mean travelling speed. In cases with limited information, emission factors are expressed as a function of the driving mode (urban, rural, highway).		
Sources:	Hot emission factors have been derived from measurements conducted in several research programmes. The most important ones include COST319, FP4 MEET, and FP6 ARTEMIS. Vehicles are driven over specific driving cycles, considered representative of actual driving conditions and the emission level is associated with the mean travelling speed over the cycle. A function is then drawn using regression analysis to associate emission level with travelling speed.		
Typical Range	There is no typical range, as this depends on the uncertainty of the experimental data used to develop the emission factor.		
Quantification of variability (Italy & Poland):	For all pollutants and fuel consumption, the uncertainty range has been expressed as standard deviation of the experimental data per 10-km/h speed class intervals. The uncertainty has then been modelled with a lognormal around the emission factor value at the mean speed of each speed class interval. The lognormal model has been selected as the uncertainty is assymmetric, i.e. there are no experimental data below 0, while ultra-emitters may emit several times above the average.		

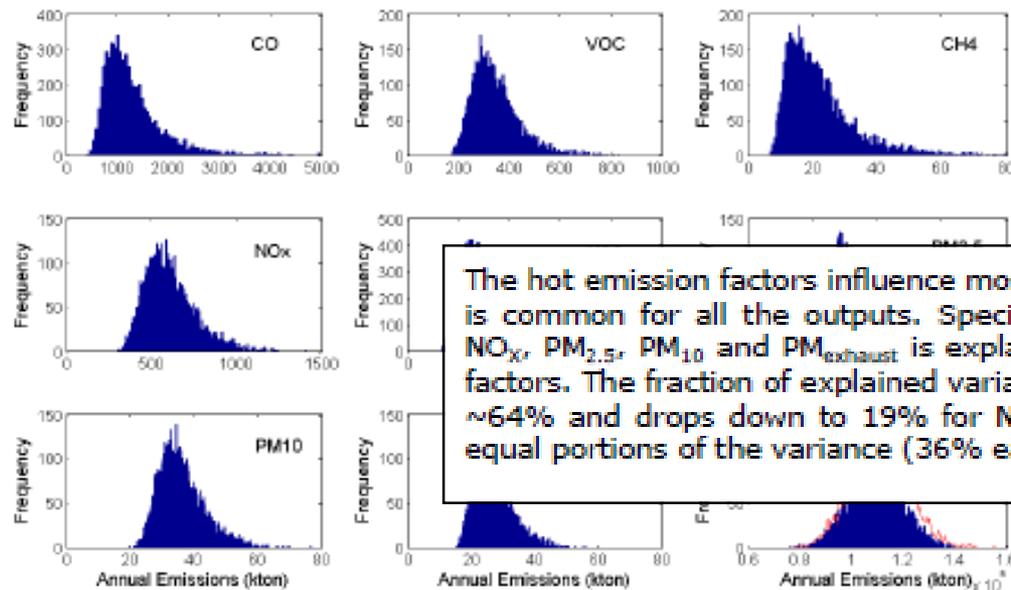


Symbol:	ecold/ehot,tech	Name:	Cold-start emission factor
Type:	Model parameter	units:	-
Description:	The ratio expressing cold-start over hot emission. Cold-start emissions lead to higher emissions as both the engine and the emission control system have not reached their normal operation temperature.		
Sources:	The over-emission ratio in COPERT has been derived as computed value out of a detailed cold-start study conducted in the framework of FP4 MEET and further elaborated in FP6 ARTEMIS (Andre and Jourard, INRETS report LTE 0509). Since these are computed values, it is difficult to obtain independent (literature) sources to quantify it.		
Typical Range	There is no typical range, as this depends on the uncertainty of the experimental data used to develop the emission factor.		
Quantification of variability (Italy & Poland):	Cold emission factors in Copert have been produced as a hybrid of the Copert II, MEET and ARTEMIS methodologies, using approximations to convert the MEET approach (as corrected in ARTEMIS) to the older CORINAIR cold-start approach. Cold-start modelling is one of least elaborate items of Copert 4. As it was not possible to estimate the uncertainty of the emission factors from the uncertainty in the experimental data, we have assumed that the standard deviation over mean for ecold/ehot is the same with the standard deviation over mean of the hot emission factor. In this way, the contribution of cold-start to uncertainty is estimated in a realistic (albeit not exact) way.		

Algoritmo di calcolo



L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



The hot emission factors influence most the variability of the emissions; this characteristic is common for all the outputs. Specifically, 78-83% of the emissions variance of VOC, NO_x, PM_{2.5}, PM₁₀ and PM_{exhaust} is explained by the single contribution of the hot emission factors. The fraction of explained variance from hot emission factors for CO, CO₂ and FC is ~64% and drops down to 19% for N₂O. For CH₄, hot and cold emission factors explain equal portions of the variance (36% each). Analytically:

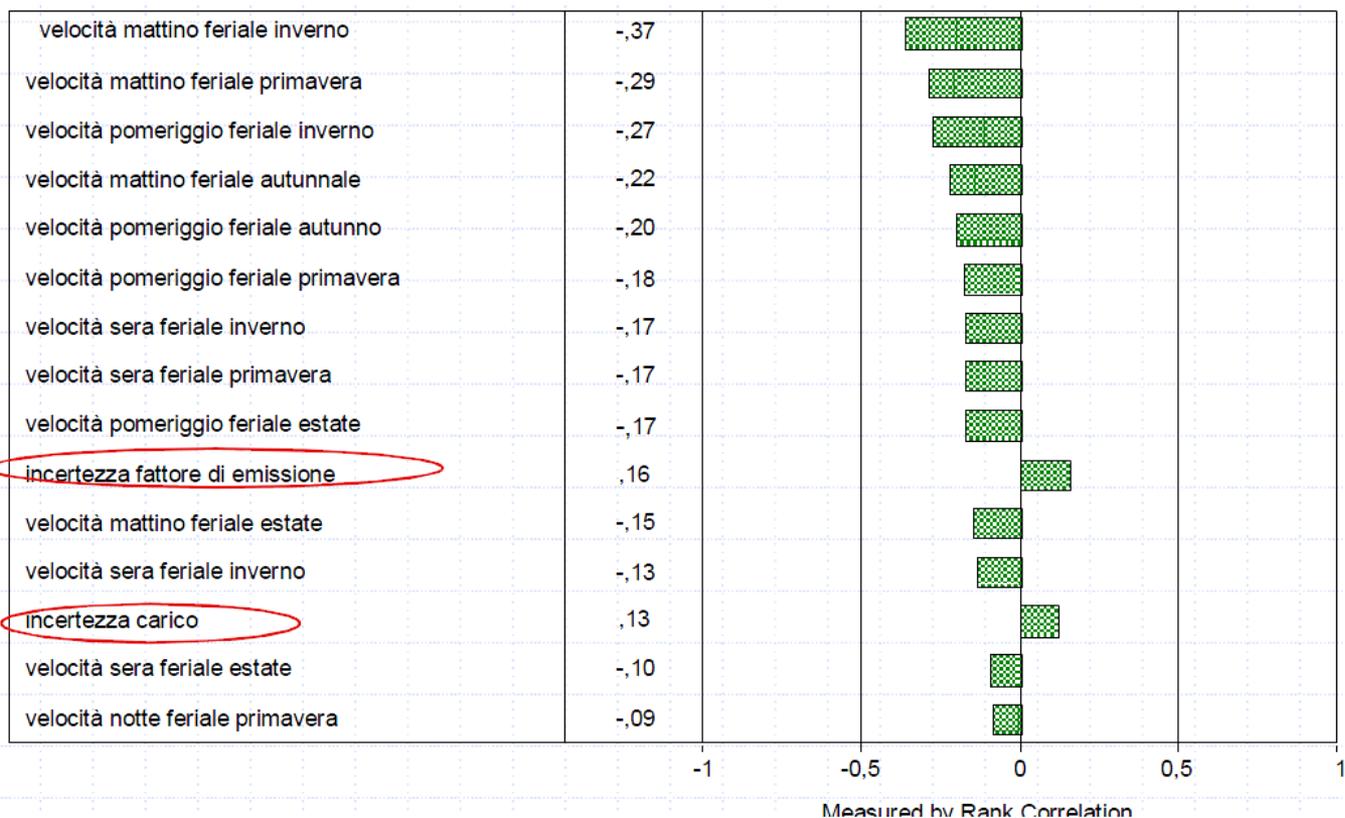
Figure 5-2: Uncertainty analysis of the annual emissions from road transport in Italy (year 2005). Red line stands for cumulative uncertainty of greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O).

Table 5-1: Descriptive statistics of the histograms presented in Figure 5-2. Values are in ktonnes. CO_{2e} stands for total uncertainty of GHG equivalent.

	CO	VOC	CH ₄	NO _x	N ₂ O	PM _{2.5}	PM ₁₀	PM _{exh}	FC	CO ₂	CO _{2e}
Mean	1,363	347	22	611	3.7	32	36	27	36,386	109,08	110,69
Median	1,162	328	19	586	3.0	31	34	26	36,311	108,85	110,23
St. Dev.	776	98	11	155	4	7	7	6	3,538	10,668	11,459
Coef. Var. (%)	57	28	50	25	108	22	19	22	10	10	10

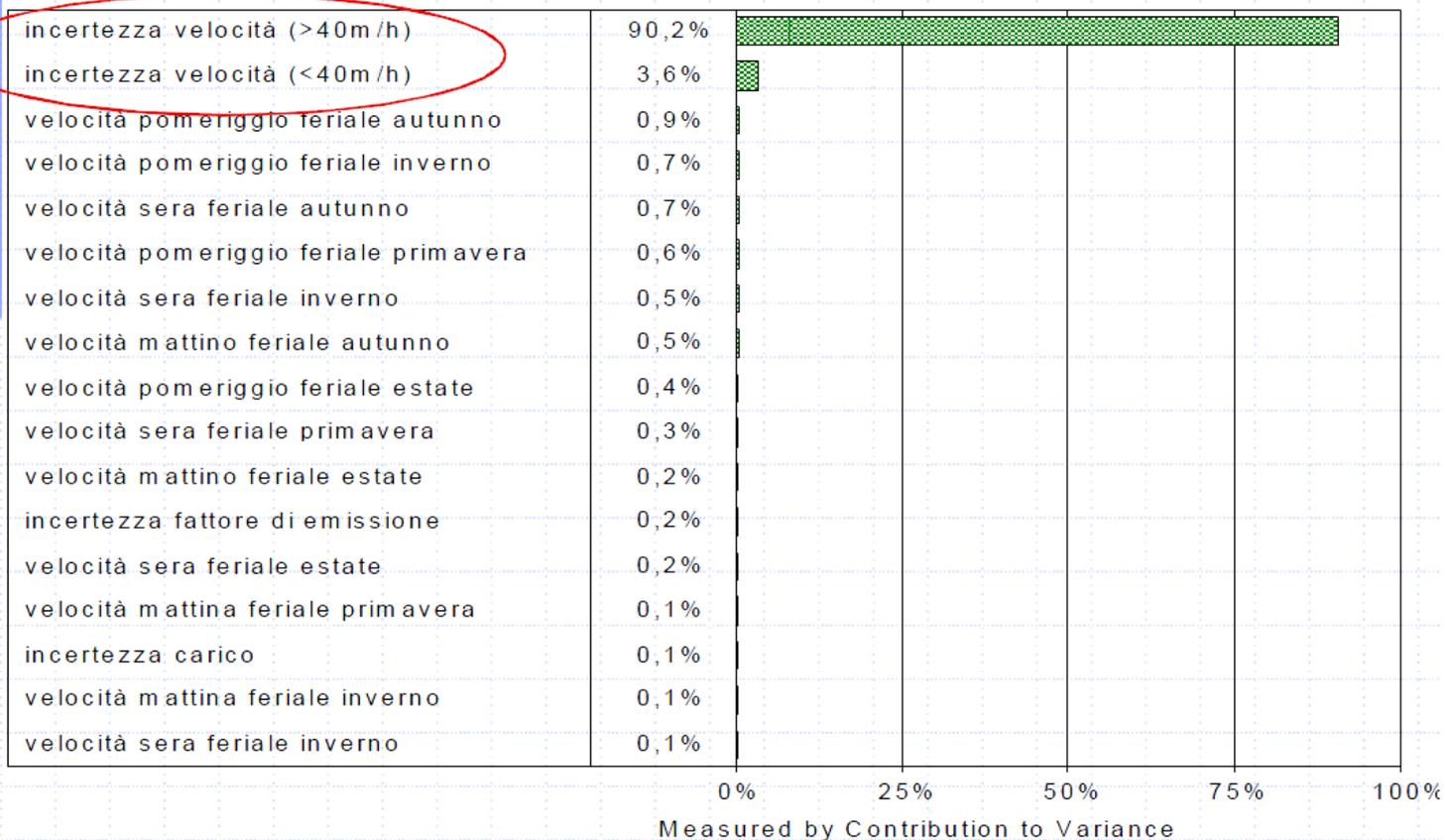
Analisi di sensitività delle emissioni di PM per veicolo e tipo di strada: HDV

Analisi di sensitività delle emissioni di polveri per veicolo Copert 55 (conventional con peso a pieno carico 7,5-12t) sulle **superstrade** e sulle provinciali.

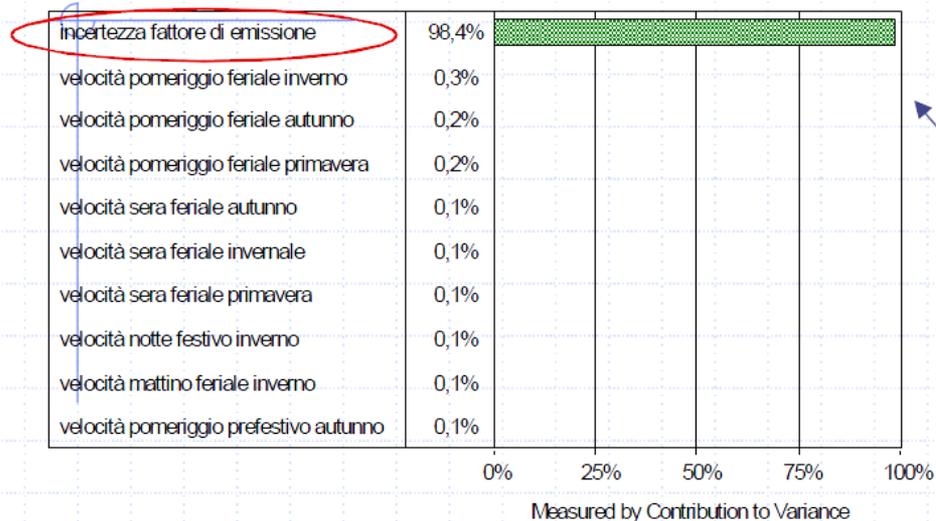


Analisi di sensitività delle emissioni di PM per veicolo e tipo di strada: HDV

Analisi di sensitività delle emissioni di polveri per veicolo Copert 55 (conventional con peso a pieno carico 7,5-12t) sulle superstrade e sulle **provinciali**.

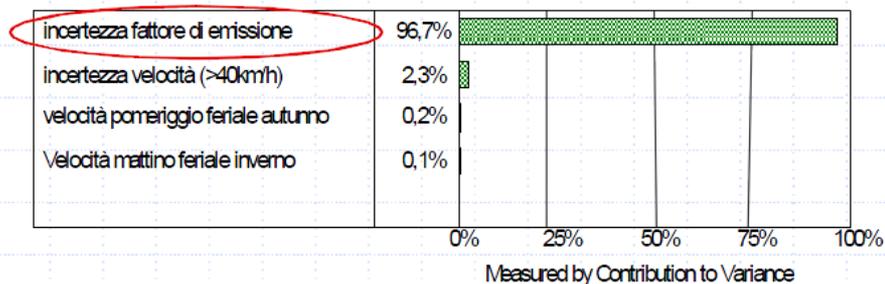


Analisi di sensitività delle emissioni di PM per veicolo e tipo di strada: LDV

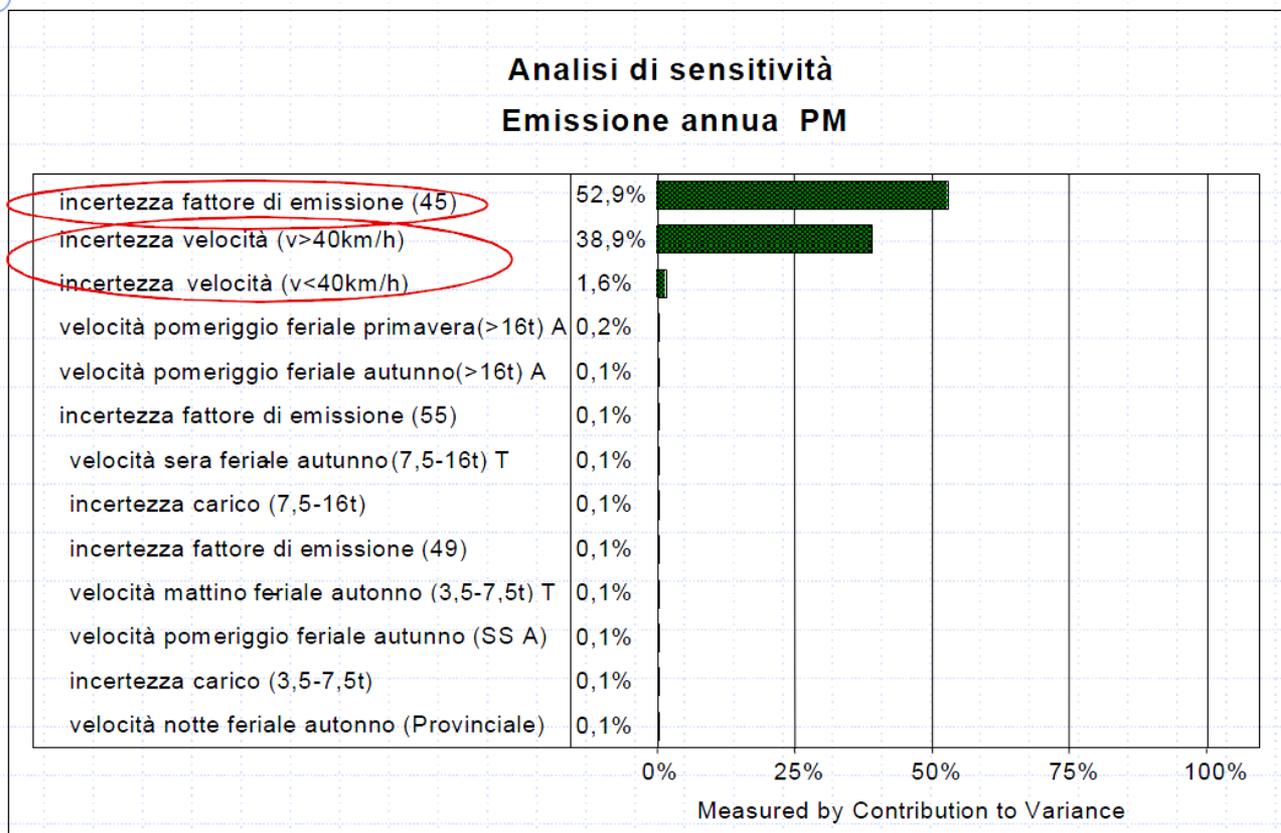


Analisi di sensitività delle emissioni di polveri per veicolo Copert 45 (conventional diesel) sulle

autostrade
strade statali.



Analisi di sensitività delle emissioni di polveri in Lombardia



Conclusioni sull'analisi di sensitività

Per le **emissioni complessive**:

	PM	CO	NOx
Incertezza velocità	Molto rilevante	Molto Rilevante	Molto rilevante
Incertezza fattori di emissione	Molto rilevante	Rilevante	Molto rilevante
Incertezza carico	Poco rilevante	Poco rilevante	Rilevante
Variabilità velocità	Poco rilevante	Rilevante	Poco rilevante

Per le **emissioni dei veicoli commerciali pesanti** rimane determinante l'incertezza della velocità, ma emerge la rilevanza dell'incertezza del carico dei veicoli e dei fattori di emissione per CO e NOx.

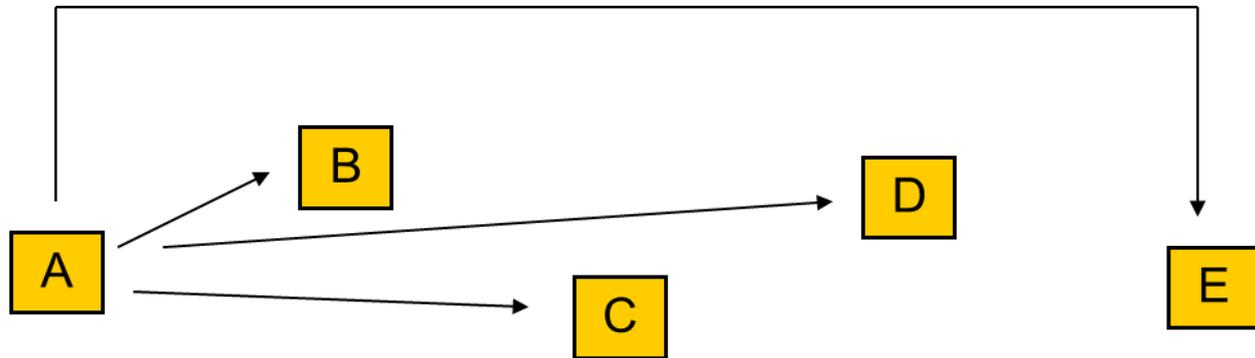
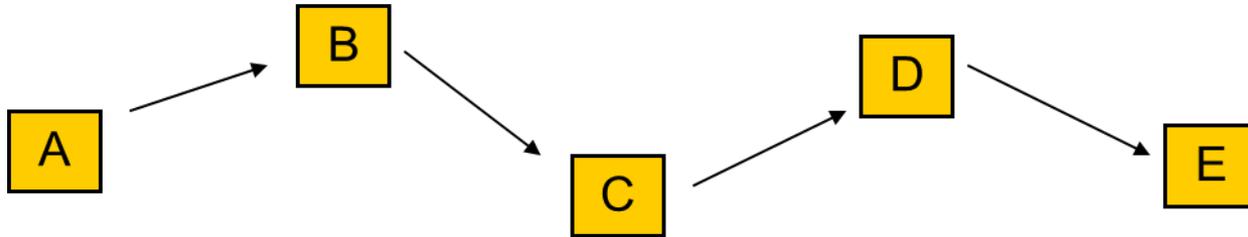
L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

In filosofia e filosofia della scienza si definisce **determinismo** quella concezione per cui in natura nulla avviene a caso, invece tutto accade secondo ragione e necessità. Il determinismo dal punto di vista ontologico indica il dominio della necessità causale in senso assoluto e nega quindi nel contempo l'esistenza del caso. Il determinismo è associato alla teoria della **causalità**, sulla quale esso si appoggia.

L'approccio determinista ha subito nella prima metà del Novecento un duro colpo con il venir meno della saldezza del pilastro su cui esso si basava, vale a dire il principio di causalità. Tale principio è stato infatti letteralmente scardinato per effetto di una fondamentale scoperta scientifica avvenuta nel corso degli anni venti del Novecento nell'ambito della meccanica quantistica: **il principio di indeterminazione di Heisenberg che ha fatto venir meno lo stesso presupposto teorico della causalità.**

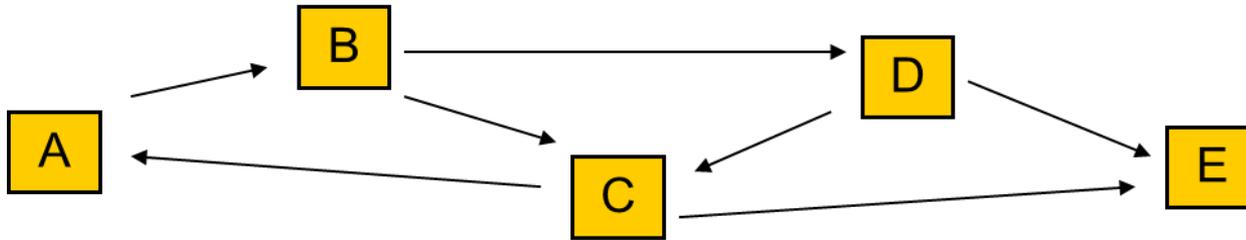
Un ulteriore e ancor più duro colpo per il determinismo derivò dalla scoperta della teoria del caos nella seconda metà del ventesimo secolo, sviluppo già precedentemente anticipato con gli studi di Henri Poincaré sul problema dei tre corpi. Con l'emergere del concetto di dipendenza dalle condizioni iniziali presente nella maggioranza dei fenomeni fisici, esemplificato nell'immagine dell'effetto farfalla, il determinismo classico si trova necessariamente a dover essere sostituito da una concezione in cui **lo stato di molti fenomeni presenti in natura può essere espresso solo in termini probabilistici**, mantenendo in molti casi, ma non sempre, un certo grado di regolarità. Nasce quindi il concetto di **caos deterministico**, per cui è ancora possibile mantenere un certo grado di previsione nei modelli fisici, ma diventa impossibile trasformare la previsione in certezza, e questo per il comportamento intrinsecamente non lineare del sistema stesso.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



In questo caso le interazioni sono di tipo lineare: esiste una sequenza!

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

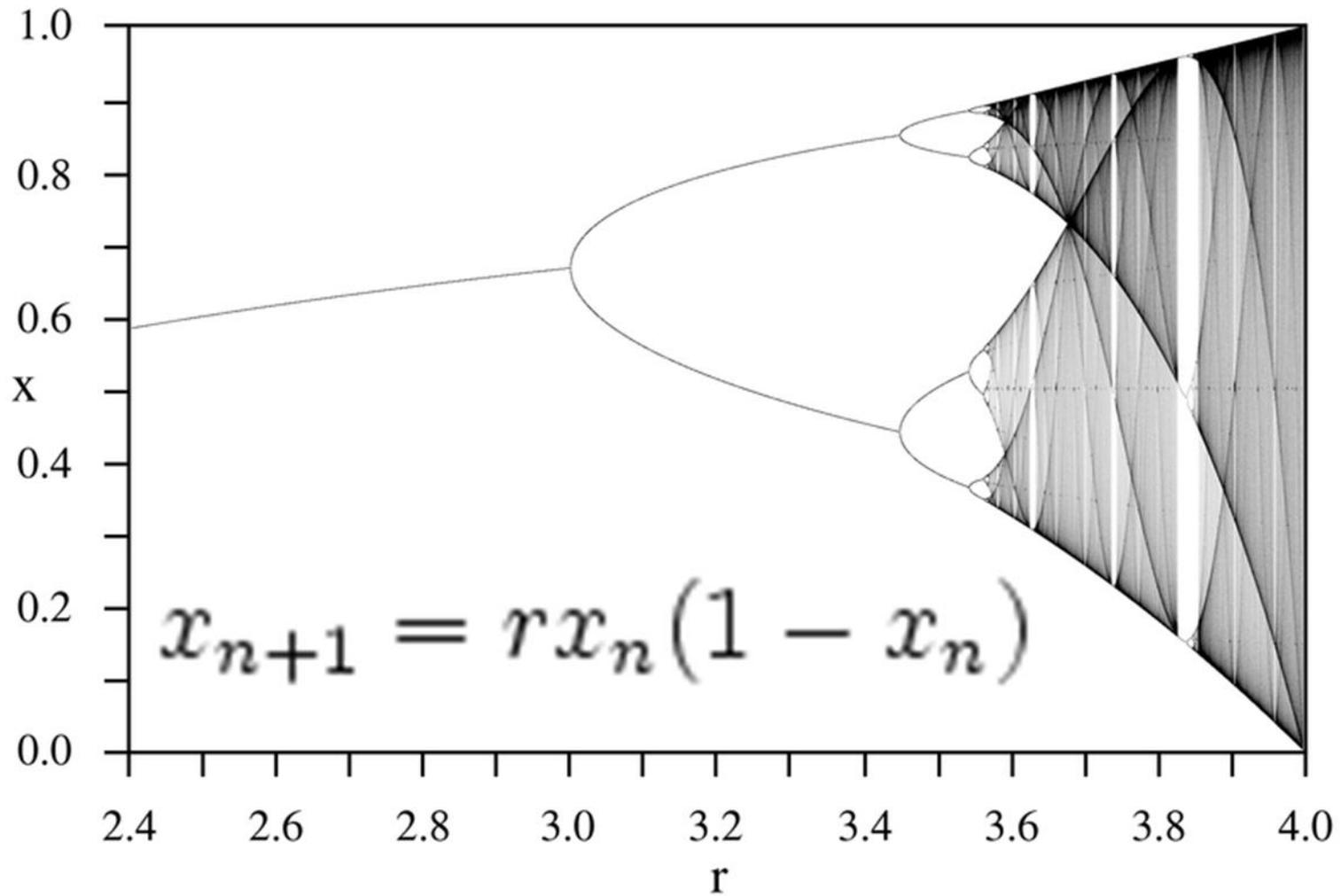


In questo caso le interazioni sono di tipo locale e non in sequenza: interazioni non lineari!

I sistemi **non lineari**:

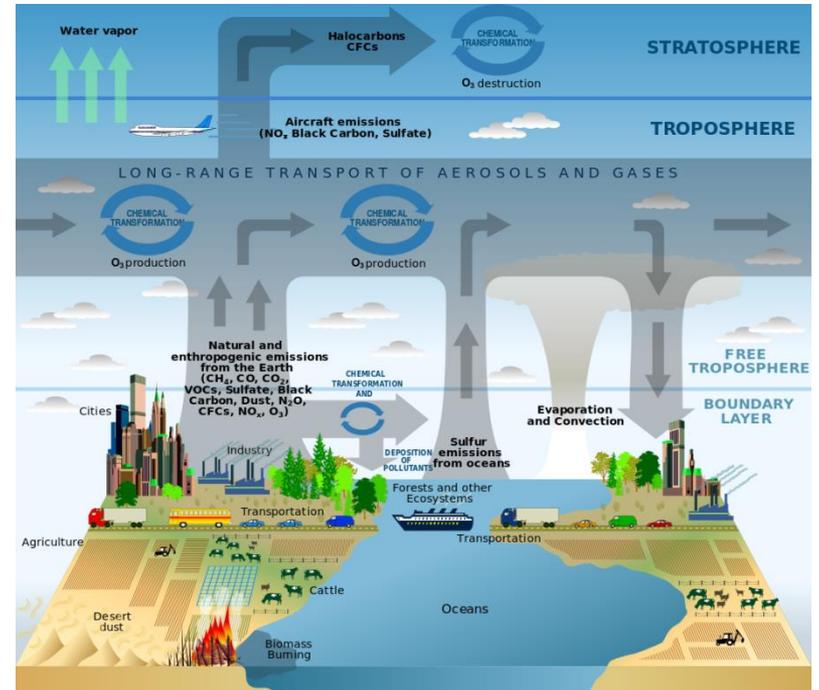
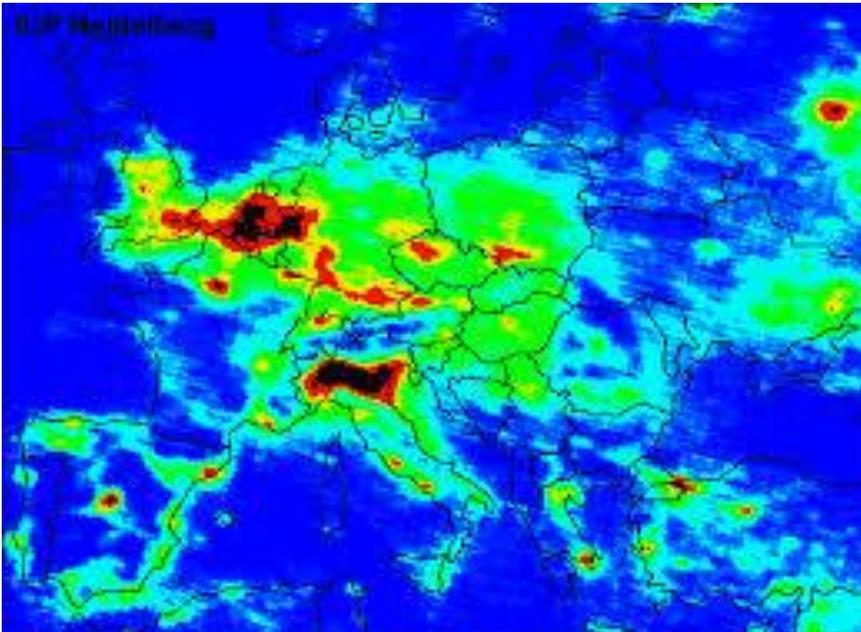
- 1) Non seguono il principio di sovrapposizione (ovvero non sono lineari ed omogenei).
- 2) Possono presentare più punti di equilibrio isolati.
- 3) Possono presentare cicli limite, biforcazioni e comportamenti caotici che portano alla presenza di attrattori strani.
- 4) Tempo di fuga finito: le soluzioni di un sistema non lineare potrebbero non essere definite su tutti i tempi.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



Da Wikipedia: “*La dinamica dei Sistemi costituisce un approccio alla comprensione del **comportamento dei sistemi complessi** nel corso del tempo. Ha a che vedere con gli anelli, o circuiti, di **retroazione interna** e i ritardi che incidono sul comportamento di tutto il sistema. Ciò che rende la dinamica dei sistemi diversa da altri approcci allo studio dei sistemi complessi è l'uso degli anelli di retroazione e dei livelli e flussi (nella Dinamica dei sistemi, i termini "livello" e "stock" possono considerarsi intercambiabili). Questi elementi aiutano a descrivere come anche sistemi apparentemente semplici esibiscono una **non linearità** sconcertante”.*

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



Aria



La concentrazione media annuale di PM_{10} nel 2014 ha confermato i minimi storici raggiunti l'anno precedente, in particolare nelle stazioni di fondo urbano e da traffico; rispettato, inoltre, in tutte le stazioni il valore limite annuale per la protezione della salute umana ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Questa situazione è stata positivamente condizionata anche dall'andamento meteorologico, con un numero di giornate favorevoli all'accumulo del PM_{10} nei mesi invernali del 2014 (da gennaio a marzo e da ottobre a dicembre) decisamente inferiore alla media su tutto il settore occidentale della regione, in linea o inferiore alla media, invece, in quello orientale. Anche per il $PM_{2.5}$ la concentrazione media annuale nel 2014 è risultata in ulteriore miglioramento rispetto agli anni precedenti, con valori inferiori al limite annuale ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in tutte le stazioni di misura.



Nel 2014, nelle stazioni di fondo urbano/suburbano e da traffico si è registrata un'ulteriore diminuzione del numero di superamenti del valore limite giornaliero per il PM_{10} (35 superamenti anno della concentrazione media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre resta stazionario rispetto al 2013 nelle stazioni di fondo rurale. Si nota tuttavia come, per la seconda volta dal 2008, tutti i valori registrati nelle stazioni di fondo rurale siano risultati inferiori al valore limite giornaliero. Inoltre, sempre nel 2014, il limite dei 35 superamenti giornalieri è stato rispettato nel 77% delle stazioni di monitoraggio, contro solo il 28% del 2012 e il 38% del 2013.



Il limite della media annua di biossido d'azoto (NO_2) non è stato rispettato in 4 delle oltre 40 stazioni della rete regionale di monitoraggio. Si tratta di stazioni collocate a bordo strada: "Porta San Felice" a Bologna, "Via Giardini" a Modena, "Giordani-Farnese" a Piacenza e "San Francesco" a Fiorano Modenese. Nel 2012 risultavano superiori ai limiti otto stazioni e sei nel 2013.



Il numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana dell'ozono (media massima giornaliera calcolata su 8 ore superiore a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dal 2011 è in netta diminuzione nelle stazioni di fondo rurale e urbano/suburbano e ha raggiunto il minimo storico nel 2014. Questo andamento è stato favorito dalle condizioni meteorologiche registrate nel 2014, con una percentuale di giorni favorevoli alla formazione di ozono decisamente inferiore ai valori registrati nel precedente decennio (2004-2013).



La soglia di informazione alla popolazione (media oraria = $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stata superata anche nel 2014 in tutte le stazioni che misurano l'ozono, seppure in numero più contenuto rispetto agli anni precedenti. L'andamento del valore annuale di AOT40 per l'ozono, misurato nelle stazioni di fondo rurale, risulta pressoché costante nel tempo e con valori sensibilmente superiori al valore obiettivo a lungo termine ($6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$).



L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

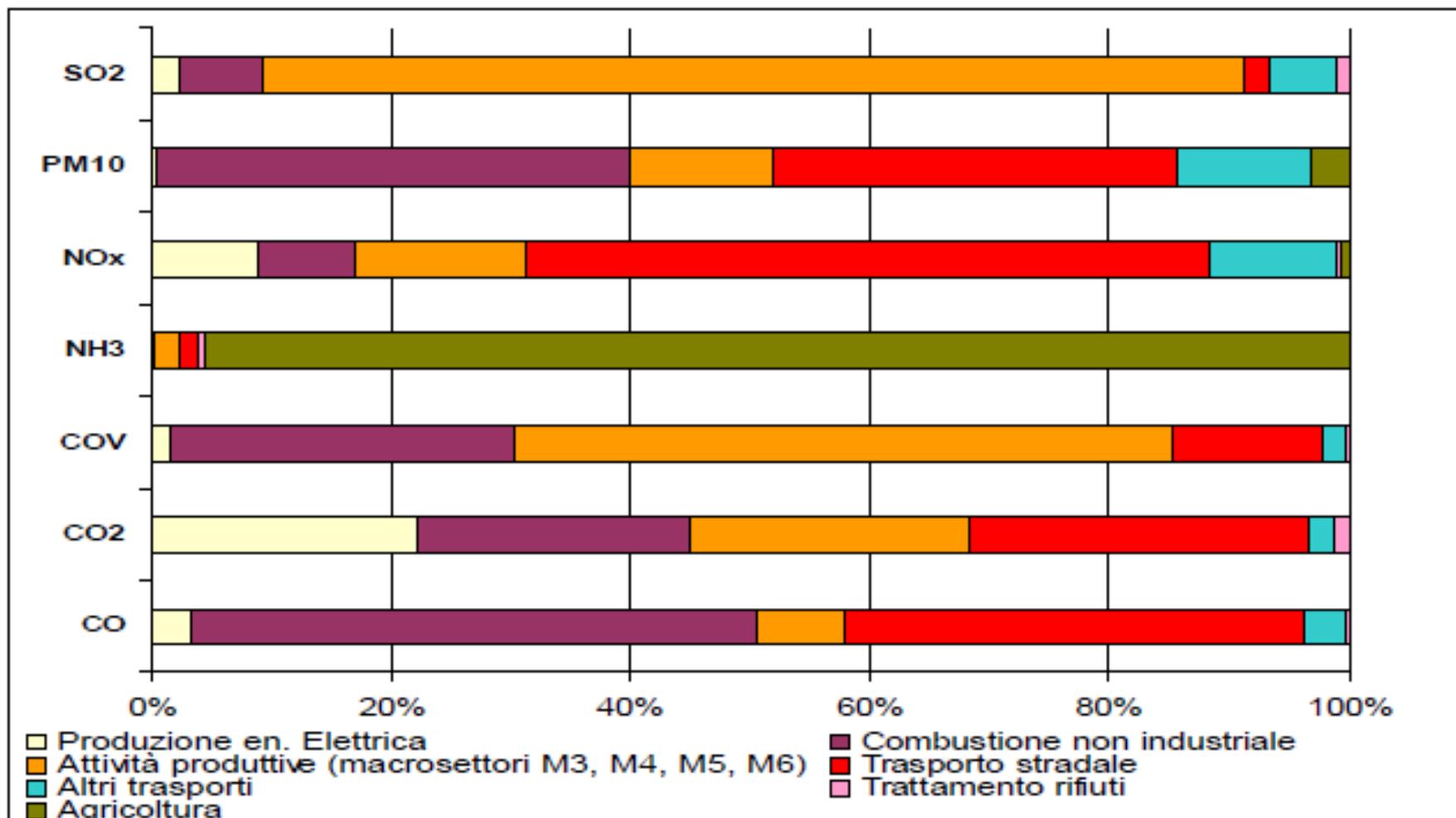


Figura 6.1.1 - Ripartizione delle emissioni per macrosettore

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

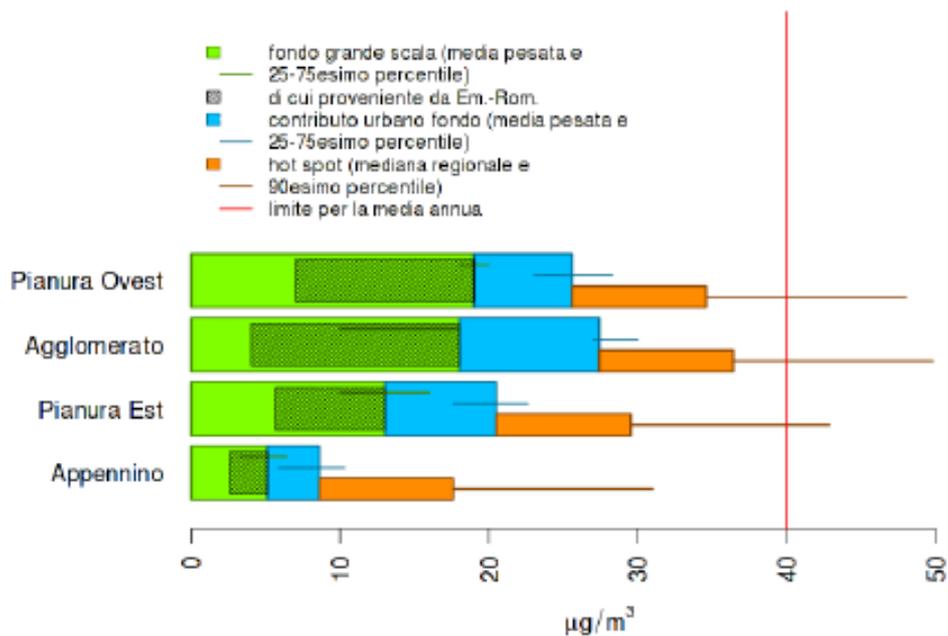


Figura 5.3.4 - Origine geografica dell'inquinamento da NOx

La concentrazione in aria di NOx presenta massimi marcati in prossimità delle principali sorgenti di emissione, in particolare le strade ad intenso traffico, che possono rendere necessari, per evitate le singole situazioni di superamento, interventi specifici di limitazione alle emissioni sulle sorgenti prossime.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

La Regione Emilia-Romagna, così come le altre Regioni del bacino padano, in seguito al superamento dei valori limite anche per l'NO₂, ha richiesto alla Commissione Europea, il 2 settembre 2011, la proroga dei termini per il rispetto dei valori limite sino al 31/12/2014, ai sensi dell'art. 22 della Direttiva 2008/50/CE. La Commissione, con decisione del 6 luglio 2012, ha accolto la richiesta di proroga al rispetto del valore limite annuale per sei degli otto agglomerati interessati dai superamenti, con esclusione di Bologna e Modena. Per questi ultimi, in considerazione delle azioni aggiuntive attivate e previste nel periodo 2012-2015, è stata avanzata una nuova istanza all'inizio del 2013, che è stata concessa con Decisione della Commissione Europea del 30 aprile 2014.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

Box 9.1.3 - Gli orientamenti dell'Unione Europea ed i fattori di emissione dei veicoli

La Commissione Europea individua nella diffusione dei veicoli diesel una delle cause principali del mancato rispetto dei limiti di qualità dell'aria. Nella comunicazione "Un programma aria pulita per l'Europa"⁶⁹ evidenzia infatti che le emissioni effettive di NOx dei motori diesel dei veicoli commerciali leggeri Euro 5 omologati dal 2009 superano quelle dei veicoli Euro 1 omologati nel 1992 e sono cinque volte superiori al valore limite (valori ricavati da campagne di misura su un ciclo di guida reale).

Inoltre le emissioni medie stimate di NOx dei veicoli diesel in condizioni reali di guida sono leggermente aumentate passando da Euro 1 a Euro 5.

Per superare i problemi dell'inquinamento da trasporto locale vengono individuate misure volte ad una mobilità urbana sostenibile, attraverso la regolamentazione degli accessi ai veicoli nelle aree urbane e l'attuazione dei Piani di mobilità urbana.

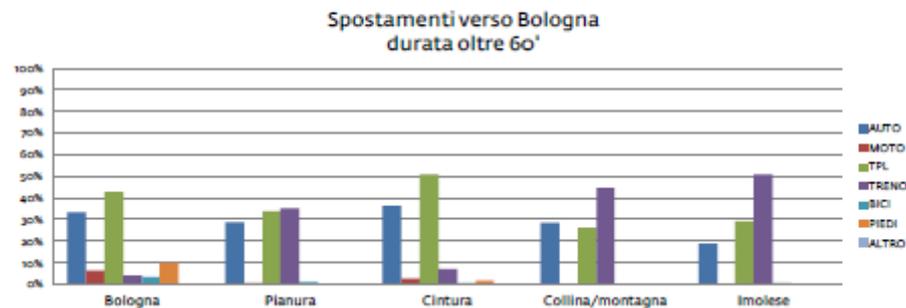
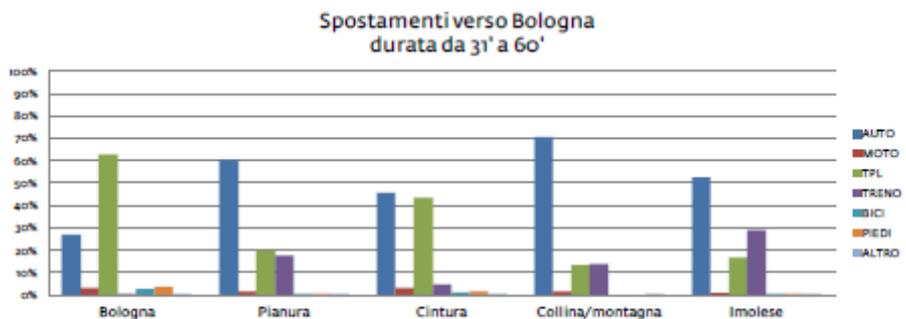
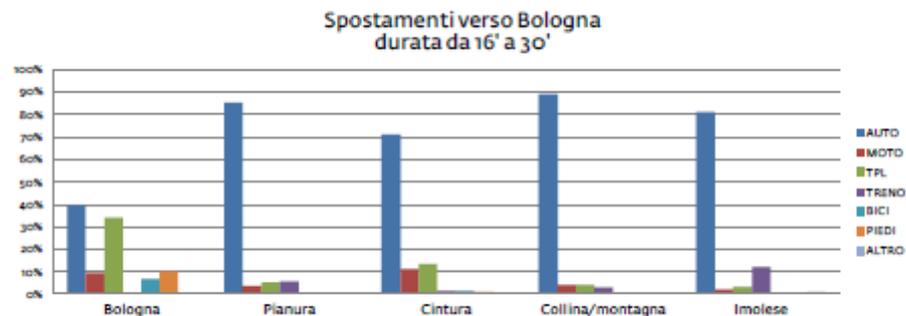
Secondo alcuni studi scientifici, inoltre, le emissioni provenienti da gasolio sono quantitativamente e qualitativamente più pericolose per la salute umana rispetto alla combustione di benzina o metano. Pertanto anche il rinnovo tecnologico del parco veicolare diesel non è sufficiente ad ottenere benefici ambientali sostanziali.

Risulta quindi strategico adottare misure volte alla progressiva sostituzione dei **veicoli diesel**, almeno nelle aree urbane, con mezzi che utilizzino combustibili a basso impatto ambientale (basse emissioni di NOx, PM10, CO₂, COV).

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

Sistematici	Erratici	Rientri a casa	Totali
434.363	630.830	871.522	1.936.715

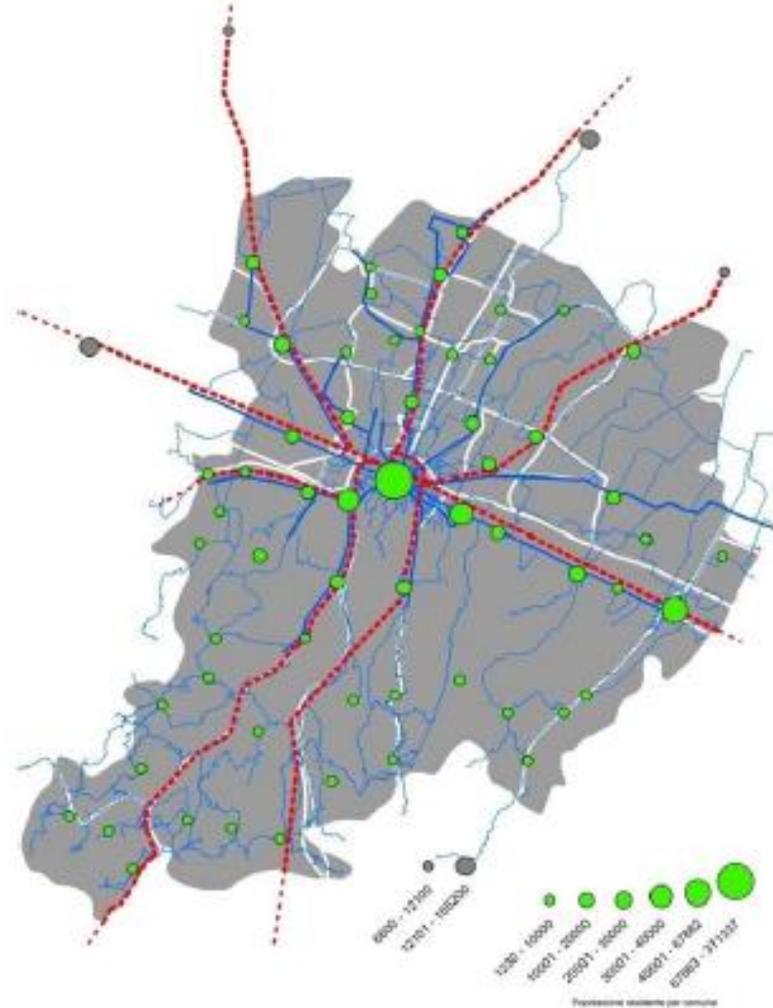
2014	Auto	Moto	TPL	Bici	Piedi
Bologna	39%	5%	31%	9%	16%
Provincia	53%	3%	23%	8%	12%
Provincia senza Bologna	66%	1%	16%	8%	9%



L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

Legenda

- centri abitati provincia
- centri abitati fuori provincia
- - - rete SFM
- reti portanti TPL suburbano extraurbano
- restante rete TPL suburbano extraurbano

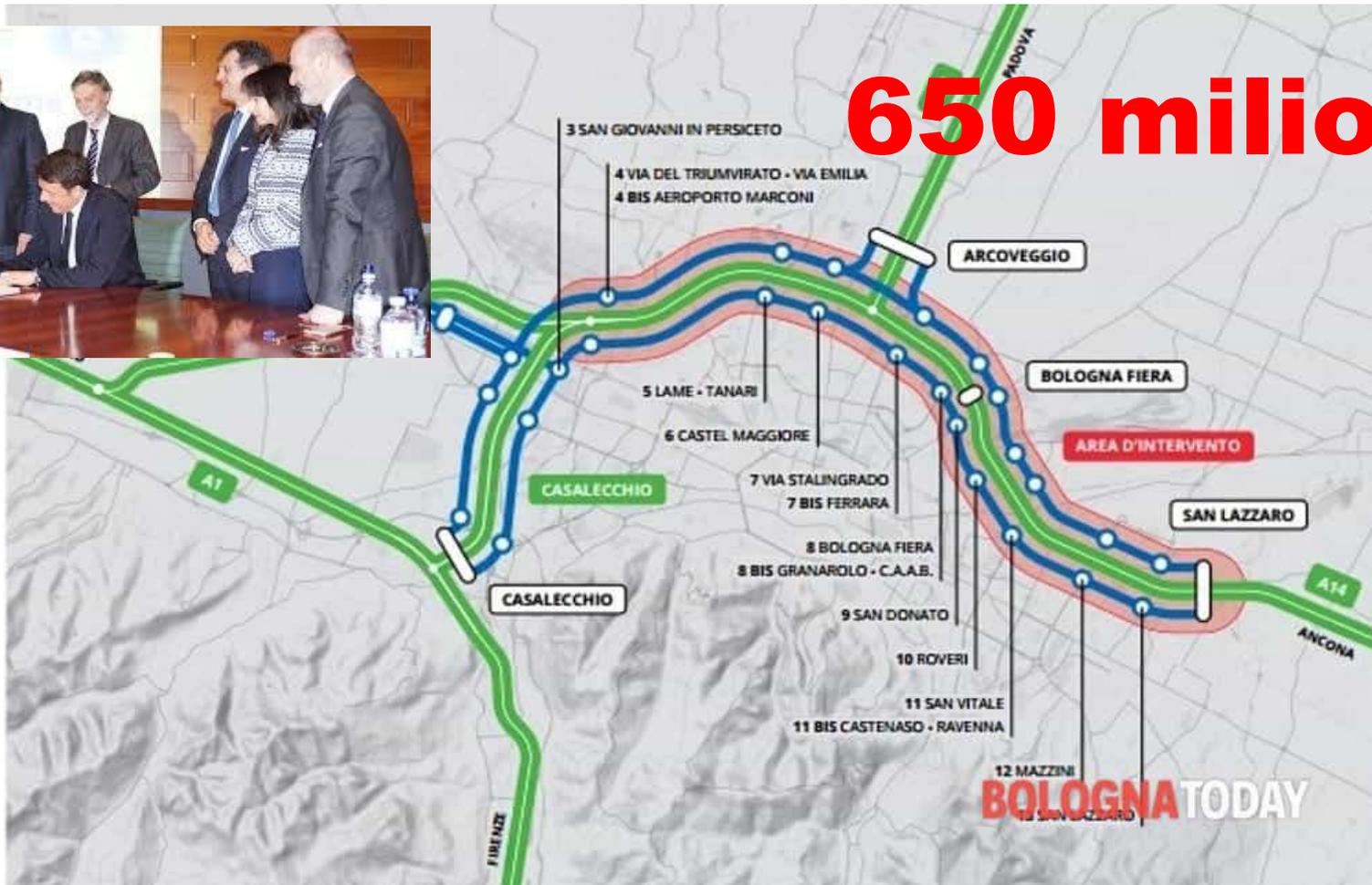


POTENZIARE

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico



650 milioni



DATI DI TRAFFICO IN TANGENZIALE

Tangenziale da S3 Ramo Verde a BO San Lazzaro

VTGMA	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
Progettuale 2025	97.119	11.140 (10%)	108.259
Progettuale 2035	99.334	10.997 (10%)	110.331

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

Corriere di Bologna Domenica 18 Marzo 2012

Cronaca 5

Rebus infrastrutture La bretella ufficiale di 41 chilometri è stata già bocciata dalla Ue. Venturi (Provincia): «Serve una mediazione»

Passante nord, i sindaci: «La nostra Valsusa»

I Comuni sono contrari al tracciato più corto pensato da Autostrade: mai tra le case



Marco Monesi sindaco di Castelnuovo di Reno

Sono fermo agli accordi precedenti, altro non esiste



Stefano Sermeghi sindaco di Castenaso

Per il mio Comune significherebbe passare sulle case



Irene Priolo sindaco di Calderara di Reno

Non c'è riscontro alcuno nei nostri piani urbanistici

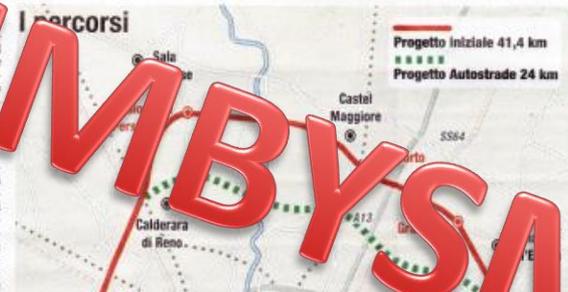
Il tracciato che prevede un'autostrada di 24 chilometri è stato bocciato dalla Ue. Venturi (Provincia): «Serve una mediazione»

La preoccupazione fortissima dei territori è emersa in un incontro che si è tenuto a febbraio in Provincia con i vertici di Palazzo Malvezzi: il prossimo incontro è fissato per la fine del mese, ma gli auspici non sono buoni. Fino a oggi il Passante autostradale Nord è passato all'onore delle cronache per i ritardi biblici della f dell'accordo tra Anas e Autostrade per la sua realizzazione. Ci è che ancora non è chiara che, dopo che l'Unione Europea ha bocciato la prima ipotesi gettata in aria, contenuta in strumenti urbanistici dei Comuni.

Da bretella da 41 chilometri consentendo l'affidamento ad Autostrade solo con un percorso molto più corto, i cui vantaggi un progetto alternativo di cui però manca con l'attuale il consenso dei territori interessati.

Autostrade ha in mente di allargare una bretella da circa 41 chilometri che al momento non prevede neppure la banconione dell'attuale attraverso un intervento autostradale (da trasformazione in tangenziale) che avrebbe scendere in piazza i servizi. L'anello di autostrada, il cui costo è ricaduto pesantemente sui territori di Castenaso, Calderara di Reno, Castenaso e Granarolo.

Il primo a sollevare il tema è stato che un tracciato div



La scheda

Decide Bruxelles
Nel luglio del 2010, l'Unione Europea ha dato il via libera all'opera attraverso l'affidamento diretto e non con la gara d'appalto, ma la vicenda è ancora in corso.

Sermeghi, sindaco di Castenaso: «Non riesco a immaginare un percorso più corto, creerebbe problemi incredibili e nel caso del mio Comune significherebbe far passare la strada sulle case».

Si concentra sugli stessi tasti anche il sindaco di Granarolo, Loreta Lambertini: «Quella di Autostrade è una suggestione, non esiste un simile corridoio nei nostri piani urbanistici». Il sindaco di Calderara di Reno Irene Priolo fa un ragionamento diverso: «Non dobbiamo agitare i cittadini per niente perché io di cose concrete non vedo, il percorso di Autostrade non ha nessun riscontro nei nostri piani urbanistici. La vicenda è buffa e scaccia».

NIMBYISMO



Comuni attraversati contro il nuovo piano di Autostrade
Passante, altolà dei sindaci: «Fermate il tracciato corto, sarebbe la nostra Valsusa»

Il progetto di Autostrade di un Passante autostradale Nord più corto, di circa 24 chilometri rispetto ai 41 della bretella di cui si discute da anni, è ridotto quindi dei centri abitati di diversi Comuni, «rischia di essere la nostra Valsusa».

Ma i sindaci dei Comuni interessati negano la possibilità di aprire un confronto su un'opera diversa da quella prevista nei loro piani urbanistici.

9.2.4.5 Applicazione del bollo differenziato

La strategia del PAIR prevede una graduale sostituzione dei veicoli più inquinanti a favore di quelli a minor impatto sulla qualità dell'aria. Come già citato, le più recenti pubblicazioni scientifiche e della Commissione Europea individuano forti criticità, anche per la salute umana, nell'utilizzo del gasolio per autotrazione.

Il PAIR pertanto, in aggiunta alle altre misure citate per indirizzare l'evoluzione del parco veicolare regionale verso categorie più sostenibili, introdurrà la leva della tassazione differenziata in funzione della potenzialità emissiva del mezzo.

Le eventuali maggiori entrate derivanti dalla tassazione differenziata dei veicoli, in linea con gli obiettivi del PAIR, saranno destinate al potenziamento del TPL.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

Sulla base degli orientamenti dell'Unione Europea, di quanto emerso nei recenti studi scientifici e dalle valutazioni sui fattori di emissione sopra riportati, il PAIR rafforza quanto attualmente in vigore con l'Accordo 2012-2015, attraverso l'applicazione delle seguenti misure che trovano attuazione dal lunedì al venerdì dalle ore 8.30 alle 18.30, nei Comuni dotati di idoneo trasporto pubblico locale:

- **Ampliamento delle aree oggetto delle limitazioni** dall'1 ottobre 2015, dando maggiore omogeneità sul territorio e maggiore efficacia di applicazione alle misure, stabilendo che le limitazioni si applicano almeno ai "**centri abitati**" come definiti ai sensi del Codice della Strada.
- **Ampliamento delle classi di veicoli oggetto di limitazione:**
 - ◇ **Autovetture diesel:** dall'1 ottobre 2015 la limitazione alla circolazione è estesa ai mezzi di categoria Euro 3 diesel, prevedendo un'estensione delle limitazioni fino all'Euro 4 dall'1 ottobre 2020 ed entro il 2025 ai veicoli Euro 5.
 - ◇ **Autovetture benzina:** estensione della misura anche alle classi Euro 1 e 2, con un'applicazione progressiva con un primo stadio dall'1 ottobre 2015 ed il secondo dall'1 ottobre 2020.
 - ◇ **Veicoli a GPL e metano:** anche per i mezzi GPL e metano i dati evidenziano fattori di emissione non trascurabili relativamente ai mezzi più vecchi. Si estendono pertanto le limitazioni ai mezzi fino all'Euro 1 dall'1 ottobre 2020.
 - ◇ **Motocicli e ciclomotori:** il contributo di questa categoria in ambito urbano risulta particolarmente significativo per le emissioni di COV. Il PAIR introduce la limitazione per gli Euro 1 dall'1 ottobre 2020.
 - ◇ **Mezzi commerciali:** dall'1 ottobre 2015 la limitazione della circolazione è estesa ai mezzi di categoria Euro 3 diesel, dall'1 ottobre 2020 ai veicoli Euro 4 ed entro il 2025 ai veicoli Euro 5.

L'incertezza nella stima delle emissioni da traffico

