

## 2. Le polveri fini – analisi delle principali sorgenti di emissione

Nella regione Umbria, la qualità dell'aria costantemente misurata dalle stazioni fisse di monitoraggio mette in evidenza che l'inquinante più critico sono le polveri fini. Queste, che sono oggi considerate uno dei più seri problemi di impatto ambientale, sono inquinanti che coinvolgono non solo le aree localizzate nei pressi delle sorgenti, ma si diffondono, e producono effetti, a livello regionale o sovra-regionale. Data tale criticità, si ritiene utile effettuare un'analisi sulle principali sorgenti che producono polveri fini.

Le  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  che si trovano sospese in aria derivano in parte dalle emissioni dirette (dette emissioni di polveri primarie) di sorgenti come il traffico, il riscaldamento e le attività industriali, e in parte si formano in aria (polveri secondarie) in seguito a reazioni chimico fisiche a partire da altri inquinanti anch'essi emessi in atmosfera. Gli inquinanti principali che concorrono alla formazione di polveri fini secondarie sono gli ossidi di azoto ( $NO_x$ ), i composti organici volatili ad esclusione del metano (COVNM) e l'ammoniaca ( $NH_3$ ); per tale motivo, viene di seguito presentata anche un'analisi sulle principali fonti di emissioni per questi ultimi.

### 2.1 Emissioni di $PM_{10}$ e $PM_{2.5}$ primario

Le emissioni totali delle polveri fini suddivise per macrosettore ( $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ ) sono mostrate nella figura 2.1.

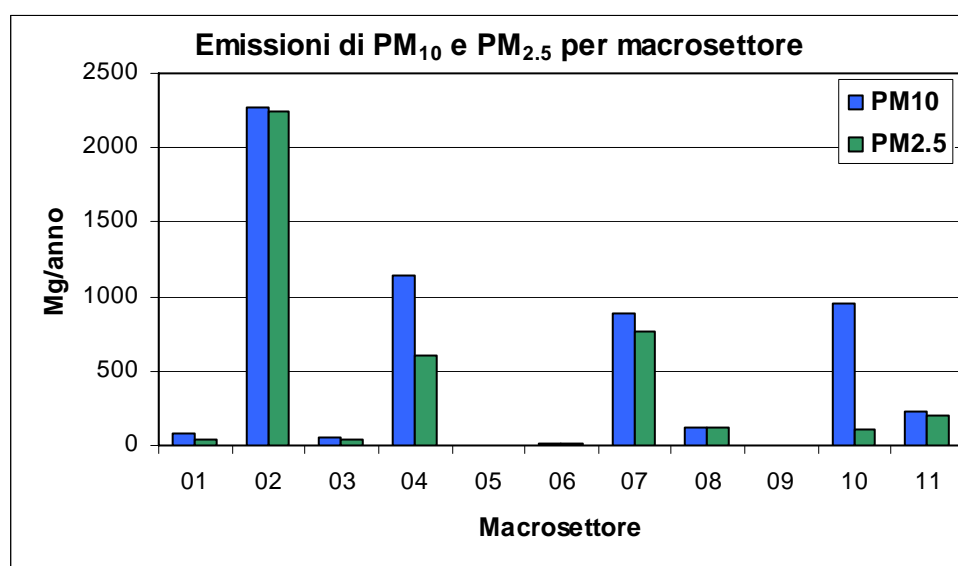


Figura 2.1: emissioni di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  per macrosettore, anno 2007.

Le maggiori emissioni, come si evince dai grafici, si hanno nei macrosettori 02, 04, 07 e 10 per il  $PM_{10}$  e nei macrosettori 02, 04 e 07 per il  $PM_{2.5}$ : le polveri fini sono, quindi, prodotte principalmente dagli impianti di combustione non industriale (riscaldamento, ovvero il macrosettore 02), dai processi produttivi (industria, macrosettore 03), dai trasporti (07) e dall'agricoltura (10).

Di seguito, viene riportata un'analisi rispetto al secondo livello di classificazione della nomenclatura SNAP'97, ovvero i settori emissivi.

Le tabelle 2.1 e 2.2 riportano le emissioni di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> dei settori appartenenti ai soli 4 macrosettori che da soli determinano più del 90% delle emissioni totali di PM<sub>10</sub>. Nella tabella 2.1 è mostrato un estratto riguardante il PM<sub>10</sub> per i macrosettori 02, 04, 07 e 10, mentre nella tabella 2.2 è riportata la sintesi del PM<sub>2,5</sub> per i macrosettori 02, 04, 07.

In riferimento alla tabella 2.1, è possibile notare che, all'interno dei macrosettori a massima emissione, il PM<sub>10</sub> è principalmente originato dagli impianti di combustione residenziale (settore 0202), da particolari processi produttivi nelle industrie (settore 0406), dal trasporto su strada (settori 0701, 0702 e 0703), dalle coltivazioni mediante l'uso di fertilizzanti e dagli allevamenti (settori 1001 e 1005).

**Tabella 2.1:** emissioni di PM<sub>10</sub> per l'anno 2007 per i settori dei principali macrosettori.

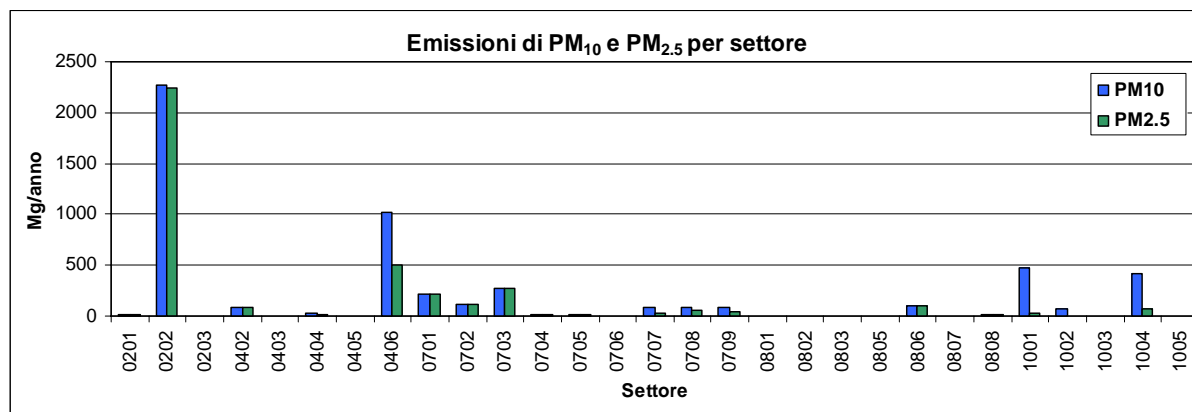
Settore	PM <sub>10</sub> (Mg)
<b>02 Impianti di combustione non industriali</b>	
0201 Impianti di combustione nel terziario	13,57
0202 Impianti di combustione residenziali	2.263,30
0203 Impianti di combustione nell'agricoltura, selvicoltura, acquacoltura	0,00
<b>04 Processi produttivi</b>	
0402 Processi nelle industrie del ferro/acciaio e nelle miniere di carbone	92,85
0403 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi	3,15
0404 Processi nelle industrie chimiche inorganiche	23,74
0405 Processi nelle industrie chimiche organiche	0,12
0406 Proc. nelle ind. legno/pasta-carta/alim./bevande e altre industrie	1.016,73
<b>07 Trasporti su strada</b>	
0701 Automobili	221,68
0702 Veicoli leggeri P < 3.5 t	109,34
0703 Veicoli pesanti P > 3 t	277,17
0704 Motocicli cc < 50 cm <sup>3</sup>	18,25
0705 Motocicli cc > 50 cm <sup>3</sup>	8,28
0706 Emissioni evaporative dai veicoli	0,00
0707 Usura dei freni dei veicoli stradali	88,88
0708 Usura delle gomme dei veicoli stradali	84,37
0709 Abrasione della strada	80,08
<b>10 Agricoltura</b>	
1001 Coltivazioni con fertilizzanti	470,58
1002 Coltivazioni senza fertilizzanti	65,54
1004 Allevamenti di bestiame - fermentazione intestinale	0,00
1005 Allevamenti di bestiame - gestioni delle deiezioni	414,24
1006 Uso di pesticidi e calce viva	0,00

L'analisi è analoga nel caso del PM<sub>2,5</sub>: i massimi di emissione si hanno per gli impianti di combustione residenziale (riscaldamento residenziale settore 0202), per le industrie che producono legno, pasta, carta, alimenti, bevande (settore 0406), per le automobili, i veicoli pesanti e leggeri (settori 0701, 0702 e 0703). Il PM<sub>2,5</sub> non ha, a differenza del PM<sub>10</sub>, tra i massimi macrosettori di emissione quello legato all'agricoltura (macrosettore 10): infatti, le emissioni di PM<sub>10</sub> da questo macrosettore derivano principalmente dall'attività di mietitura delle coltivazioni e dagli allevamenti, entrambe attività che emettono principalmente particelle più grossolane e, comunque, con diametro generalmente maggiore di 2.5 µm. La sintesi dei risultati analizzati è riportata in tabella 2.2.

**Tabella 2.2:** emissioni di PM<sub>2,5</sub> per l'anno 2007 per i settori dei principali macrosettori.

Settore	PM <sub>2,5</sub> (Mg)
<b>02 Impianti di combustione non industriali</b>	
0201 Impianti di combustione nel terziario	10,92
0202 Impianti di combustione residenziali	2.235,53
0203 Impianti di combustione nell'agricoltura, selvicoltura, acquacoltura	0,00
<b>04 Processi produttivi</b>	
0402 Processi nelle industrie del ferro/acciaio e nelle miniere di carbone	83,45
0403 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi	1,28
0404 Processi nelle industrie chimiche inorganiche	19,19
0405 Processi nelle industrie chimiche organiche	0,12
0406 Proc. nelle ind. legno/pasta-carta/alim./bevande e altre industrie	502,48
<b>07 Trasporti su strada</b>	
0701 Automobili	221,68
0702 Veicoli leggeri P < 3.5 t	109,34
0703 Veicoli pesanti P > 3 t	277,17
0704 Motocicli cc < 50 cm <sup>3</sup>	18,25
0705 Motocicli cc > 50 cm <sup>3</sup>	8,28
0706 Emissioni evaporative dai veicoli	0,00
0707 Usura dei freni dei veicoli stradali	35,55
0708 Usura delle gomme dei veicoli stradali	59,06
0709 Abrasione della strada	43,24

Nella figura 2.2 sono mostrate le sintesi dei dati contenuti nelle tabelle 2.1 e 2.2.



**Figura 2.2:** emissioni di PM<sub>10</sub> e di PM<sub>2,5</sub> per settore, anno 2007.

La grande incidenza del settore 0202 (riscaldamento residenziale) é quasi interamente dovuta alla combustione della legna in caminetti e stufe. A tal proposito, nella tabella 2.3 sono sintetizzate le emissioni dovute a combustione di biomasse dalle sorgenti diffuse delle attività del settore 0202; nella tabella 2.4 sono riportate le emissioni totali, per le attività del settore 0202.

Come si nota dal confronto tra le tabelle 2.3 e 2.4, soprattutto per quanto riguarda il riscaldamento residenziale tramite stufe e caminetti (attività 020206), il totale delle emissioni di polveri sottili è dovuto alla combustione di legna.

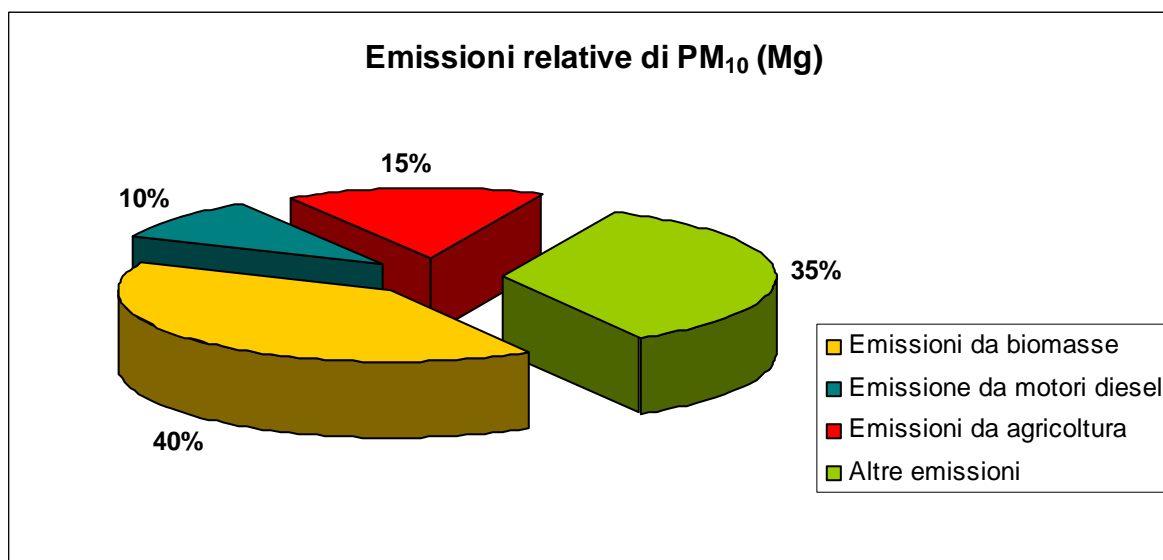
**Tabella 2.3:** emissioni di polveri sottili da combustione di biomasse per l'anno 2007, per le attività del settore 0202.

Attività	Descrizione	PM <sub>10</sub> (Mg)	PM <sub>2,5</sub> (Mg)
020203	Domestico - Caldaie < 20 MWth	47,86	47,86
020206	Domestico - Caminetti e stufe	2168.17	2151.03

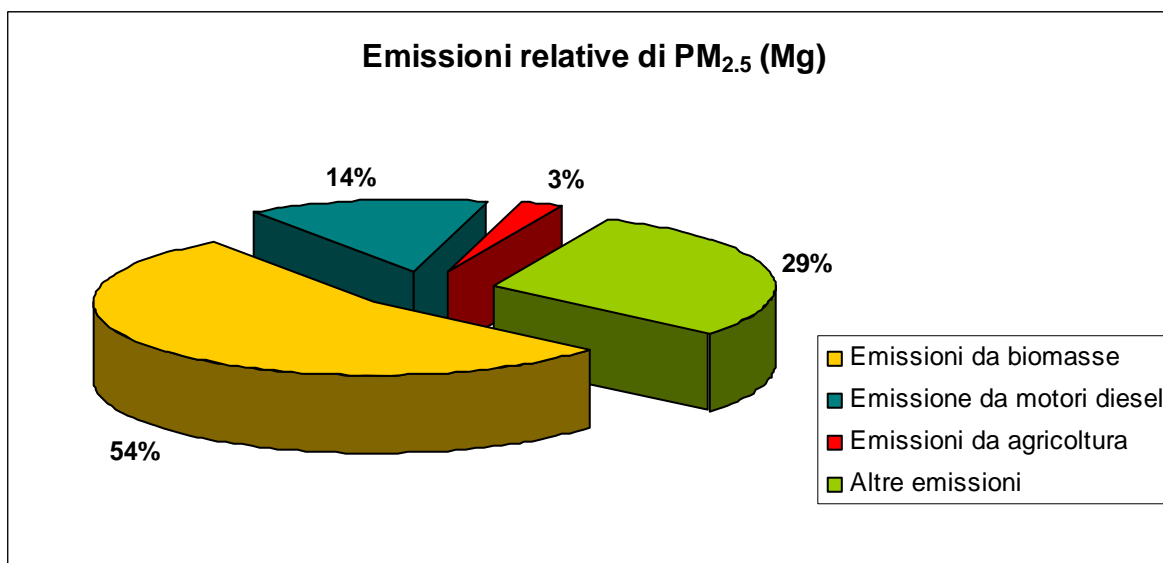
**Tabella 2.4:** emissioni totali di polveri sottili per l'anno 2007, per le attività del settore 0202.

Attività	Descrizione	PM <sub>10</sub> (Mg)	PM <sub>2,5</sub> (Mg)
020203	Domestico - Caldaie < 20 MWth	95,14	84,51
020206	Domestico - Caminetti e stufe	2168.17	2151.03

Come ulteriore analisi delle principali attività emissive per il PM<sub>10</sub> e il PM<sub>2,5</sub>, nelle figure 2.3 e 2.4 si riportano le emissioni di queste in relazione ai totali regionali.



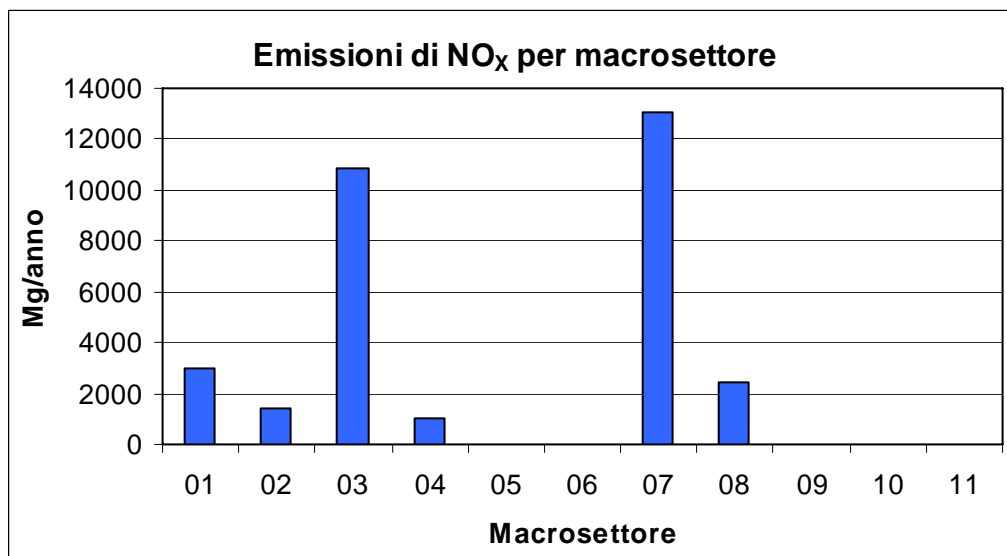
**Figura 2.3:** emissioni relative di PM<sub>10</sub> per l'anno 2007.



**Figura 2.4:** emissioni relative di PM<sub>2,5</sub> per l'anno 2007.

## 2.2 Emissioni di NO<sub>x</sub>

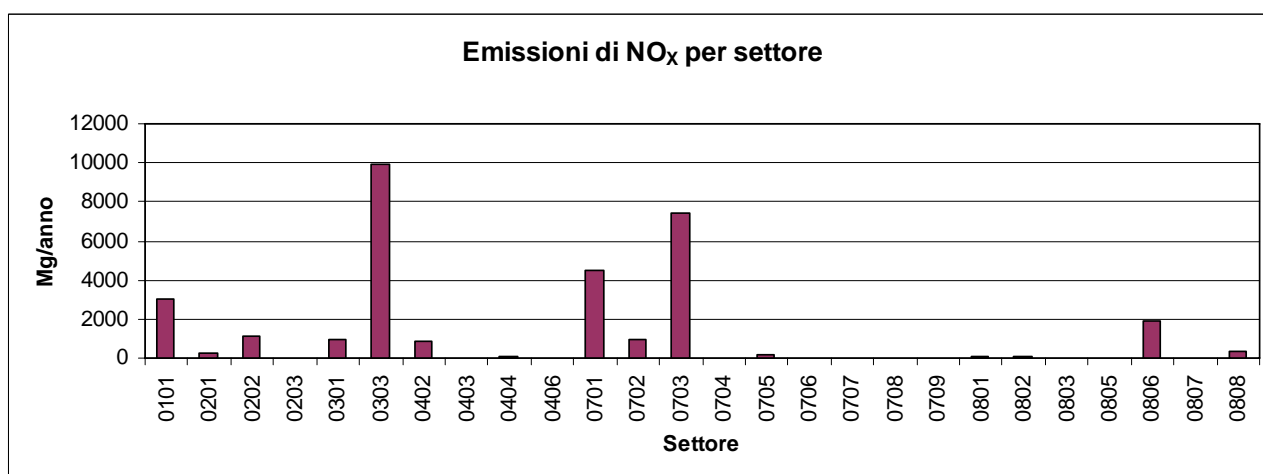
I macrosettori con le emissioni principali di NO<sub>x</sub>, come mostrato in figura 2.5, sono quelli legati ai grandi impianti di combustione, ovvero i macrosettori 01 e 03 e al traffico su strada (07); a seguire, ma con minori emissioni, ci sono i macrosettori legati al trasporto non su strada (08), al riscaldamento (02) e agli altri processi nell'industria (04).



**Figura 2.5:** emissioni di NO<sub>x</sub> per macrosettore, anno 2007.

Nella tabella 2.5 e nella figura 2.6 sono sintetizzate le emissioni per settore per i soli macrosettori principali.

Le maggiori emissioni si hanno per il settore 0303, riguardante la combustione industriale, e per i settori 0701, 0702 e 0703 che riguardano i trasporti su strada.



**Figura 2.6:** Emissioni di NO<sub>x</sub> per settore, anno 2007

**Tabella 2.5:** emissioni di NO<sub>x</sub> per l'anno 2007 per i settori dei principali macrosettori.

Settore	NO <sub>x</sub> (Mg)
<b>01 Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche</b>	
0101 Centrali elettriche pubbliche	3.002,90
<b>02 Impianti di combustione non industriali</b>	
0201 Impianti di combustione nel terziario	288,07
0202 Impianti di combustione residenziali	1.097,65
0203 Impianti di combustione nell'agricoltura, selvicoltura, acquacoltura	0,49
<b>03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione</b>	
0301 Combustione in caldaie, turbine a gas e motori fissi	943,93
0303 Forni di processo con contatto	9.924,72
<b>04 Processi produttivi</b>	
0402 Processi nelle industrie del ferro/acciaio e nelle miniere di carbone	888,20
0403 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi	0,89
0404 Processi nelle industrie chimiche inorganiche	116,70
0406 Proc. nelle ind. legno/pasta-carta/alim./bevande e altre industrie	0,00
<b>07 Trasporti su strada</b>	
0701 Automobili	4.482,99
0702 Veicoli leggeri P < 3.5 t	926,75
0703 Veicoli pesanti P > 3 t	7.430,50
0704 Motocicli cc < 50 cm <sup>3</sup>	2,63
0705 Motocicli cc > 50 cm <sup>3</sup>	178,64
0706 Emissioni evaporative dai veicoli	0,00
0707 Usura dei freni dei veicoli stradali	0,00
0708 Usura delle gomme dei veicoli stradali	0,00
0709 Abrasione della strada	0,00
<b>08 Altre sorgenti mobili e macchine</b>	
0801 Militari	81,40
0802 Ferrovie	118,89
0803 Vie di navigazione interne	6,00
0805 Traffico aereo	15,48
0806 Agricoltura	1.900,36
0807 Selvicoltura	0,11
0808 Industria	312,55

Per quanto riguarda le emissioni di NO<sub>x</sub> dovute al solo macrosettore 07 relativo al trasporto su strada, nella tabella 2.6 sono riportate le emissioni totali e quelle dovute ai soli autoveicoli alimentati a gasolio per i tre settori con emissioni dovute a combustione: da questa si nota come le emissioni di NO<sub>x</sub> per questo macrosettore siano originate principalmente dagli autoveicoli alimentati a gasolio.

**Tabella 2.6:** Confronto fra le emissioni totali di NO<sub>x</sub> e quelle dovute ai soli autoveicoli alimentati a gasolio per i tre settori del macrosettore 07 con emissione dovute a combustione.

Settore	NO <sub>x</sub> totali (Mg)	NO <sub>x</sub> gasolio (Mg)	Rapp. %
0701	4.482,99	2.686,40	60%
0702	926,75	859,87	93%
0703	7.430,50	7.430,50	100%

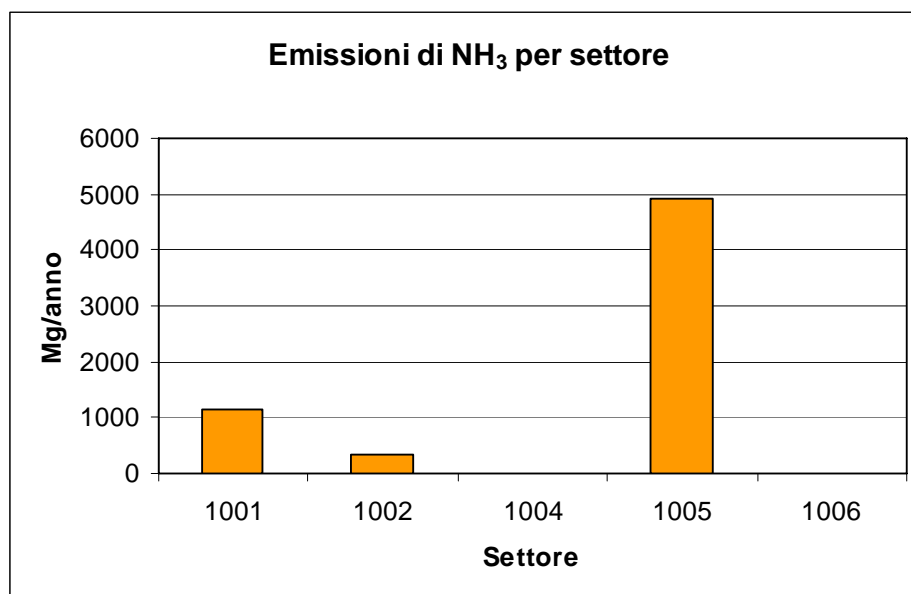
### 2.3 Emissioni di NH<sub>3</sub>

Circa il 95% delle emissioni di ammoniaca provengono dal macrosettore 10 (6390,43 Mg su un totale di 6743,71 Mg), ovvero quello relativo all'agricoltura; questo sono principalmente legate all'uso di fertilizzanti per le coltivazioni e alla gestione delle deiezioni negli allevamenti.

Nella tabella 2.7 e nella figura 2.7 sono riportate le emissioni di ammoniaca legate al macrosettore 10 per l'anno 2007.

**Tabella 2.7:** emissioni di NH<sub>3</sub> per l'anno 2007 per i settori del macrosettore 10.

Settore	NH <sub>3</sub> (Mg)
<b>10 Agricoltura</b>	
1001 Coltivazioni con fertilizzanti	1.132,41
1002 Coltivazioni senza fertilizzanti	320,38
1004 Allevamenti di bestiame - fermentazione intestinale	0,00
1005 Allevamenti di bestiame - gestioni delle deiezioni	4.937,63
1006 Uso di pesticidi e calce viva	0,00



**Figura 2.7:** emissioni di NH<sub>3</sub> per l'anno 2007 per i settori del macrosettore 10.

## 2.4 Emissioni di COVNM

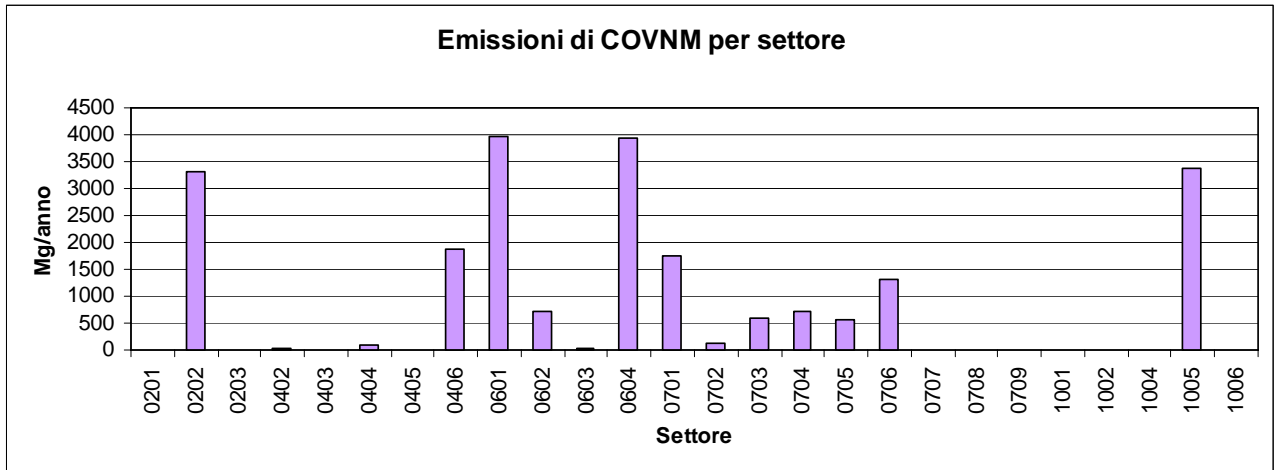
I macrosettori maggiormente responsabili delle emissioni di composti organici volatili non metanici (COVNM) sono quelli legati all'uso di solventi (macrosettore 06). In minor parte, contribuiscono anche i macrosettori 02, 04, 07 e 10.

Nella tabella 2.8 e nella figura 2.8 sono sintetizzati i totali di emissione dei composti organici volatili non metanici per l'anno 2007, per i macrosettori con le principali emissioni.

**Tabella 2.8:** emissioni di COVNM per l'anno 2007 per i settori dei principali macrosettori.

Settore	COVNM (Mg)
<b>02 Impianti di combustione non industriali</b>	
0201 Impianti di combustione nel terziario	11,97
0202 Impianti di combustione residenziali	3.309,42
0203 Impianti di combustione nell'agricoltura, selvicoltura, acquacoltura	0,01
<b>04 Processi produttivi</b>	
0402 Processi nelle industrie del ferro/acciaio e nelle miniere di carbone	38,33
0403 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi	0,37
0404 Processi nelle industrie chimiche inorganiche	100,66
0405 Processi nelle industrie chimiche organiche	0,73
0406 Proc. nelle ind. legno/pasta-carta/alim./bevande e altre industrie	1.877,04
<b>06 Uso di solventi</b>	
0601 Applicazione di vernici	3.960,29
0602 Sgrassaggio, pulitura a secco ed elettronica	721,27
0603 Manifattura e lavorazione di prodotti chimici	44,19
0604 Altro uso di solventi e relative attività	3.941,35
<b>07 Trasporti</b>	
0701 Automobili	1.760,74
0702 Veicoli leggeri P < 3.5 t	114,85
0703 Veicoli pesanti P > 3 t	597,02
0704 Motocicli cc < 50 cm <sup>3</sup>	731,82
0705 Motocicli cc > 50 cm <sup>3</sup>	577,71
0706 Emissioni evaporative dai veicoli	1.310,83
0707 Usura dei freni dei veicoli stradali	0,00
0708 Usura delle gomme dei veicoli stradali	0,00
0709 Abrasione della strada	0,00
<b>10 Agricoltura</b>	
1001 Coltivazioni con fertilizzanti	0,01
1002 Coltivazioni senza fertilizzanti	0,00
1004 Allevamenti di bestiame - fermentazione intestinale	0,00
1005 Allevamenti di bestiame - gestioni delle deiezioni	3.384,44
1006 Uso di pesticidi e calce viva	0,53





**Figura 2.8:** emissioni di COVNM per settore, anno 2007.

### **3. Metalli pesanti e IPA – analisi delle principali sorgenti di emissione**

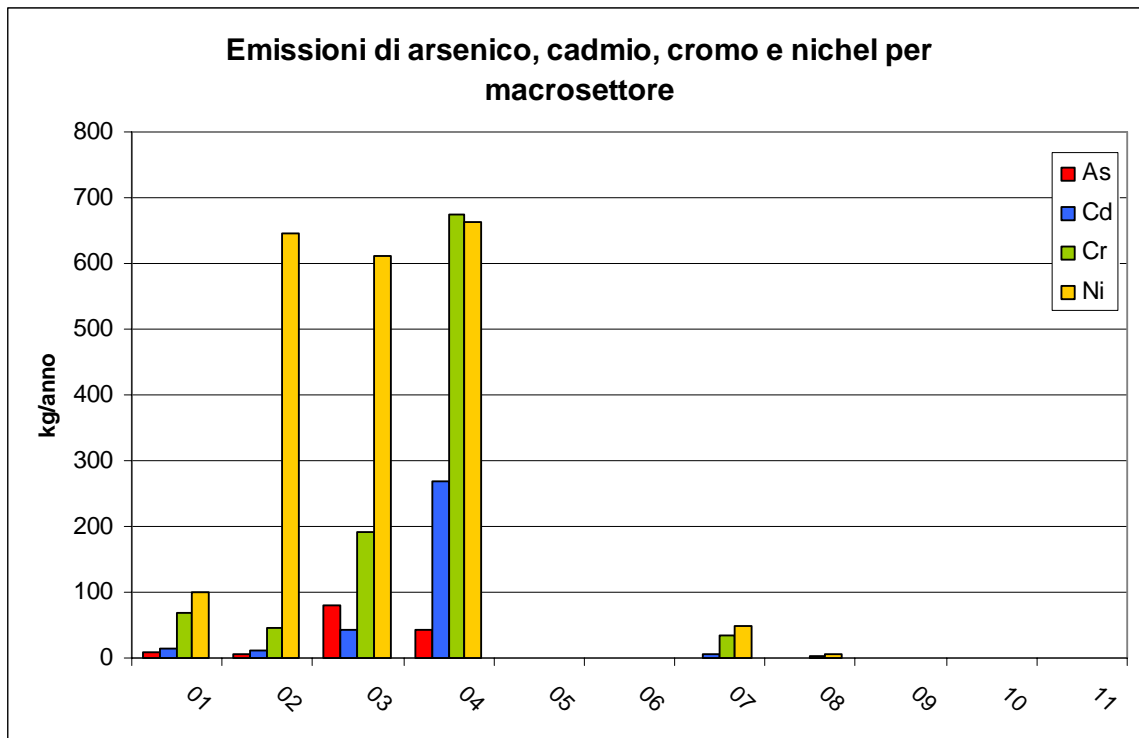
La normativa italiana con il decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152 “Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente” integra quanto già previsto dalla normativa in vigore e si propone, in relazione agli inquinanti specificati, l'obiettivo di migliorare lo stato di qualità dell'aria ambiente e di mantenerlo tale laddove buono; già a partire dall'anno 2007, nella regione Umbria si sta realizzando una misura sistematica di questi inquinanti (escluso il mercurio) e, ad oggi, nelle zone controllate sono state rilevate concentrazioni al suolo medie annue degli inquinati inferiori a quanto indicato dalla normativa.

Per un futuro approfondimento della qualità dell'aria regionale in merito a questi inquinanti, un ottimo punto di partenza è una buona conoscenza delle emissioni delle sostanze inquinanti. Di seguito, pertanto, viene presentata un'analisi sulle principali fonti di emissioni per questi inquinanti.

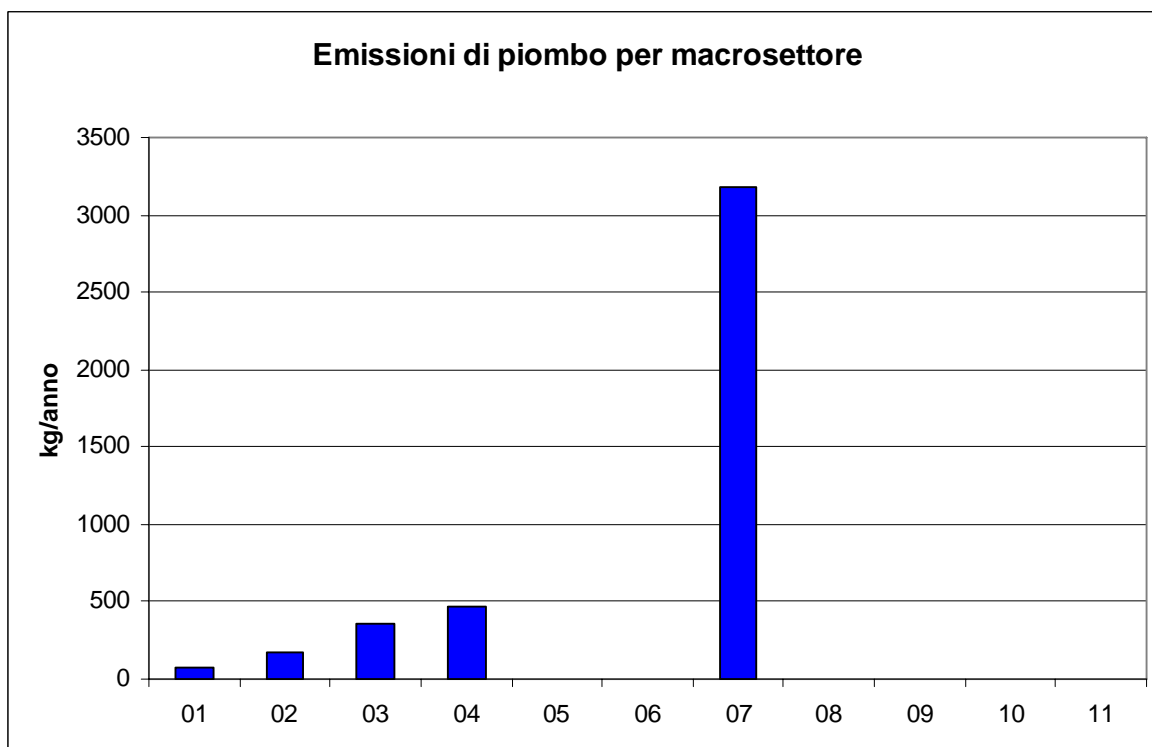
#### **3.1. Emissioni di metalli pesanti**

La figura 3.1 riporta le emissioni totali annue per macrosettore di arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr) e nichel (Ni); come si può osservare i macrosettori che da soli determinano oltre il 90 % delle emissioni totali regionali di questi metalli pesanti sono i macrosettori 01 (Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche), 02 (Impianti di combustione non industriali), 03 (Impianti di combustione industriale e processi con combustione) e 04 (Processi produttivi).

Il piombo, invece, ha come principale sorgente di emissione il trasporto su strada (macrosettore 07) con il 75 % del totale regionale (figura 3.2); per lo stesso macrosettore ci sono anche emissioni degli altri metalli pesanti, ma in percentuale molto minore rispetto al piombo.



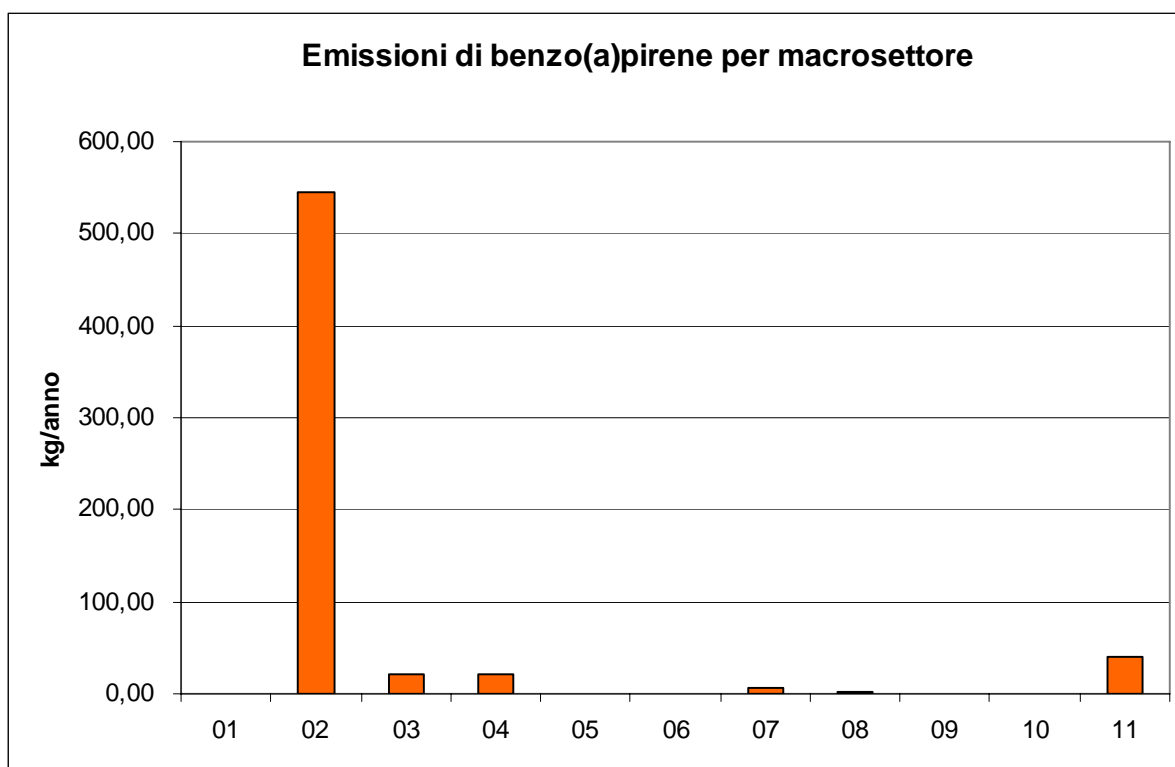
**Figura 3.1:** Emissioni di metalli pesanti per macrosettore, anno 2007.



**Figura 3.2:** Emissioni di piombo per macrosettore, anno 2007.

### 3.2. Emissioni di IPA

Per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), la normativa nazionale (DLgs 152/2007) ha stabilito limiti di concentrazione al suolo per il solo benzo(a)pirene (BaP) il quale viene utilizzato come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali. Questo perché è stata evidenziata una relazione tra le concentrazioni di BaP e degli altri IPA, detto profilo IPA, che in aria è relativamente stabile. Pertanto, nella figura 3.3 si è scelto di evidenziare le emissioni regionali annue per macrosettore di questo inquinante. Come si può osservare, la fonte principale di emissione di B(a)P è il macrosettore 02 (Impianti di combustione non industriali) con oltre l'85 % del totale regionale.



**Figura 3.3:** Emissioni di benzo(a)pirene per macrosettore, anno 2007