

CONVENZIONE TRA COMUNE DI BOLOGNA E ARPA  
RELATIVA ALLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO INTEGRATIVO  
SULLA QUALITA' DELL'ARIA



*Attività di monitoraggio e supporto tecnico  
per il periodo novembre 2012 – novembre 2013*

**L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI  
PER IL COMUNE DI BOLOGNA**



**Pamela Ugolini**

*Sezione Provinciale di Bologna  
Area S.O. Monitoraggio e Valutazione Aria*

*4 Dicembre 2013*

## Sintesi delle attività svolte

- Estrapolazione dei contributi emissivi delle diverse tipologie di fonti, a livello comunale, dall'**Inventario Regionale delle Emissioni** aggiornato al **2010**.
- **Focus** su aeroporto, inceneritore.
- **Dettaglio** su attività e combustibili.
- **Analisi dell'entità delle emissioni** degli impianti termici, in rapporto alle altre sorgenti urbane.

## Cos'è un inventario delle emissioni?

E' una raccolta organizzata di informazioni e dati su tutte le attività antropiche e/o le sorgenti naturali che danno luogo ad emissioni in atmosfera, allo scopo di quantificarne i contributi e valutarne la distribuzione spaziale e temporale.

- nell'inventario sono stimate esclusivamente le **emissioni primarie** (inquinanti emessi direttamente in atmosfera dalle sorgenti considerate);
- non sono tenuti in conto fenomeni diffusivi, di trasporto e di trasformazione degli inquinanti;
- non sono pertanto considerate le **componenti secondarie** che si formano in atmosfera a seguito della **trasformazione** di alcuni inquinanti primari che in questo caso sono chiamati **precursori**.

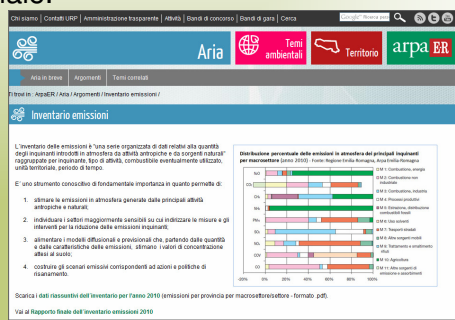
## Inventario Regionale delle Emissioni ER

- L'Inventario è realizzato e gestito per conto della Regione Emilia Romagna da **Arpa**.
- L'inventario utilizza il software **INEMAR** (INventario EMissioni in ARia) sviluppato in collaborazione con la Regione Lombardia ed attualmente utilizzato nell'ambito di una Convenzione interregionale, che tutt'ora vede fra i partecipanti le Regioni Lombardia, Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna, Puglia, Marche e le Province Autonome di Trento e Bolzano.



## Inventario Regionale delle Emissioni ER

- La consultazione dei dati avviene tramite un servizio ad Accesso LIBERO disponibile alla seguente URL:  
[http://www.arpa.emr.it/dettaglio\\_generale.asp?id=2980&idlivello=755](http://www.arpa.emr.it/dettaglio_generale.asp?id=2980&idlivello=755)
- Attualmente il sistema espone i dati dell'inventario 2010 a scala provinciale.



## Contenuti dell'Inventario

**Sorgenti = 11 Macrosettori** **Inquinanti emessi t/anno a scala geografica**  
 (56 Settori e 260 Attività) (regione, provincia, comune)

Descrizione macrosettore	CO	SO2	COV	CH4	NOx	PTS	CO2	N2O	NH3	PM10
Produzione energia e trasformazione combustibili	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Combustione non industriale	Teal	Teal	Teal	Teal	Teal	Teal	Teal	Teal	Teal	Teal
Combustione nell'industria	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Processi produttivi	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Estrazione e distribuzione combustibili	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
Uso di solventi	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
Trasporto su strada	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
Altre sorgenti mobili e macchinari	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
Trattamento e smaltimento rifiuti	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
Agricoltura	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
Altre sorgenti e assorbimenti	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green

## Quantificazione delle emissioni

- **Diretta** : misure campionarie o continue
  - Sorgenti puntuali significative
- **Indiretta** : tramite stime sulla base di metodologie condivise scientificamente
  - European Environmental Guidebook **EMEP/CORINAIR(\*)**, riferimento principale per la redazione degli inventari delle emissioni.

(\*) EMEP: European Monitoring Evaluation Programme  
CORINAIR: progetto sviluppato nell'ambito del Programma di lavoro CORINE (CO-ordination d'INformation Environnementale)

## Metodologia di stima delle emissioni

- La metodica **CORINAIR** stima le emissioni a partire da un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente e da un fattore di emissione, che rappresenta l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente.

$$E_i = A * FE_i$$

(E) carico emissivo dell'inquinante i-esimo es: g/anno  
(FE) fattore di emissione dell'inquinante i-esimo es: g/t di prodotto  
(A) dato di attività specifico per la sorgente es: produzione t/anno



# ATTENZIONE!



I dati di emissione ottenuti sono affetti da un **grado di incertezza variabile**, sia in relazione all'attendibilità dei dati base utilizzati, sia per le approssimazioni insite nelle metodologie di calcolo.

La consapevolezza che i risultati ottenuti sono affetti da incertezze, talvolta significative, è necessaria per un loro corretto utilizzo ed interpretazione, tenendo presente che l'obiettivo da perseguire è il **progressivo affinamento delle stime** e la riduzione dei margini di incertezza ad esse associate al fine di costituire basi dati sempre più rappresentative della situazione reale.

## COMUNE DI BOLOGNA - I RISULTATI

Descrizione macrosettore	CO		SO2		COV		CH4		NOx		PTS		CO2		N2O		NH3		PM10	
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
1-Produzione energia e trasformazione combustibili	18,7	0,2	2,3	2,3	93,6	0,2	52,3	0,1												0,2
2-Combustione non industriale	1171,7	29,3	370,4	96,7	650,3	61,3	916,8	54,6	1,4	58,8										
3-Combustione nell'industria	128,5	318,5	77,4	-10,6	412,7	45,5	244,1	15,2	0,0	18,4										
4-Processi produttivi	13,9	30,4	187,5	0,1	40,2	13,9	107,6	0,0	58,4	10,3										
5-Estrazione e distribuzione combustibili			295,5	24,8																
6-Usi di solventi			1765,7				0,2													0,1
7-Trasporto su strada	2168,4	15,4	409,7	48,0	2213,6	230,6	541,2	15,8	45,7	183,7										
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	357,6	27,2	113,7	0,1	219,0	7,3	83,1	0,9	0,0	7,1										
10-Agricoltura			0,0	-19,3	3,1	0,0							12,3	72,4	0,0					
11-Altre sorgenti e assorbimenti													-10,2							
<b>TOTALE</b>	<b>3858,8</b>	<b>421,0</b>	<b>3222,4</b>	<b>202,0</b>	<b>3637,6</b>	<b>358,9</b>	<b>1915,0</b>	<b>98,8</b>	<b>177,9</b>	<b>278,6</b>										

**Approccio Top-down**

**Disaggregazione dato provinciale**

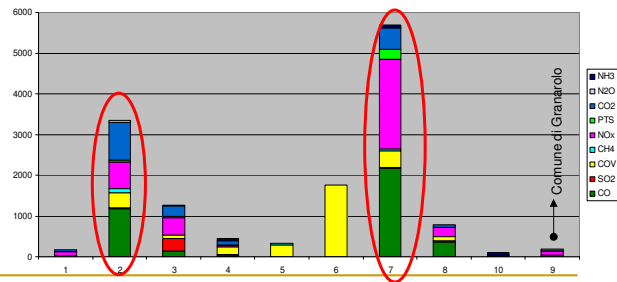


# COMUNE DI BOLOGNA - I RISULTATI

Descrizione macrosettore	CO		SO2		COV		CH4		NOx		PTS		CO2		N2O		NH3		PM10		
	1anno	2anno	1anno	2anno	1anno	2anno	1anno	2anno	1anno	2anno	1anno	2anno	1anno	2anno	1anno	2anno	1anno	2anno	1anno	2anno	
1-Produzione energia e trasformazione combustibili	18,7	0,2	2,3	2,3	93,6	0,2	52,3	0,1													0,2
2-Combustione non industriale	1171,7	29,3	370,4	96,7	650,3	61,3	916,8	54,6	1,4	58,8											
3-Combustione nell'industria	128,5	318,5	77,4	-10,6	417,7	45,5	244,1	15,2	0,0	18,4											
4-Processi produttivi	13,9	30,4	187,5	0,1	40,2	13,9	107,8	0,0	58,4	10,3											
5-Estrazione e distribuzione combustibili				295,5	24,8																
6-Usi di solventi				1785,7					0,2												0,1
7-Trasporto su strada	2168,4	15,4	409,7	48,0	2213,6	230,6	541,2	15,8	45,7	183,7											
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	357,6	27,2	113,7	0,1	219,0	7,3	63,1	0,9	0,0	7,1											
10-Agricoltura				0,9	19,8	3,4	0,0														
11-Altre sorgenti e assorbimenti																					
<b>TOTALE</b>	<b>3858,8</b>	<b>421,0</b>	<b>3222,4</b>	<b>202,0</b>	<b>3637,8</b>	<b>358,9</b>	<b>1915,0</b>	<b>98,8</b>	<b>177,9</b>	<b>278,6</b>											

Approccio Top-down

Disaggregazione dato provinciale



# LE EMISSIONI DA TRAFFICO STRADALE



## Frazione lineare

Emissioni derivanti da traffico che si snoda su tratti stradali definiti (infrastrutture autostradali e principale rete viaria extraurbana)

Stima basata sui flussi di traffico sui diversi archi della rete stradale dalla composizione del parco immatricolato.

## Frazione diffusa

Emissioni che interessano unicamente l'ambito urbano

Stima a partire dai dati di vendita di combustibili (interni e per attraversamento), dalla composizione del parco immatricolato e dalle percorrenze medie annue previste dei veicoli



## LE EMISSIONI DA TRAFFICO STRADALE



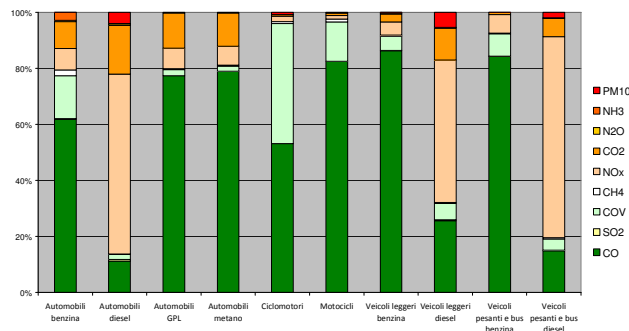
Tipo strada	CO	SO2	COV	CH4	NOx	CO2	N2O	NH3	PM10
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Autostrade	154,1	2,0	28,9	3,4	479,7	65,2	1,5	3,3	15,8
Strade extraurbane	987,7	11,3	115,2	13,4	1566,3	400,8	9,4	36,8	60,9
Strade urbane	1026,6	2,1	265,6	31,1	167,6	75,2	4,9	5,5	19,9
Usura									87,1

- In **ambito urbano** prevalgono le emissioni di CO, COV e CH4
- In **ambito extraurbano** maggiori contributi alle emissioni per SO2, NOx, PM10, NH3, N2O, CO2
- La **componente non-exhaust** del particolato è stimata pari a 87.1 tonnellate annue, ovvero quasi il 50% delle emissioni totali di particolato da M7 nel comune di Bologna.



## LE EMISSIONI DA TRAFFICO STRADALE

- Contributo percentuale alle emissioni per veicolo e alimentazione

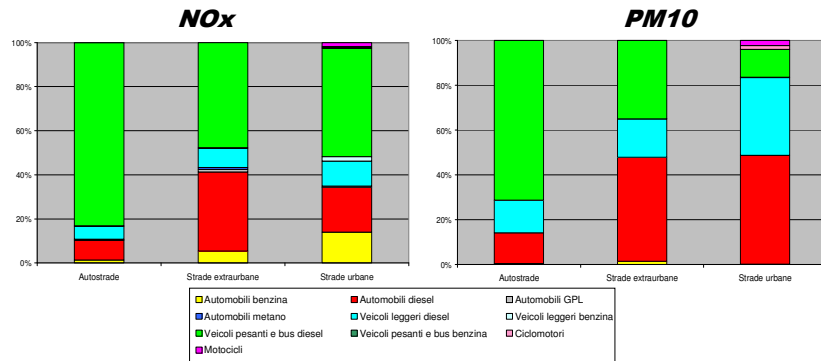


- i mezzi alimentati a **gasolio** hanno un ruolo determinante nelle emissioni NOx e PM10.
- I **ciclomotori**, che transitano esclusivamente su strade urbane, forniscono un contributo rilevante alle emissioni di COV e CO. Fonti emissive importanti di COV sono anche i **motocicli e le automobili a benzina** in relazione agli apporti evaporativi.



## LE EMISSIONI DA TRAFFICO STRADALE

- In quale ambito si verificano i maggiori contributi di NOx e PM10 per le diverse categorie veicolari?



- in ambito **autostradale** dai mezzi commerciali pesanti diesel
- nelle **strade extraurbane** equa suddivisione fra automobili, veicoli pesanti e leggeri diesel.
- in ambito **urbano**
  - PM10 → automobili e mezzi commerciali leggeri alimentati a diesel;
  - NOx → automezzi pesanti diesel (autobus), e a seguire le automobili diesel.



## LE EMISSIONI DA RISCALDAMENTO CIVILE

- Metano, GPL, Gasolio**: dati di distribuzione, vendita e/o consumo a livello provinciale
- Legna**: indagine Arpa 2011
- PROXY**: superfici riscaldate delle abitazioni occupate suddivise per tipologia di combustibile (dati ISTAT) ed in funzione dei gradi giorno associati ai singoli comuni

Settore	Attività o combustibile	CO		SO2		COV		CH4		NOx		PTS		CO2		N2O		NH3		PM10	
		U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno	U/anno
Impianti residenziali	gas naturale (metano)	402.1	8.0	80.4	48.3	611.2	3.2	884.6	48.3	0.0	3.2										
	gasolio	3.9	19.3	0.6	1.4	11.6	1.0	14.3	2.7	0.0	1.0										
	legna e similari	758.8	1.9	288.0	46.3	14.3	57.0	0.0	2.0	1.4	54.5										
Impianti commerciali ed istituzionali	gas naturale (metano)	6.4	0.1	1.3	0.8	9.8	0.1	14.3	0.8	0.0	0.1										
	<b>TOTALE</b>	<b>1171.1</b>	<b>29.3</b>	<b>370.3</b>	<b>96.7</b>	<b>646.8</b>	<b>61.3</b>	<b>913.2</b>	<b>53.7</b>	<b>1.4</b>	<b>58.8</b>										

- impianti di tipo commerciale ed istituzionale a gas metano**: NOx =1.5% e CO2=1.6% del totale emesso da M2.
- impianti residenziali a gas metano** sono responsabili del 94% delle emissioni di NOx, di circa il 97% di CO2, mentre l'alimentazione **a gasolio** determina le emissioni maggiori di SO2 (circa il 66%).
- impianti residenziali a legna, pellet, cippato**:
  - 93% di PM10 delle emissioni M2
  - 78% delle emissioni di COV
  - 65% delle emissioni di CO






## LE EMISSIONI DA RISCALDAMENTO CIVILE

### ■ Utilizzo di biomassa legnosa

- La combustione del legno può essere considerata "CO2 neutra", poiché l'anidride carbonica rilasciata in fase di combustione è pari a quella fissata dalla pianta. Ma trattandosi di un processo di combustione rilascia in atmosfera anche altre sostanze inquinanti (SOx, NOx, COV, CO, particolato).



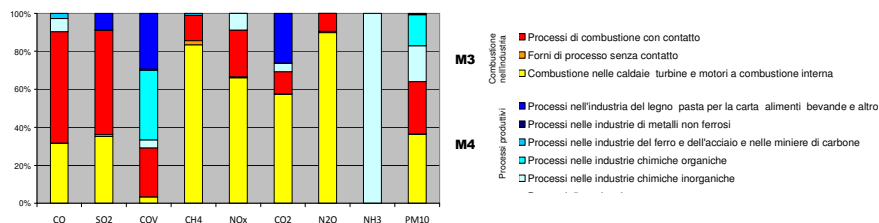
Attività o combustibile	CO	SO2	COV	CH4	NOx	PTS	N2O	NH3	PM10
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Camino aperto tradizionale	463.2	1.1	231.6	26.5	8.3	43.1	1.2	0.8	41.4
Stufa tradizionale a legna	214.7	0.5	42.2	12.3	3.8	10.0	0.5	0.4	9.6
Camino chiuso o inserito	53.3	0.1	10.5	3.0	1.0	2.5	0.1	0.1	2.4
Stufa automatica a pellets o cippato o BAT legna	10.2	0.1	1.0	3.0	0.9	0.7	0.1	0.1	0.6
Altri sistemi (stufe caminetti cucine ecc.)	9.0	0.0	0.7	0.4	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
Stufa o caldaia innovativa	8.5	0.0	2.0	1.2	0.2	0.6	0.1	0.0	0.6

- **i sistemi tradizionali**, spesso scarsamente efficienti sotto il profilo energetico, sono responsabile di più del 90% delle emissioni di questo settore;
- **i sistemi innovativi e BAT**, danno contributi poco rilevanti.



## LE EMISSIONI DAI PROCESSI PRODUTTIVI

- **Emissioni puntuali** → aziende maggiormente impattanti sul territorio che sono sottoposte alla normativa AIA.
- **Emissioni diffuse** → stimate sulla base di indicatori di attività che descrivono il consumo energetico del comparto produttivo e la produzione.



- i processi di combustione legati alle attività produttive, rappresentano i contributi emissivi maggiori per gli inquinanti ad eccezione di COV ed NH3.



## Focus

### ■ Aeroporto

- Emissioni riferite ai comuni di *Anzola dell'Emilia, Calderara di Reno e Bologna*

Settore	CO		SO <sub>2</sub>		COV		NO <sub>x</sub>		PTS		CO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>	
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Traffico aereo	426.8	35.6	137.1	283.0	3.6	82.2	3.6							
Traffico aereo - Bologna	339.0	26.8	108.1	189.8	2.7	60.8	2.7							

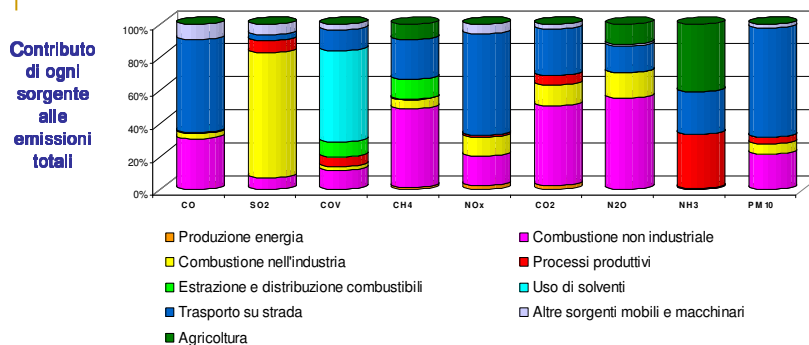
### ■ Inceneritore RSU

- Emissioni riferite al comune di *Granarolo dell'Emilia*

Settore	CO		SO <sub>2</sub>		COV		NO <sub>x</sub>		PTS		CO <sub>2</sub>		N <sub>2</sub> O		NH <sub>3</sub>		PM <sub>10</sub>		
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	
Incenerimento rifiuti	23.2	0.9	4.1	107.7	0.8	23.8	20.6	3.9	0.8										



## ANALISI FINALE DEI CONTRIBUTI EMISSIVI



### RISCALDAMENTO CIVILE (M2)

- **anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)** per il 47%, **metano (CH<sub>4</sub>)** per il 48% e

**protossido di azoto (N<sub>2</sub>O)** per il 56%.

- **ossidi di azoto (NO<sub>2</sub>)** → 18%,

- **particolato PM<sub>10</sub>** → 21%

- **monossido di carbonio (CO)** → 31%

- **anidride solforosa (SO<sub>2</sub>)** → 7%

- **composti organici volatili (COV)** → 11%

### ALTRI MACROSETTORI

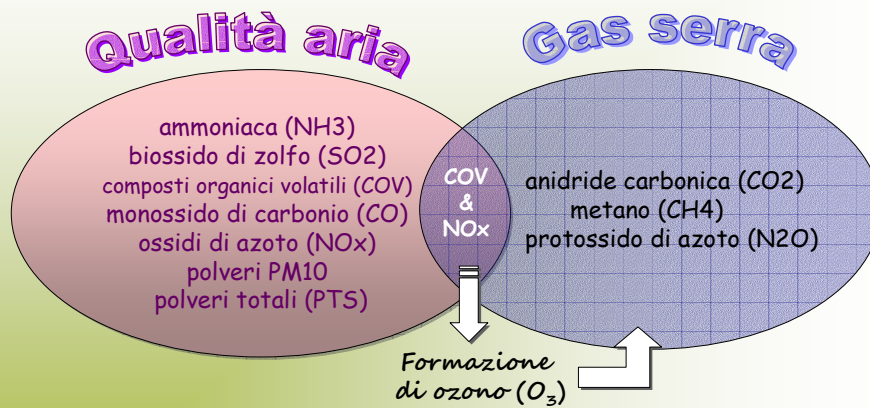
- contributi principali di **particolato primario (65%)**, di **ossidi di azoto (61%)** **monossido di carbonio (57%)**;

- **anidride solforosa** sono emesse per il 76%;

- **i composti organici volatili** sono emessi per il 57%;

- 40% **ammoniaca** e 10% **metano**.

## Sostanze inquinanti e climalteranti



## Glossario

- ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- composti organici volatili (COV)
- metano (CH<sub>4</sub>)
- monossido di carbonio (CO)
- ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)
- polveri PM10
- polveri totali (PTS)
- protossido di azoto (N<sub>2</sub>O)