



**AGGIORNAMENTO DELL'INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI IN  
ATMOSFERA DELL'EMILIA-ROMAGNA  
RELATIVO ALL'ANNO 2019  
(INEMAR-ER 2019)**

**Rapporto finale**

**Novembre 2022**

**Documento elaborato da**

**Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia Romagna**

**Centro tematico regionale Qualità dell'aria**

### **Gruppo di lavoro Arpae:**

Chiara Agostini – Direzione Tecnica

Giacomo Agrillo - APA Est

Carla Barbieri - APA Centro

Sabina Bellodi - APA Centro

Lidia Bressan - APA Est

Margherita Cantini - APA Ovest

Daniele Foscoli – APA Est

Francesca Frigo - APA Ovest

Simona Maccaferri - Direzione Tecnica

Maria Elena Manzini - APA Ovest

Samuele Marinello - APA Est

Matteo Olivieri - APA Ovest

Veronica Rumberti - Direzione Tecnica

Antonella Sterni - APA Centro

Pamela Ugolini - APA Metropolitana

Si ringraziano i responsabili SSA, i responsabili ST, i responsabili SAC, i referenti della rete di qualità dell'aria e tutto il personale di Arpae e della Regione Emilia-Romagna che ha contribuito a vario titolo alla predisposizione dell'inventario.

# Sommario

<b>1. Introduzione</b>	<b>5</b>
<b>2. Aggiornamento dell'inventario: il sistema INEMAR, i fattori di emissione e l'organizzazione dei dati</b>	<b>6</b>
2.1. Funzionalità del sistema INEMAR e metodologie impiegate per la compilazione	6
2.1.1. Modulo puntuali	8
2.1.2. Modulo diffuse	9
2.1.3. Moduli traffico lineare e traffico diffuso	10
2.1.4. Modulo aeroporti	14
2.1.5. Modulo porti	15
2.1.6. Modulo discariche	16
2.1.7. Modulo agricoltura	18
2.1.8. Modulo biogeniche	18
2.2. Fattori di emissione	19
<b>3. Risultati</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Macrosettore 1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili</b>	<b>26</b>
3.1.1. Produzione di energia elettrica (0101)	26
3.1.2. Teleriscaldamento (0102)	27
3.1.3. Raffinerie (0103)	27
3.1.4. Compressori per tubazioni (0105)	27
Stime provinciali e totali per il macrosettore 1	28
<b>3.2. Macrosettore 2 - Combustione non industriale</b>	<b>29</b>
3.2.1. Impianti commerciali ed istituzionali (0201)	29
3.2.2. Impianti residenziali (0202)	30
Stime provinciali e totali per il macrosettore 2	32
<b>3.3. Macrosettore 3 - Combustione industriale</b>	<b>35</b>
Stime provinciali e totali per il macrosettore 3	36
<b>3.4. Macrosettore 4 - Processi produttivi</b>	<b>37</b>
Stime provinciali e totali per il macrosettore 4	39
<b>3.5. Macrosettore 5 - Estrazione e distribuzione combustibili</b>	<b>40</b>
Stime provinciali e totali per il macrosettore 5	41
<b>3.6. Macrosettore 6 - Uso di solventi</b>	<b>42</b>
3.6.1. Verniciatura (0601)	43
3.6.2. Sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica (0602)	44
3.6.3. Produzione o lavorazione di prodotti chimici (0603)	44
Stime provinciali e totali per il macrosettore 6	45
<b>3.7. Macrosettore 7 - Trasporto su strada</b>	<b>46</b>
Stime provinciali e totali per il macrosettore 7	52

<b>3.8. Macrosettore 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari</b>	<b>53</b>
3.8.1. Ferrovie (0802)	53
3.8.2. Porti (0804)	54
3.8.3. Aeroporti (0805)	55
Stime provinciali e totali per il macrosettore 8	58
<b>3.9. Macrosettore 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti</b>	<b>59</b>
3.9.1. Incenerimento rifiuti (0902)	60
3.9.2. Interramento di rifiuti solidi (0904)	60
3.9.3. Incenerimento di rifiuti agricoli esclusa la combustione di stoppie (0907)	61
3.9.4. Cremazione (0909)	62
3.9.5. Altri trattamenti di rifiuti (0910)	63
<b>3.10. Macrosettore 10 - Agricoltura</b>	<b>65</b>
3.10.1. Coltivazioni con fertilizzanti (1001)	65
3.10.1. Coltivazioni senza fertilizzanti (1002)	66
3.10.3. Combustione di stoppie in loco (1003)	67
3.10.4. Zootecnia (1004, 1005, 1009, 1010)	68
Stime provinciali e totali per il macrosettore 10	70
<b>3.11. Macrosettore 11 - Altre sorgenti</b>	<b>71</b>
3.11.1. Foreste (1111, 1112)	71
Stime provinciali e totali per il macrosettore 11	72
<b>Allegato 1. Classificazione delle attività con emissioni in atmosfera</b>	<b>73</b>
<b>Allegato 2. Moduli generici</b>	<b>82</b>
Modulo polveri fini	82
<b>Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per i diversi macroinquinanti</b>	<b>83</b>
<b>Allegato 4. Tabelle riassuntive per provincia</b>	<b>87</b>
Piacenza	87
Parma	88
Reggio - Emilia	89
Modena	90
Bologna	91
Ferrara	92
Ravenna	93
Forlì - Cesena	94
Rimini	95

# 1. Introduzione

Obiettivo dell'inventario delle emissioni è la restituzione di una stima quantitativa dei contributi alle emissioni in atmosfera, provenienti da diverse sorgenti, e la loro distribuzione sul territorio.

Tale stima è realizzata sulla base della raccolta sistematica di informazioni su tipologia, localizzazione, entità delle emissioni regionali degli inquinanti atmosferici e fornisce supporto alla valutazione, gestione e pianificazione della qualità dell'aria, in particolare per l'individuazione dei settori su cui indirizzare prioritariamente le misure per la riduzione dell'inquinamento atmosferico e la costruzione degli scenari emissivi corrispondenti a politiche di risanamento della qualità dell'aria.

Questa relazione espone i metodi e le fonti di dati utilizzati per la compilazione dell'inventario delle emissioni in atmosfera per la Regione Emilia-Romagna relativo all'anno 2019 e alcune elaborazioni di sintesi che illustrano i principali risultati.

La consultazione dei risultati in forma completa è disponibile al seguente link:

[www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/archivio-inventario-inemar/inventario-emissioni](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/archivio-inventario-inemar/inventario-emissioni)

L'aggiornamento, l'elaborazione e l'implementazione dei dati nel sistema sono stati realizzati, in modo condiviso, dal gruppo di lavoro creato all'interno di Arpae comprendente tecnici del Centro Tematico Regionale Qualità dell'aria, che ha coordinato il lavoro, dei Servizi sistemi ambientali delle sedi Arpae, del Servizio osservatorio energia, rifiuti e siti contaminati.

La compilazione è stata avviata nel mese di maggio 2021. La prima versione completa dell'inventario è stata prodotta nel mese di giugno 2022. A seguito della fase di revisione interna, l'aggiornamento è stata presentato e distribuito ad un gruppo allargato, composto dai referenti della Regione Emilia-Romagna e di Arpae - Direzione Tecnica, Servizi Sistemi Ambientali e Servizi Territoriali, per la revisione pubblica. La revisione pubblica si è conclusa nel mese di novembre 2022.

A partire dal 2018 l'inventario dei gas climalteranti, predisposto dall'Osservatorio Energia di Arpae secondo la metodologia IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) è pubblicato con cadenza annuale e disponibile al seguente link:

[www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-emissioni-gas-serra/archivio-inventari-emissioni-ghg](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-emissioni-gas-serra/archivio-inventari-emissioni-ghg)

## **2. Aggiornamento dell'inventario: il sistema INEMAR, i fattori di emissione e l'organizzazione dei dati**

L'aggiornamento dell'inventario delle emissioni è stato realizzato usando il software INEMAR (INventario EMissioni ARia), strumento messo a punto e progressivamente aggiornato nell'ambito di una convenzione interregionale che attualmente coinvolge, oltre all'Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, province autonome di Trento e di Bolzano e Puglia.

Per la compilazione 2019 è stato impiegato il software INEMAR 7 (versione 7.0.10 maggio 2021, descritta nel seguito) con i fattori di emissione aggiornati al 2021.

Le modalità di elaborazione dei dati di input e di compilazione sono descritte nel seguito.

### **2.1. Funzionalità del sistema INEMAR e metodologie impiegate per la compilazione**

INEMAR è un sistema di archiviazione dati sviluppato in ambiente RDBMS Oracle, avente architettura web client/server, che consente a più utenti di accedere tramite una interfaccia al database per visualizzare, inserire e cancellare dati, lanciare le procedure di calcolo, caricare e scaricare dati. Questa caratteristica consente di compilare l'inventario in modalità prevalentemente bottom-up, permettendo alle varie strutture dell'Agenzia coinvolte l'inserimento di dati specifici per il territorio e/o settore di competenza.

La metodologia di riferimento implementata da INEMAR è quella EMEP-CORINAIR contenuta nel documento "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019" ([www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019](http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019)) al quale si rimanda per i dettagli.

La classificazione delle emissioni secondo tale metodologia prevede l'impiego della codifica SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution) e lo svolgimento delle stime in funzione di essa; le attività antropiche e naturali che possono dare origine ad emissioni in atmosfera sono ripartite in una struttura gerarchica che per l'Emilia-Romagna coinvolge 11 macrosettori, 45 settori e 249 categorie (o attività).

I macrosettori sono i seguenti:

MS 1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili

MS 2 - Combustione non industriale

MS 3 - Combustione industriale

MS 4 - Processi Produttivi

MS 5 - Estrazione e distribuzione di combustibili

MS 6 - Uso di solventi

MS 7 - Trasporto su strada

MS 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

MS 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti

MS 10 - Agricoltura

MS 11 - Altre sorgenti e assorbimenti.

Il software consente di effettuare la stima delle emissioni a livello comunale dei diversi inquinanti, in funzione della classificazione EMEP-CORINAIR e del tipo di combustibile utilizzato.

Le procedure e gli algoritmi utilizzati per l'organizzazione dei dati e lo svolgimento della stima delle emissioni secondo le diverse tecnologie, sono suddivisi in moduli di calcolo: Puntuali, Diffuse, Traffico, Aeroporti, Porti, Discariche, Agricoltura, Biogeniche, Foreste, Serbatoi, Riscaldamento, Speciazione, Polveri fini, Emissioni Aggregate, Distribuzioni temporali.

Per la compilazione dell'inventario 2019 sono stati utilizzati tutti i moduli ad eccezione di Riscaldamento (in quanto i dati di input non sono disponibili), Serbatoi e Distribuzioni temporali (perché non si sono resi necessari).

Una breve illustrazione degli algoritmi e degli aggiornamenti degli stessi rispetto alle versioni precedenti è riportata nelle sezioni seguenti unitamente alla descrizione e all'elaborazione dei dati richiesti in input.

I moduli Polveri fini, Emissioni Aggregate e Speciazione, in quanto moduli di secondo livello, che intervengono trasversalmente sui dati processati dagli altri moduli, sono illustrati nell'Allegato 2. Per ogni macrosettore sono stati raccolti i dati aggiornati di emissioni e indicatori di attività relativi al territorio regionale, reperibili dalla documentazione ufficiale e da fonti di informazione specifiche di livello locale di volta in volta descritte nel presente rapporto.

Le stime ottenute sono affette da un grado di incertezza variabile, sia in relazione all'accuratezza dei dati utilizzati, sia per le approssimazioni insite nelle metodologie di calcolo.

La compilazione è stata realizzata a seconda dei dati a disposizione con approccio top-down, bottom-up o con combinazione dei due.

L'approccio top-down, che partendo da elaborazioni statistiche di dati disponibili solamente a livello aggregato, riguardanti porzioni di territorio più vaste rispetto alla scala di riferimento dell'inventario, arriva a ripartire emissioni mediante impiego di proxy di disaggregazione, e l'eccessivo impegno richiesto dal secondo, richiedente l'acquisizione di informazioni dettagliate sulle singole sorgenti, costituiscono limitazioni rilevanti per entrambi gli approcci, per cui spesso è più conveniente l'utilizzo di una opportuna combinazione delle due metodologie, secondo una scelta metodologica differente in relazione alle attività, agli inquinanti e alla disaggregazione spaziale e temporale.

I moduli e gli approcci utilizzati per la stima delle emissioni per la compilazione dell'inventario 2019 sono sintetizzati nella seguente tabella.

<b>modulo</b>	<b>approccio</b>	<b>fonti emissioni</b>	<b>Emissioni</b>
diffuse	misto	diffuse	Stimate
puntuali	bottom-up	puntuali	misurate / stimate
traffico lineare	bottom-up	lineari	Stimate
traffico diffuso	misto	diffuse	Stimate
discariche	bottom-up	puntuali	Stimate
aeroporti	bottom-up	puntuali / diffuse	Stimate
porti	bottom-up	puntuali	Stimate
biogeniche	bottom-up	diffuse	Stimate
agricoltura	bottom-up	diffuse	Stimate

### **2.1.1. Modulo puntuali**

Il *modulo puntuali* permette di censire le emissioni in atmosfera delle principali fonti di inquinanti puntuali.

Nella compilazione relativa al 2019 è stato impiegato per i macrosettori 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9.

La compilazione è stata svolta dalle sedi Arpa che hanno provveduto all'individuazione degli impianti più significativi nei territori di competenza (impianti con autorizzazioni AIA, impianti rilevanti con autorizzazione AUA), alla raccolta, elaborazione e inserimento dei dati per circa



800 stabilimenti in totale.

Per ogni stabilimento censito, oltre all'anagrafica e alle coordinate, sono state inserite nel *modulo puntuali* le seguenti informazioni:

- attività CORINAIR-SNAP97 in cui rientrano una o più linee produttive
- indicatore di attività, ad es. quantità di prodotti, quantità di materie prime utilizzate, contenuto energetico del combustibile
- camini con le caratteristiche fisiche e del flusso emissivo, associati ad ogni linea di ogni attività
- emissioni annue.

La stima delle emissioni annue è stata svolta prioritariamente sulla base di misure a camino, reperite dalla documentazione a disposizione delle diverse unità territoriali nell'ambito dell'attività istituzionale di autorizzazione e controllo sulle aziende con autorizzazione alle emissioni in atmosfera (autorizzazione integrata ambientale e altre autorizzazioni ex DLgs 152/2006 e ss.mm.ii, autorizzazione unica ambientale ex DPR 59/2013). Tali dati sono stati elaborati secondo l'input richiesto da INEMAR a cura dei compilatori.

Per stimare il flusso di massa annuale si è scelto, come per la precedente compilazione, di fare riferimento all'autocontrollo risultato peggiore nell'anno di riferimento; questa modalità di calcolo ha determinato in alcuni casi, per impianti di grandi dimensioni, variazioni significative rispetto alla precedente compilazione.

Nel caso non sia disponibile il dato misurato, INEMAR effettua la stima dell'emissione  $E_i$  sulla base dell'indicatore di attività  $A_{att,comb}$  e del corrispondente fattore di emissione  $FE_{att,comb,i}$  secondo la seguente relazione

$$E_i = A_{att,comb} \cdot FE_{att,comb,i}$$

### 2.1.2. Modulo diffuse

Il *modulo diffuse* tratta le emissioni che per entità, per caratteristiche dell'attività o per tipologia di dati di base disponibili non sono localizzabili in modo puntuale.

La stima viene svolta applicando la relazione lineare

$$E_i = A_{att,comb} * FE_i$$

in cui  $A_{att,comb}$  è l'indicatore di attività a livello comunale e  $FE_i$  è il fattore di emissione per l'inquinante i-esimo.

Le sorgenti emissive sono valutate in base a un indicatore specifico per ogni attività (consumi di combustibile, produzione di materiali, superficie coltivata, consumo di materie prime, numero di capi, ecc.) e a un fattore di emissione riferito all'unità di attività della sorgente.

La precisione associata alla stima dipende dalla qualità dei dati disponibili sia per quanto riguarda gli indicatori di attività sia per i fattori di emissione.

Per la presente compilazione si è fatto riferimento agli indicatori di attività disponibili al massimo livello di disaggregazione, possibilmente comunale.

Nel caso di dati disponibili solamente a dettaglio provinciale, regionale o nazionale, sono state impiegate variabili proxy per la disaggregazione del dato a livello comunale secondo metodologie di volta in volta descritte nel seguito.

Data la molteplicità di informazioni richieste si è fatto riferimento ad innumerevoli fonti di dati richiamate puntualmente nel seguito per ogni macrosettore.

Alcune attività quali ad es. trasporti, coltivazioni, emissioni biogeniche, pur essendo classificabili come emissioni di tipo diffuso, necessitano di metodologie specifiche di stima e non sono trattate dal *modulo diffuse* ma da moduli specifici.

Mediante il *modulo diffuse*, nella compilazione 2019 sono state stimate le emissioni associate all'incenerimento di rifiuti agricoli, inserito nel macrosettore 9, e alla combustione di stoppie che ricade nel macrosettore 10.

### **2.1.3. Moduli traffico lineare e traffico diffuso**

In INEMAR le emissioni prodotte da veicoli sono suddivise in:

- emissioni allo scarico, prodotte principalmente dal processo di combustione interna al motore, suddivise a loro volta in emissioni a caldo, prodotte durante la marcia con motore e sistemi di abbattimento a temperatura di esercizio, e in emissioni a freddo, generate durante la prima parte della marcia del veicolo, prima del raggiungimento della temperatura operativa da parte del catalizzatore;
- emissioni da usura, prodotte da abrasione meccanica di parti del veicolo (pneumatici, sistema frenante, frizione) nonché da usura della superficie stradale o da corrosione del telaio e della carrozzeria o altri componenti del veicolo; tali emissioni riguardano solamente polveri e alcuni metalli pesanti;
- emissioni evaporative, importanti solamente per i COVnm, risultato della evaporazione della frazione più volatile del combustibile benzina durante la marcia, nelle soste a

motore caldo, a motore spento e a veicolo parcheggiato.

Si evidenzia che la stima delle emissioni da traffico, eseguita con la versione INEMAR 7.0.10 del 2021, ha subito modifiche sostanziali in vari dati di input e in un algoritmo di calcolo.

Il sistema INEMAR implementa su scala regionale la metodologia di calcolo messa a punto a livello europeo nel modello COPERT V (COMputer Programme to calculate Emissions from Road Transport), che opera il calcolo delle emissioni come prodotto dell'indicatore di attività, i km percorsi per tipo di strada, con i fattori di emissione per ciascuna classe veicolare, dipendenti dalla velocità, considerando altri parametri quali la numerosità delle flotte e la categoria legislativa.

Il modello è completato da un insieme di funzioni correttive che forniscono una quota suppletiva di emissioni per tenere conto dell'età dei veicoli, delle condizioni climatiche, della pendenza della strada (per emissioni lineari), del carico trasportato nel caso di veicoli commerciali, del periodo di funzionamento a freddo del motore.

Il software prevede un diverso approccio di calcolo per emissioni lineari (modulo *traffico lineare*) ed emissioni diffuse (modulo *traffico diffuso*).

Le emissioni lineari sono le emissioni derivanti dal traffico che si verifica su tratti stradali definiti e vengono stimate sulla base del numero di passaggi veicolari sui diversi archi della rete (o grafo) che possono derivare sia da rilievi, sia da simulazioni modellistiche (modelli di assegnazione del traffico).

Sulla base dei dati disponibili per la nostra regione sono considerate lineari le emissioni derivanti dall'esercizio delle infrastrutture autostradali e della principale rete viaria extraurbana, schematizzata mediante grafo.

Come per la compilazione degli inventari degli anni precedenti, per l'inventario 2019 sono stati utilizzati dati relativi ai flussi di traffico resi disponibili dal "Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio" della Regione Emilia Romagna.

I dati da fornire in ingresso ai moduli di INEMAR sono i seguenti:

- parco circolante suddiviso per tipologia di veicolo, tipo di combustibile utilizzato, categoria legislativa, classe di cilindrata
- consumi per i diversi combustibili (benzina, diesel, metano, GPL, elettrico)
- percorrenze medie annue e velocità medie per tipologia di percorso effettuato

(urbano, extraurbano, autostradale)

- pendenza stradale
- condizioni climatiche
- carico trasportato.

La dipendenza dalla pendenza è implementata tramite una funzione continua della pendenza stradale che interpola i valori forniti dalla metodologia COPERT V, mentre la percentuale di carico viene specificata per ogni tipo di classe veicolare.

Per stimare le emissioni lineari a caldo è inoltre necessario avere a disposizione i flussi su arco, cioè il numero di passaggi delle differenti classi veicolari sui diversi archi della rete, in quanto la metodologia COPERT stima le emissioni a partire da curve di emissione “speed dependent”, cioè i fattori di emissione sono definiti in funzione della velocità che viene stimata sulla base del carico del traffico della strada in funzione delle caratteristiche della strada stessa (velocità a rete scarica, capacità di carico).

I flussi devono pertanto essere modulati tramite apposite curve di deflusso e curve di distribuzione temporali per fasce orarie (6), tipologia di giorno (feriale, prefestivo, festivo) e stagione (4).

Le curve di deflusso sono state rese disponibili dal “Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio” della Regione Emilia-Romagna, mentre le curve di distribuzione temporale sono state ricostruite sulla base di un precedente lavoro dello stesso servizio.

Le emissioni lineari a freddo sono trattate come le emissioni diffuse urbane e, calcolate sulla frazione ‘b’ dei veicoli circolanti con motore a freddo della percorrenza lineare regionale ripartita fra tutti i comuni in base ad una opportuna variabile proxy, proporzionale al numero di residenti del comune. Proprio l’algoritmo di calcolo delle emissioni a freddo, nella versione 7.0.10/2021 del software, è stato modificato per quello che riguarda la stima delle emissioni per veicoli a metano e GPL per gli inquinanti NOx, COV e CO. Questa modifica è in parte responsabile delle differenti stime emissive di questi inquinanti.

Le emissioni diffuse riguardano le emissioni non associabili ad un percorso definito e sono stimate applicando la relazione lineare di cui al paragrafo 2.1.2 mediante uno specifico modulo.

Il *modulo traffico diffuso* effettua una stima delle percorrenze in base ai consumi di combustibile attribuiti ai veicoli a dettaglio comunale, moltiplicando tali percorrenze per i fattori di emissione.

Le emissioni diffuse sono stimate a partire dai dati di vendita dei combustibili, dalla composizione del parco immatricolato (dati ACI) e dalle percorrenze medie annue previste dei veicoli.

Il consumo di combustibile da assegnare al traffico veicolare in ambito urbano è ottenuto come differenza tra il dato di combustibile complessivo consumato in regione e quello stimato come consumato dal traffico veicolare lineare ed è distinto in due componenti: quello potenzialmente consumato per gli spostamenti interni alla Regione e quello consumato dal traffico di attraversamento. Si ipotizza che la prima frazione sia rappresentata dai dati di vendita sulla rete ordinaria (dati da Bollettino Petrolifero), mentre la quota relativa ai flussi di attraversamento non è stata considerata perché si ritiene che i contributi in ingresso e in uscita si compensino.

I consumi così stimati sono quindi ripartiti nei singoli comuni e per tipo di veicolo mediante proxy quali la percorrenza attribuibile al diffuso del tipo di veicolo (corrispondente alla differenza tra la percorrenza totale annua e quella lineare), il consumo specifico (stimato per una velocità unica per tutti i veicoli) ed il numero di residenti nel comune.

La metodologia di stima si differenzia pertanto da quella per le emissioni lineari: il calcolo è effettuato comune per comune mentre la velocità in corrispondenza della quale sono calcolati i fattori di emissione e di correzione è predeterminata, ora per ora, per i veicoli di un determinato settore (auto, leggeri, pesanti, ciclomotori e moto) circolanti in comuni di una certa classe di popolosità; tali velocità di percorrenza sono state ricavate dall'analisi di diversi piani urbani del traffico.

I miglioramenti metodologici introdotti nell'edizione 2019, rispetto all'edizione 2017, riguardano anche l'aggiornamento dei fattori di emissione all'edizione 2019 del Guidebook EMEP che ha introdotto variazioni per le tipologie di veicolo ciclomotori e motocicli per gli inquinanti NO<sub>x</sub>, COV e CO. Da tale variazione dipendono le differenti stime emissive per questi inquinanti per le categorie veicolari di cui sopra.

Altre modifiche nella compilazione dell'inventario riguardano i dati di input del parco veicolare:

- la categoria di alimentazione elettrico-ibrido, precedentemente utilizzata da ACI, è stata soppressa e sono state introdotte le categorie ibrido-benzina, ibrido-gasolio ed elettricità. Poiché la tecnologia ibrida a gasolio non è contemplata nella metodologia Copert, queste auto (circa 40.000 in Italia) sono state considerate tradizionali a gasolio. La categoria ibrido-benzina possiede pertanto in Copert propri parametri per la stima

delle varie tipologie di emissione (a caldo e a freddo).

- il numero di trattori stradali è stato ripartito in autoarticolati di peso differente. Fino al 2018 gli articolati erano stati attribuiti per il 97% alla classe di peso 40-50 t e il rimanente distribuito nelle rimanenti cinque classi di peso. Considerando la ripartizione tra rimorchi e semirimorchi e la ripartizione per numero di assi, come pubblicato da Anfia sulla base di dati del MIT, ipotizzando inoltre che quelli indicati come a due assi siano quasi esclusivamente rimorchi, a partire dal 2019 si è ritenuto sufficiente ripartire gli articolati nelle seguenti due classi: 8% nella classe 34 – 40 t, 92% nella classe 40 – 50 t. Pertanto le precedenti categorie di mezzi pesanti (14-20 t, 20-28 t, 28-34 t, 50-60 t) non sono più presenti. Non è invece stata apportata alcuna modifica al numero di autocarri.
- per i veicoli pesanti a gasolio Euro 5 è stata utilizzata la distinzione tra tecnologia EGR (Ricircolo Gas di Scarico) e SCR (Selective Catalytic Reduction) per l'abbattimento degli NOx. Come suggerito dal Guidebook Emep, sono stati considerati per il 25% a tecnologia EGR e per il 75% a tecnologia SCR
- Per i veicoli pesanti (oltre le 3.5 t), adibiti al trasporto di persone, cioè gli autobus, si effettua, come per la precedente compilazione, la differenziazione per tipologia di alimentazione e tipologia Copert, includendo quindi i tipi veicolo autobus urbani ad alimentazione elettrica e a metano.

#### 2.1.4. Modulo aeroporti

Il *modulo aeroporti* permette di trattare le emissioni legate al traffico aereo e alle attività ad esso connesse.

Secondo la metodologia implementata la stima dell'emissione dei diversi inquinanti derivante dal movimento degli aerei (decollo, atterraggio e spostamenti a terra) è ottenuta utilizzando la relazione seguente:

$$E_{Ai,j,k,w} = FE\_AEREO_{i,j} * NUM\_MOVIMENTI_{i,k,w} * (DURATA\_FASE\_CLASSE / DURATA\_RIFERIMENTO) / 1000$$

in cui

$E_{Ai,j,k,w}$  sono le emissioni per ogni codice aereo  $i$ , per ogni fase di movimento  $j$ , per nazionalità  $w$ , nell'ora  $k$  [t/anno]

$FE\_AEREO_{i,j}$  è il fattore di emissione per ogni codice aereo  $i$  e per ogni fase di movimento  $j$  [kg/volo]

NUM\_MOVIMENTI<sub>i,k,w</sub> è il numero di movimenti per ogni codice aereo i e per decollo o atterraggio (legati alle fasi di movimento), per ogni nazionalità w, nell'ora k [voli/ora]

DURATA\_FASE\_CLASSE è la durata fase per classe di aereo

DURATA\_RIFERIMENTO è la durata di riferimento della fase (rimane fissa)

Le durate dei cicli LTO (landing-take off), termine con il quale si indicano tutte le operazioni quali rullaggio, sosta in arrivo e partenza, decollo ed atterraggio, tipici per ogni classe di aereo, possono essere modulate in funzione dell'operatività presso l'aeroporto di interesse come previsto dalla metodologia descritta nel Guidebook: tali dati sono un importante input per il modulo di calcolo in quanto influiscono sensibilmente sui risultati della stima.

Oltre alle emissioni derivanti dal decollo e atterraggio degli aerei, sono considerati i movimenti dei mezzi di supporto a terra (Ground Support Equipment) cioè di quei mezzi dedicati al trasporto di passeggeri, equipaggi e bagagli, alle attività di assistenza agli aeromobili (rifornimenti, servizi tecnici, de-icing, toilette, pulizie cabine, catering), alla gestione e manutenzione piste e aree verdi (pulizia piste e piazzale sgombero neve, sfalcio meccanico). Per ogni inquinante la stima dell'emissione dovuta a questi mezzi viene effettuata impiegando la relazione seguente:

$$EMT_{z,i,j,k} = FE\_MT_z * TEMPO\_SPEC\_FUNZ_{z,i,j} / 1000$$

in cui

EMT<sub>z,i,j,k</sub> sono le emissioni per ogni mezzo a terra z associato all'aereo i, per ogni fase di movimento j nell'ora k (t/anno)

FE\_MT<sub>z</sub> è il fattore di emissione per ogni tipo di mezzo a terra z (kg/min)

TEMPO\_SPEC\_FUNZ<sub>z,i,j</sub> è il tempo di funzionamento per il tipo di mezzo a terra z associato all'aereo i, per fase movimento j (min)

### 2.1.5. Modulo porti

Per quanto concerne le attività marittime in particolare è stato stimato il contributo emissivo riferito alle operazioni di manovra delle navi in porto e in prossimità dello stesso mentre non sono trattate le emissioni in mare aperto.

I risultati del *modulo porti* in questo aggiornamento sono stati confrontati con quelli del software BUH, messo a punto da ARPA Veneto, e impiegato nell'ambito di una convenzione con ISPRA e varie ARPA.

Impiegando il *modulo porti*, la stima per gli inquinanti principali è ottenuta sulla base della

potenza dei motori dell'imbarcazione mediante la relazione seguente:

$$E_{ijklmn} = t_{jklm} * P_{jkl} * LF_{km} * FE_{ijlm} * N_{jklm} * 10^{-6}$$

in cui  $E_{ijklmn}$  è l'emissione totale dell'inquinante  $i$  dall'uso del carburante  $j$ , sulle  $n$  imbarcazioni di tipo  $k$ , con motore  $l$ , nella fase  $m$  per le  $n$  imbarcazioni ricavata dalla seguente relazione

$t_{jklm}$  sono le ore medie di navigazione dell'imbarcazione  $k$  con motore  $l$  (e specifica stazza lorda) utilizzando carburante  $j$  nella fase  $m$

$P_{jkl}$  è la potenza media dei motori installati [kW] nell'imbarcazione  $k$  che utilizza combustibile  $j$  e ha motore di tipo  $l$ , dipende in modo esponenziale dalla stazza secondo parametri tabulati nella metodologia

$LF_{km}$  è la frazione di potenza dell'imbarcazione  $k$  realmente impiegata nella fase  $m$

$FE_{ijlm}$  è il fattore di emissione medio dell'inquinante  $i$ , per il carburante  $j$  e motore  $l$  nella fase  $m$

$N_{jklm}$  è il numero imbarcazioni  $k$ , con motore  $l$  e carburante  $j$

Le stime dei metalli sono ottenute a partire dai consumi calcolati per i diversi tipi di imbarcazione e le relative potenze impiegate secondo la relazione seguente

$$E_i = FE_i * C_i$$

in cui  $C_i$  è il consumo di carburante

e  $FE_i$  il fattore di emissione per l'inquinante considerato.

### 2.1.6. Modulo discariche

Il *modulo discariche* implementa la metodologia proposta dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996) combinata con quella messa a punto da Andreottola e Cossu (Andreottola e Cossu, 1988).

Esso consente di stimare sia il contributo emissivo dovuto alla combustione del gas captato e convogliato ad un sistema combustione (direttamente alla torcia o al gruppo elettrogeno), sia le emissioni che sfuggono al sistema di captazione e si disperdono attraverso la superficie della discarica.

Le emissioni da discariche sono trattate in modo simile alle emissioni di tipo puntuale, prevedendo una precisa localizzazione sul territorio in un approccio completamente bottom-up.

Le informazioni sui quantitativi di rifiuti trattati nelle diverse tipologie di impianti censiti sono



state fornite ed elaborate dal Servizio osservatorio energia, rifiuti e siti contaminati della Direzione Tecnica che ha curato anche la relativa compilazione.

Il modulo richiede in input le quantità e tipologie di rifiuto conferite in discarica negli anni e per la stima associata alla combustione di biogas richiede la composizione media e la portata annua del biogas captato.

Per calcolare le emissioni da combustione di biogas, è possibile inserire i dati di emissione ai camini, qualora disponibili, o stimare le emissioni sulla base del biogas inviato a combustione, mediante i relativi fattori di emissione.

Il quantitativo di biogas prodotto, da cui poi viene sottratta la frazione captata censita dagli impianti, è calcolato sulla base dell'evoluzione temporale modellizzata da una cinetica del 1° ordine che descrive i processi di degradazione biologica del carbonio organico biodegradabile presente nelle diverse tipologie di materiale smaltito, rifiuti urbani (RU), rifiuti assimilabili agli urbani (RAU) e fanghi di depurazione civile (FDC).

Il dato di partenza è il contenuto di carbonio organico biodegradabile gassificabile  $C_{0,w}$  presente nella singola tipologia di rifiuto umido tal quale  $w$ .

Il carbonio biogassificabile per unità di massa di rifiuto è stato stimato sulla base della relazione:

$$C_0 = (SOSTorg-secca/100) * (Corg-secco/ SOSTorg-secca) * ((100-U)/100) * (fb/100) * (DOCf/100)$$

Il valore della costante di degradazione del rifiuto smaltito in discarica,  $k$ , viene stimato a partire dai valori di  $k$  delle singole frazioni merceologiche costituenti il rifiuto  $w$ , come media pesata, utilizzando come pesi i valori delle percentuali delle frazioni nel rifiuto

$$k_w = \sum_i k_{i,w} \cdot FM_i / 100$$

in cui  $k_{i,w}$  sono le costanti di generazione del carbonio per la frazione merceologica  $FM_i$  del rifiuto  $w$

Il carbonio prodotto nel generico anno  $t$  dal quantitativo di rifiuto di tipologia  $w$  depositato nell'anno è calcolato mediante l'espressione

$$C_{t,x,w} = k_w \cdot R_{x,w} \cdot C_{0,w} \cdot e^{-k_w(t-x)}$$

in cui

$C_{t,x,w}$  è il carbonio prodotto nel generico anno  $t$  dal quantitativo di rifiuto di tipologia  $w$  depositato nell'anno  $(t-1)$

$k_w$  è la costante cinetica di degradazione del rifiuto di tipologia  $w$

$R_{x,w}$  è l'ammontare di rifiuti di tipologia  $w$  smaltiti nell'anno  $x$

$C_{0,w}$  è il carbonio gassificabile per unità di massa di rifiuto di tipo  $w$  depositato nell'anno  $x$

t è l'anno generico per cui si stima la produzione di biogas

x è l'anno in cui i rifiuti vengono posti a discarica.

### 2.1.7. Modulo agricoltura

Il *modulo agricoltura* consente di stimare le emissioni per le colture fertilizzate.

Le emissioni sono stimate considerando il fabbisogno azotato (kg/ha) per singola coltura (derivato dal codice di buona pratica agricola, approvato con DM 19 aprile 1999) e sulla base di dati statistici, ovvero gli ettari di superficie agricola utilizzata dedicati alle diverse tipologie colturali e le quantità di azoto per provincia ricavate dai quantitativi di fertilizzanti azotati venduti, noti i tenori di azoto per tipologia di fertilizzante.

L'approccio seguito è stato di tipo bottom-up in quanto le SAU provinciali disponibili presso l'ufficio statistico regionale per l'anno di riferimento (2019) sono state riproporzionate a livello comunale secondo i risultati dell'ultimo censimento generale dell'agricoltura disponibile.

La stima emissiva per ogni inquinante i, attività a, fertilizzante f in ogni comune m, è effettuata applicando la seguente relazione:

$$E_{a,f,m,i} = FE_{f,i} * FERT\_DISTRIBUITO_{f,m,a}/1000$$

in cui  $FE_i$  è il fattore di emissione per l'inquinante i-esimo per ogni tipologia di fertilizzante f

$FERT\_DISTRIBUITO_{f,m,a}$  è la quantità di unità di azoto relativa al fertilizzante utilizzato per ogni attività a, per tipo di fertilizzante f in ogni comune m.

### 2.1.8. Modulo biogeniche

Il *modulo biogeniche* calcola le emissioni di isoprene, monoterpeni e altri composti organici volatili a livello comunale per effetto dell'attività fitologica e va a popolare parte dei macrosettori 10 e 11.

Le stime emissive tengono conto dell'influenza sulle diverse specie agro-forestali di alcuni parametri meteo (valori medi di temperatura, radiazione solare e umidità relativa per ogni ora del giorno e per ogni mese) caratteristici della fascia climatica a cui appartiene il singolo comune.

Il dato richiesto in input è costituito dalla superficie comunale occupata da ogni macrospecie, all'interno della quale sono accorpate più specie vegetali con diverso peso percentuale sul totale della macrospecie.

Le emissioni di isoprene dipendono oltre che dalla specie, da temperatura, radiazione solare e

umidità relativa; quelle di monoterpeni e altri COV dipendono per ogni specie solo dalla temperatura.

## 2.2. Fattori di emissione

I fattori di emissione permettono di valutare l'impatto emissivo delle diverse sorgenti a partire da indicatori specifici per ogni attività; per i processi di combustione ad esempio l'indicatore di attività è costituito dal consumo di combustibile, mentre per i processi industriali gli indicatori privilegiati sono la quantità di materia prima o di prodotto finito.

Come si è detto l'accuratezza della stima dipende fortemente dalla qualità dei dati disponibili, sia per quanto riguarda gli indicatori di attività sia per i fattori di emissione; la scelta dei fattori di emissione costituisce dunque un elemento fondamentale, in quanto ai fini della stima essi sintetizzano le conoscenze disponibili in merito all'emissione da valutare.

L'affinamento delle metodologie e dei relativi fattori di emissione risulta in continua evoluzione; per la compilazione dell'anno si è fatto riferimento all'edizione 2019 delle linee guida europee EMEP-EEA (Technical report No 13/2019), disponibile al seguente indirizzo:

<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

L'attività di recepimento e aggiornamento dei fattori di emissione è svolta nell'ambito del gruppo interregionale di INEMAR, tenendo presente le diverse specificità territoriali e con il coinvolgimento di ISPRA: può infatti accadere che i fattori di emissione disponibili in letteratura per talune attività non descrivano compiutamente il processo associato a particolari produzioni o tecnologie e in tal caso occorre una revisione o implementazione che tenga conto di situazioni specifiche (ciclo produttivo, mitigazioni implementate) al fine di restituire una stima più accurata.

### 3. Risultati

In questa sezione sono descritti dapprima i risultati principali a livello regionale per i macroinquinanti.

Informazioni più estese sulle fonti, la metodologia e i risultati a livello provinciale sono riportate nelle sezioni successive del documento per ogni macrosettore.

Gli inquinanti pubblicati sono i seguenti:

- Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)
- Polveri totali sospese (PTS)
- Polveri con diametro inferiore ai 10 micron (PM10)
- Polveri con diametro inferiore ai 2.5 micron (PM2.5)
- Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Monossido di carbonio (CO)
- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- Composti organici volatili ad esclusione del metano (COVnm)
- Benzo[a]pirene (BaP)
- Metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb)

Per le attività ed i settori analizzati si riportano in dettaglio le stime delle emissioni dei soli macroinquinanti mentre le emissioni dei microinquinanti considerati (metalli e BaP) sono riportate nella tabella riassuntiva posta alla fine del paragrafo di ogni macrosettore.

La consultazione dei risultati in forma completa è disponibile al seguente link:

[www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/archivio-inventario-inemar/inventario-emissioni](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/archivio-inventario-inemar/inventario-emissioni)

Le stime confermano che il riscaldamento domestico a biomassa (MS2) e il trasporto su strada (MS7) sono le fonti principali di emissioni legate all'inquinamento diretto da polveri, seguiti dalle attività produttive (MS4, MS3).

Alle emissioni di NO<sub>x</sub>, che sono importanti precursori della formazione di particolato e di ozono, contribuiscono il trasporto su strada (MS7) per il 53%, le altre sorgenti mobili (MS8), la combustione nell'industria (MS3) il riscaldamento (MS2) e la produzione di energia (MS1).

Il principale contributo (97%) alle emissioni di NH<sub>3</sub>, anch'esso precursore di particolato secondario, deriva dalle pratiche agricole e dalla zootecnia (MS10).

L'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (MS6) risulta il principale contributo

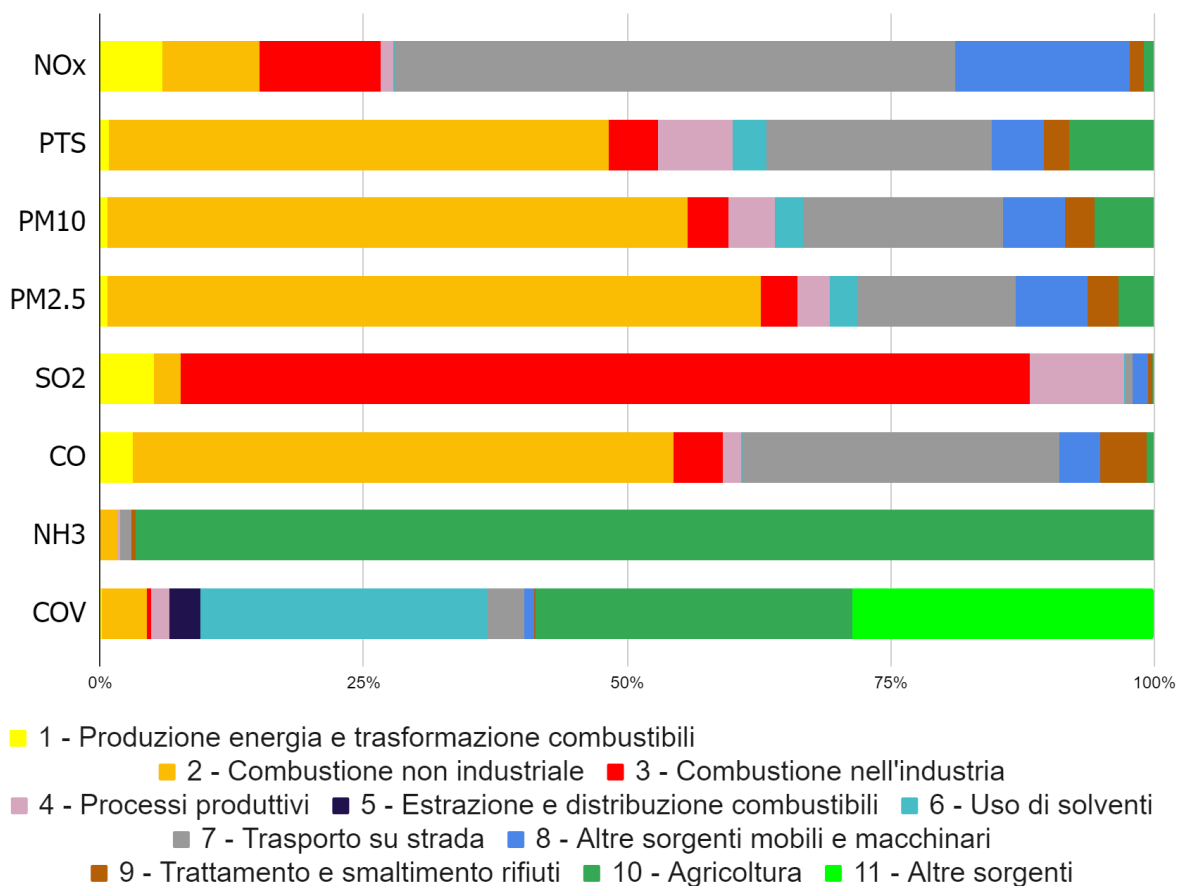
antropogenico alle emissioni di composti organici volatili (COVnm) precursori, assieme agli ossidi di azoto, di particolato secondario e ozono. È la produzione di COVnm di origine biogenica, da specie agricole e vegetazione (MS10 e MS11), però la fonte che contribuisce maggiormente alle emissioni di questo inquinante.

La combustione nell'industria (MS3) e i processi produttivi (MS4) risultano la fonte più rilevante di SO<sub>2</sub>, importante precursore della formazione di particolato secondario, anche a basse concentrazioni.

Il CO è emesso dalla combustione domestica (MS2) per circa il 50% e dai trasporti su strada (MS7) per il 30%.

In figura 3.1. e tabella successiva sono riportate le emissioni regionali stimate per il 2019 per i principali macroinquinanti, suddivise per macrosettore. I valori totali possono differire dalla somma dei valori totali di ciascun macrosettore a causa degli arrotondamenti all'unità.

<b>Fonti emissive principali</b>	<b>Contributo % sul totale degli inquinanti</b>
Combustione non industriale	55% del PM10 (di cui 99.5% da impianti domestici a biomassa) 9% degli NOx 51% del CO (di cui il 92% da impianti domestici a biomassa)
Trasporto su strada	19% del PM10 (di cui circa 30% da veicoli diesel e il 69% da usura) 53% degli NOx (di cui 95% da veicoli diesel) 4% dei COV (per il 39% emissioni evaporative di veicoli a benzina) 30% di CO
Combustione industriale	4% del PM10 11% degli NOx 81% dell'SO <sub>2</sub>
Produzione energia e trasformazioni combustibili	1% del PM10 6% degli NOx 5% dell'SO <sub>2</sub>
Allevamenti e coltivazioni	6% del PM10 1% degli NOx 97% di NH <sub>3</sub> (di cui 76% da reflui)



**Figura 3.1. Ripartizione percentuale delle stime emissive fra i diversi macrosettori.**

In riferimento ai diversi tipi di combustibile si rileva che il consumo del gasolio per autotrasporto (diesel) è responsabile di circa il 69% delle emissioni di NO<sub>x</sub>, mentre per il PM10 è preponderante l'apporto delle attività di combustione di legna e similari, dei diesel per autotrasporto, oltre ad usura di freni e pneumatici e abrasione strade che si verificano per tutti i mezzi di trasporto. A seguire sono riportati i risultati, arrotondati sempre all'unità.

<b>Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori</b>								
	<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM10 (t)</b>	<b>PM2.5 (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
MS1	3758	106	77	70	433	2805	12	238
MS2	5865	6379	6074	5923	216	45634	706	5152
MS3	7294	628	421	321	6788	4170	19	580
MS4	751	947	497	303	753	1590	113	1997
MS5	-	-	-	-	-	-	-	3669
MS6	69	431	292	256	5	19	2	33208
MS7	33813	2867	2087	1431	57	26819	489	4372
MS8	10484	665	654	643	127	3410	2	1061
MS9	871	320	307	285	37	3912	184	131
MS10	608	1086	632	324	14	709	43982	36781
MS11	-	-	-	-	-	-	-	34958
totali	63512	13429	11040	9556	8429	89068	45509	122147

MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili

MS2 - Combustione non industriale

MS3 - Combustione industriale

MS4 - Processi produttivi

MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili

MS6 - Uso di solventi

MS7 - Trasporto su strada

MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

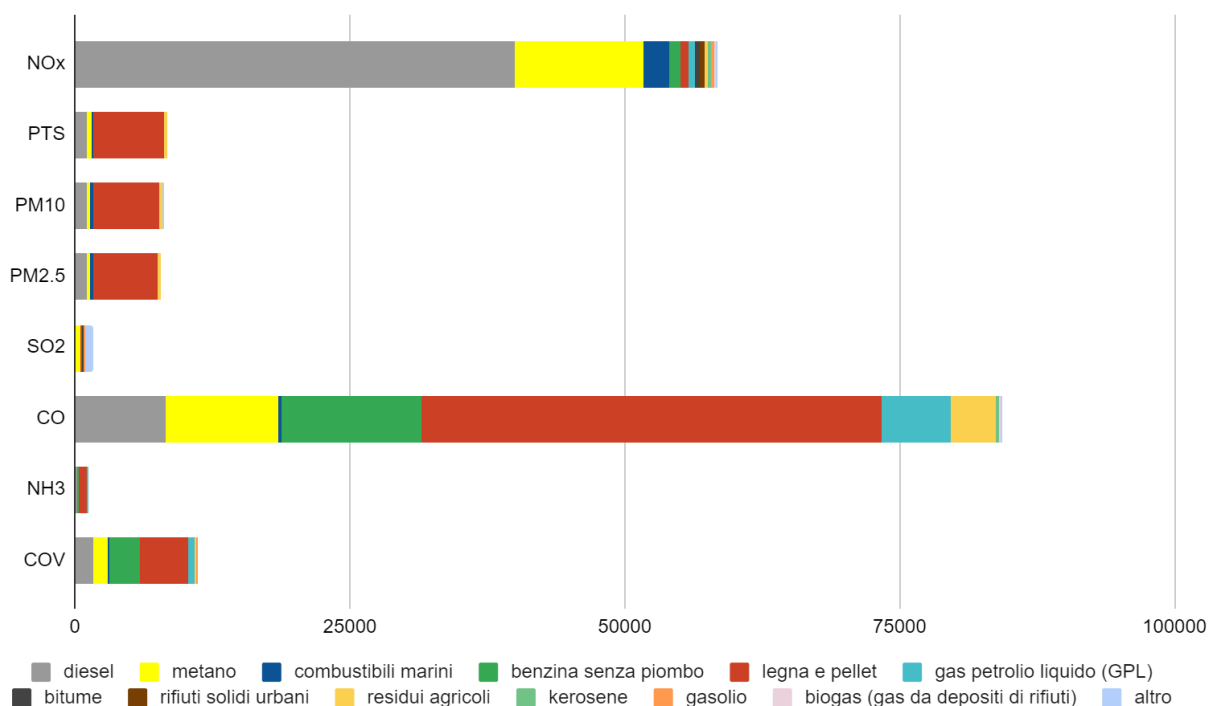
MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti

MS10 - Agricoltura

MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti

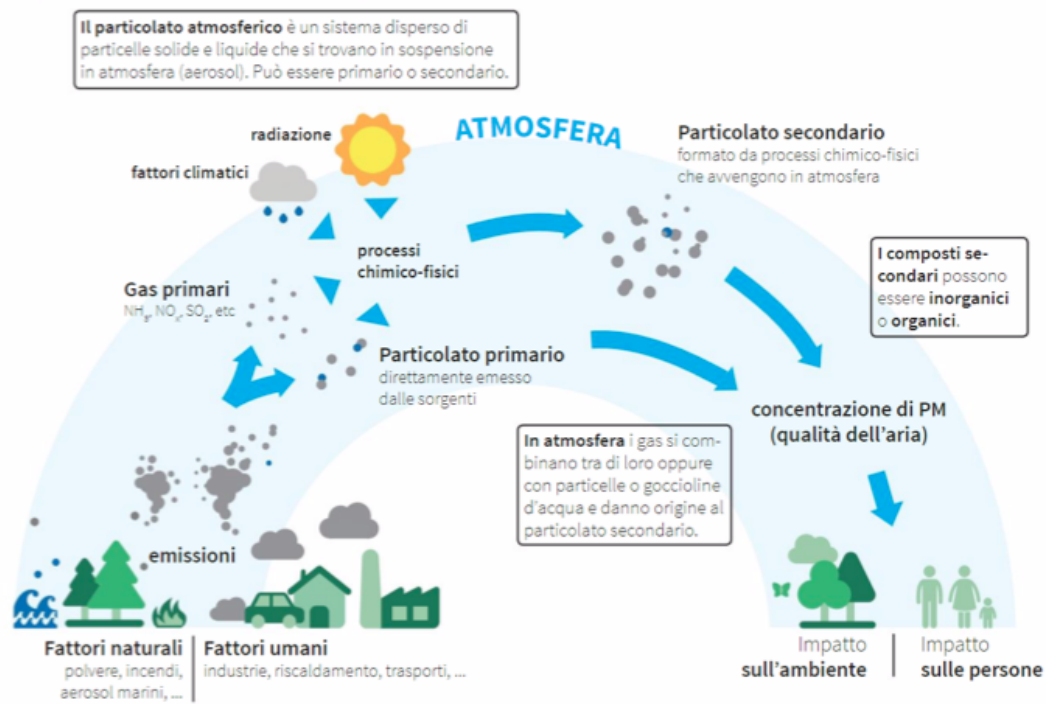
### Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi combustibili

	NOx (t)	PTS (t)	PM10 (t)	PM2.5 (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm(t)
diesel	40048	1063	1063	1063	69	8301	129	1688
metano	11659	391	342	332	373	10202	62	1311
combustibili marini	2289	226	215	204	80	294	0	157
benzina senza piombo	1015	19	19	19	11	12694	218	2778
legna e pellet	837	6350	6046	5895	144	41881	707	4429
gas petrolio liquido (GPL)	490	7	7	7	0	6217	104	548
bitume	459	2	1	1	47	18		24
rifiuti solidi urbani	411	3	3	3	15	66	11	19
residui agricoli	382	309	300	279	26	4081	5	85
kerosene	286	3	3	3	24	303		60
gasolio	272	22	21	20	162	38	0	10
biogas (gas da depositi di rifiuti)	130	0	0	0	3	148		23
altro	141	11	8	7	668	130	0	23
<b>totale</b>	<b>58420</b>	<b>8407</b>	<b>8029</b>	<b>7832</b>	<b>1623</b>	<b>84374</b>	<b>1235</b>	<b>11154</b>





**Figura 3.2. Ripartizione percentuale delle emissioni dei principali inquinanti per combustibil**



**Figura 3.3. Il particolato atmosferico primario e secondario**

A completamento di quanto sopra esposto si evidenzia che l'inventario delle emissioni rappresenta la stima degli inquinanti immessi direttamente in atmosfera, di origine naturale o antropica, ovvero dei cosiddetti 'inquinanti primari'.

Oltre a questi in atmosfera sono presenti inquinanti di origine secondaria che si formano a partire da altre sostanze immesse, definite precursori, attraverso processi di trasformazione chimico-fisici.

Per questo motivo per molti inquinanti non vi è un rapporto lineare tra emissioni e concentrazioni degli stessi in atmosfera e risulta quindi importante tenere in considerazione che l'inventario permette di valutare solamente una porzione limitata dell'origine dell'inquinamento, quella dovuta alla frazione primaria.

Ad esempio solo una parte dell'inquinamento da polveri è di origine primaria, ossia dovuta ai soli processi di trasporto e diffusione di polveri direttamente emesse dalle varie sorgenti inquinanti, mentre la parte più consistente (circa il 70%) è di origine secondaria, ovvero dovuta ai processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire dai precursori ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , COV) emessi da trasporti, agricoltura e comparto industriale.



## 3.1. Macrosettore 1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili

Il macrosettore 1 comprende le emissioni associate alla produzione di energia su ampia scala mediante processi di combustione controllata in caldaie, turbine a gas e motori stazionari.

Le emissioni associate alla produzione di energia elettrica popolano il settore 0101, quelle associate al teleriscaldamento il settore 0102, quelle associate alle raffinerie il settore 0103, quelle associate agli impianti di trasformazione di combustibili solidi il settore 0104 e quelle associate alla compressione di gas il settore 0105.

Le sorgenti classificate in questi settori sono state censite mediante il *modulo puntuali*, che permette di caratterizzare e geolocalizzare in modo dettagliato le attività come sopra descritto.

L'implementazione è stata svolta dalle sedi di Arpae.

### 3.1.1. Produzione di energia elettrica (0101)

Nell'inventario sono state stimate le emissioni prodotte da 34 impianti.

Per l'inserimento del dato emissivo annuale si è fatto riferimento ai dati di monitoraggio in continuo, ove presente, conteggiando anche i transitori di accensione, oppure si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale con flusso di massa maggiore.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella.3.1.1.

I risultati sono riportati in Tabella 3.1.1.2.

Tabella 3.1.1.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019

1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013, ET 2009/29/CE e D.Lgs. 30/2013

2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae

<b>Tabella 3.1.1.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute alla produzione di energia elettrica</b>							
<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
3494	101	74	67	399	2725	12	202

### **3.1.2. Teleriscaldamento (0102)**

Nell'inventario sono state stimate le emissioni prodotte da 11 impianti.

La metodologia e le fonti dati sono le stesse impiegate per il settore 0101.

Nei casi in cui il teleriscaldamento è associato alla produzione di energia elettrica le corrispondenti emissioni sono state interamente attribuite al settore 0101.

I risultati sono riportati in Tabella 3.1.2.1.

<b>Tabella 3.1.2.1. Stima emissioni di macroinquinanti da teleriscaldamento</b>							
<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
141	2	2	2	7	41	-	15

### **3.1.3. Raffinerie (0103)**

La stima comprende le emissioni prodotte da 1 impianto.

La metodologia e le fonti dati sono le stesse impiegate per il settore 0101.

I risultati sono riportati in Tabella 3.1.3.1.

<b>Tabella 3.1.3.1. Stima emissioni di macroinquinanti da raffinerie</b>							
<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
28	1	1	1	21	4	-	2

### **3.1.4. Compressori per tubazioni (0105)**

La stima comprende le emissioni prodotte da 5 impianti. La metodologia e le fonti dati sono le stesse impiegate per il settore 0101. I risultati sono riportati in Tabella 3.1.4.1.

<b>Tabella 3.1.4.1. Stima emissioni di macroinquinanti dovute a compressori per tubazioni</b>							
<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
95	3	1	1	6	34	-	19

## Stime provinciali e totali per il macrosettore 1

	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	596	8	8	8	9	1435	-	23
<b>Parma</b>	15	0	0	0	0	13	0	5
<b>Reggio Emilia</b>	45	0	0	0	2	14	-	8
<b>Modena</b>	26	0	-	-	1	16	-	-
<b>Bologna</b>	146	3	2	2	8	24	1	13
<b>Ferrara</b>	1042	35	9	3	120	112	1	4
<b>Ravenna</b>	1887	59	58	57	292	1191	10	185
<b>Forlì - Cesena</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Rimini</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>totali</b>	3758	106	77	70	433	2805	12	238

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	4	6	23	44	0
<b>Parma</b>	0	0	0	0	0
<b>Reggio Emilia</b>	0	0	0	0	0
<b>Modena</b>	-	-	-	-	-
<b>Bologna</b>	1	0	0	0	0
<b>Ferrara</b>	3	2	0	0	0
<b>Ravenna</b>	13	10	416	8	0
<b>Forlì - Cesena</b>	-	-	-	-	-
<b>Rimini</b>	-	-	-	-	-
<b>totali</b>	22	17	439	52	0

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

## 3.2. Macrosettore 2 - Combustione non industriale

Il macrosettore 2 comprende le emissioni associate ai processi di combustione di tipo non industriale e finalizzati alla produzione di calore (riscaldamento).

Le emissioni associate agli impianti commerciali ed istituzionali (edifici pubblici con grandi impianti di riscaldamento, impianti di riscaldamento di uffici o di locali di lavoro) popolano il settore 0201 e sono trattate mediante il *modulo puntuali* secondo la metodologia descritta per il macrosettore 1.

Nel settore 0201 ricadono anche le emissioni associate ai consumi di metano attribuibili al terziario stimate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate agli impianti residenziali (riscaldamento e processi di combustione domestici quali camini, stufe, ecc.) popolano il settore 0202 e sono stimate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate agli impianti agricoli quali impianti di riscaldamento di serre (settore 0203) non sono state considerate per carenza di dati.

### 3.2.1. Impianti commerciali ed istituzionali (0201)

Per l'inserimento del dato emissivo annuale degli impianti censiti nel *modulo puntuali* si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale con flusso di massa più alto.

La stima dell'emissione dei diversi inquinanti associata ai consumi di metano attribuibili al settore terziario è invece stata effettuata mediante il *modulo diffuse* applicando la seguente relazione

$$E_i = C * FE_i$$

in cui  $FE_i$  è il fattore di emissione per l'inquinante i-esimo e C è il consumo a livello comunale del metano attribuibile al settore terziario secondo la distribuzione stimata da ENEA.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.2.1.1.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.2.1.2. e 3.2.1.3.

<b>Tabella 3.2.1.1 Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
consumo di combustibile	GJ	comunale	Arpae <sup>(3)</sup>	2019
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	ENEA - Statistiche nazionali consumi <sup>(4)</sup>	2010
<p>1. Documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013</p> <p>2. <a href="http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/ambiti/">http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/ambiti/</a></p> <p>3. fornitura diretta da parte di Osservatorio energia - Arpae</p> <p>4. <a href="http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile">http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile</a></p>				

<b>Tabella 3.2.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti commerciali ed istituzionali</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
2351	14	13	13	37	1803	-	332

### 3.2.2. Impianti residenziali (0202)

La stima dell'emissione dei diversi inquinanti associata alle vendite/consumi di diversi combustibili (metano, gasolio, GPL, legna e similari) negli impianti residenziali è stata effettuata mediante il *modulo diffuse* applicando la seguente relazione

$$E_{i,j} = C_j * FE_{i,j}$$

in cui  $FE_{i,j}$  è il fattore di emissione per l'inquinante i-esimo e  $C_j$  è il consumo a livello comunale del combustibile j.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.2.1.1.

Si è fatto riferimento in particolare ai risultati dell'azione D3 del progetto PREPAIR ([www.lifeprepare.eu](http://www.lifeprepare.eu)) nell'ambito del quale sono stati stimati i consumi comunali per i diversi

vettori energetici e, per quanto riguarda l'utilizzo di biomasse legnose, anche il parco combustori comunale, con l'attribuzione delle categorie emissive (classificazione a stelle) corrispondenti alla vigente normativa.

A questo importante aggiornamento nella qualità dei dati si è affiancato quello dei fattori di emissione.

Per il metano il consumo a livello comunale attribuibile al settore terziario è stato stimato in base alla distribuzione riportata nelle statistiche nazionali dei consumi prodotte da ENEA.

I risultati sono riportati in Tabella 3.2.2.2.

<b>Tabella 3.2.2.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
metano distribuito	GJ	provinciale comunale	MISE - Bollettino petrolifero <sup>(1)</sup> Arpae – Osservatorio energia <sup>(2)</sup> progetto PREPAIR <sup>(3)</sup>	2019
GPL distribuito	GJ	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero <sup>(1)</sup> progetto PREPAIR <sup>(3)</sup>	2019
consumi legna	GJ	regionale comunale	indagine CATI/CAWI nell'ambito del progetto PREPAIR <sup>(3)</sup>	2019
tipologia impianti a legna	%	regionale comunale	indagine CATI/CAWI nell'ambito del progetto PREPAIR <sup>(3)</sup>	2019
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	ENEA - Statistiche nazionali consumi <sup>(4)</sup>	2010
1. <a href="http://dgsaie.mise.gov.it/bollettino-petrolifero">dgsaie.mise.gov.it/bollettino-petrolifero</a> 2. Fornitura diretta da parte di Osservatorio energia - Arpae 3. <a href="http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/10/D3_Report-sul-bilancio-energetico_Rev3_per_pubblicazione.pdf">www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/10/D3_Report-sul-bilancio-energetico_Rev3_per_pubblicazione.pdf</a> 4. <a href="http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile">www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile</a>				

<b>Tabella 3.2.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti commerciali ed istituzionali</b>							
NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
3513	6363	6059	5908	179	43831	706	4820

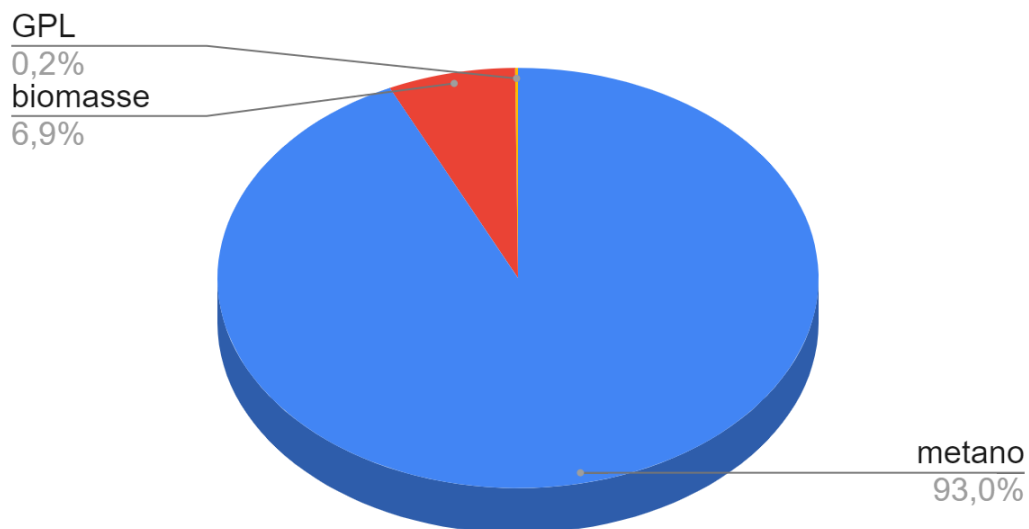


## Stime provinciali e totali per il macrosettore 2

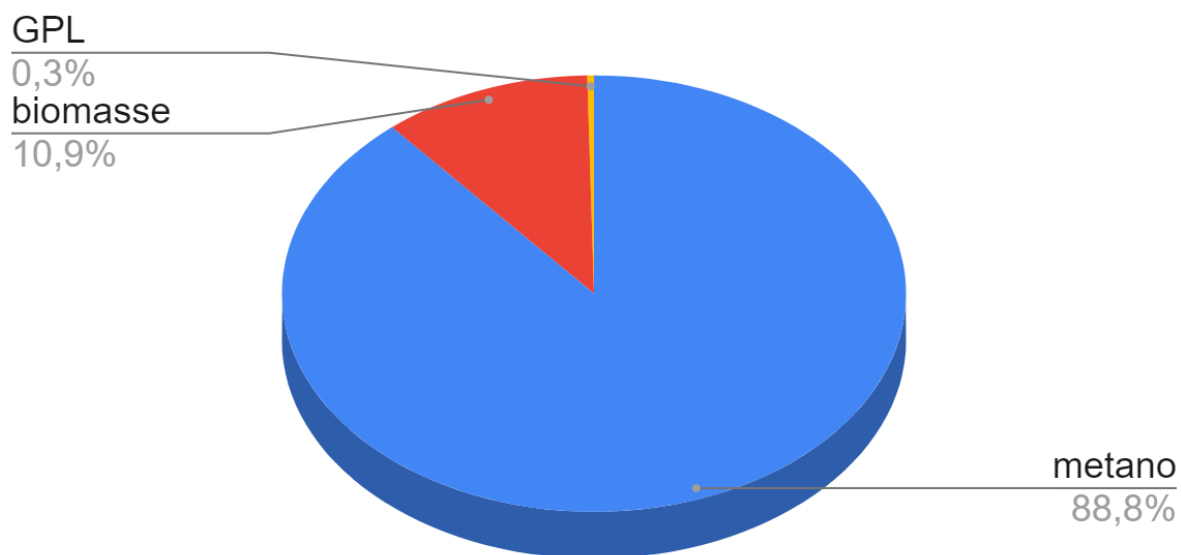
	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	360	584	556	542	17	4080	66	448
<b>Parma</b>	659	767	730	712	25	5447	86	613
<b>Reggio Emilia</b>	887	807	769	750	29	5901	89	673
<b>Modena</b>	943	1019	970	946	34	7311	112	826
<b>Bologna</b>	1265	1141	1087	1060	45	8230	126	946
<b>Ferrara</b>	406	369	351	343	13	2676	40	306
<b>Ravenna</b>	478	452	431	420	16	3268	49	374
<b>Forlì - Cesena</b>	453	646	615	600	19	4535	72	503
<b>Rimini</b>	413	594	566	552	18	4186	66	463
<b>totali</b>	5865	6379	6074	5923	216	45634	706	5152

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	1	15	2	32	99
<b>Parma</b>	2	20	3	41	129
<b>Reggio Emilia</b>	3	21	3	44	138
<b>Modena</b>	3	26	4	54	174
<b>Bologna</b>	4	29	5	61	190
<b>Ferrara</b>	1	10	1	20	64
<b>Ravenna</b>	2	12	2	24	78
<b>Forlì - Cesena</b>	2	17	3	35	110
<b>Rimini</b>	1	15	2	32	101
<b>totali</b>	20	165	25	343	1083

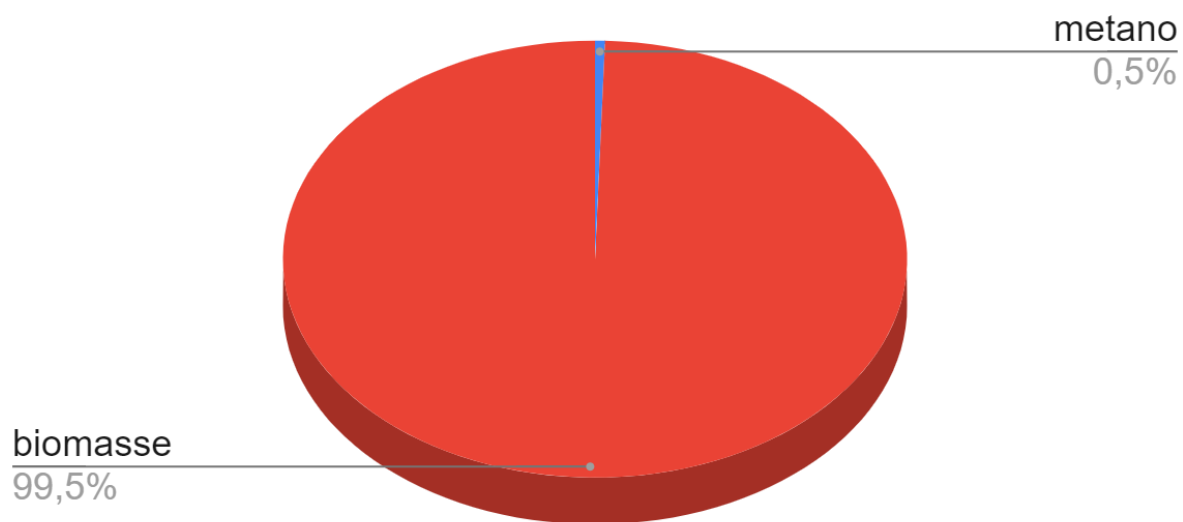
I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.



**Figura 3.2.1. Ripartizione percentuale dei consumi fra i diversi combustibili per il MS2**



**Figura 3.2.2. Contributo dei diversi combustibili all'emissione di NOx per il MS2**



**Figura 3.2.3. Contributo dei diversi combustibili all'emissione di PM<sub>10</sub> per il MS2**

### 3.3. Macrosettore 3 - Combustione industriale

Il macrosettore 3 comprende le emissioni associate ai processi di combustione per la produzione in loco di energia necessaria all'attività industriale. Le emissioni dovute alla combustione in caldaie, turbine e motori a combustione interna popolano il settore 0301, quelle dovute ai forni di processo senza contatto il settore 0302, quelle dovute ai processi di combustione con contatto (ad es. fonderie, cementifici, ceramiche) il settore 0303.

Le sorgenti rilevanti sono state censite mediante il modulo puntuali analogamente a quanto fatto per il macrosettore 1. Nell'inventario sono state stimate le emissioni prodotte da circa 370 impianti, alcuni dei quali includono nel loro ciclo produttivo anche più di una attività.

Per l'inserimento puntuale del dato emissivo annuale si è fatto riferimento ai dati di monitoraggio in continuo, ove presenti, oppure si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo con flusso di massa maggiore, mentre la quota residua di emissioni provenienti dagli stabilimenti non censiti è stata valutata mediante l'impiego del modulo diffuse, scorporando i consumi dei diversi combustibili già inseriti nelle sorgenti puntuali:

- per il metano, al quantitativo ad uso industriale distribuito in ogni provincia è stato sottratto il contributo delle sorgenti puntuali ed il residuo è stato ripartito in base alle superfici a destinazione industriale per comune;
- per altri combustibili quali gasolio, olio combustibile, GPL, tenuto conto che in talune province vi sono grossi rivenditori con bacino di utenza sovraprovinciale, una volta effettuato lo scorporo dei consumi puntuali, si è disaggregato il quantitativo regionale residuo sempre sulla base delle superfici a destinazione industriale per comune.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.3.1.

I risultati complessivi sono riportati al termine di questo capitolo.

<b>Tabella 3.3.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019

1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013, ET 2009/29/CE e D.Lgs. 30/2013  
2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae

## Stime provinciali e totali per il macrosettore 3

	NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	1383	49	18	13	136	1331	2	88
<b>Parma</b>	471	20	17	14	123	64	-	27
<b>Reggio Emilia</b>	1098	115	79	69	1774	262	1	66
<b>Modena</b>	1534	237	156	128	3575	803	11	249
<b>Bologna</b>	401	66	59	51	457	1037	0	32
<b>Ferrara</b>	1576	79	46	22	206	491	4	41
<b>Ravenna</b>	473	42	37	16	420	79	0	59
<b>Forlì - Cesena</b>	276	13	4	4	57	54	-	3
<b>Rimini</b>	80	6	6	5	39	50	-	15
<b>totali</b>	7294	628	421	321	6788	4170	19	580

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	25	10	23	126	0
<b>Parma</b>	2	1	13	49	0
<b>Reggio Emilia</b>	3	8	30	233	0
<b>Modena</b>	14	87	64	608	1
<b>Bologna</b>	3	2	23	128	0
<b>Ferrara</b>	3	1	11	14	0
<b>Ravenna</b>	1	2	9	79	0
<b>Forlì - Cesena</b>	1	0	6	1	0
<b>Rimini</b>	0	1	7	431	0
<b>totali</b>	52	112	186	1669	3

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

### 3.4. Macrosettore 4 - Processi produttivi

Il macrosettore 4 comprende i processi industriali non legati alla combustione, suddivisi nei seguenti settori:

- 0401 processi nell'industria petrolifera
- 0402 processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone
- 0403 processi nelle industrie di metalli non ferrosi
- 0404 processi nelle industrie chimiche inorganiche
- 0405 processi nelle industrie chimiche organiche
- 0406 processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti, bevande e altro

Le sorgenti classificate in questi settori sono state censite mediante il *modulo puntuali*.

Per l'inserimento del dato emissivo annuale si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale con flusso di massa più elevato o sulla base del limite autorizzato opportunamente ridotto secondo coefficienti calcolati sulla scorta degli autocontrolli sistematizzati nella banca dati della Sezione di Ravenna.

La stima comprende le emissioni prodotte da 486 impianti alcuni dei quali includono nel loro ciclo produttivo anche più di una attività.

Considerato l'elevato numero di aziende inserite e le caratteristiche delle attività presenti sul territorio regionale, si ritiene che la stima effettuata in modo puntuale con approccio bottom-up sia sufficientemente rappresentativa del carico emissivo prodotto dal macrosettore 4. L'implementazione a cura delle sedi Arpae ha permesso una raccolta approfondita dei dati ed una analisi dettagliata dei cicli produttivi di numerose aziende, consentendo come per le precedenti compilazioni (2013, 2015 e 2017), una puntuale ripartizione nelle triplete SNAP effettivamente rispondenti all'attività produttiva e l'attribuzione delle relative emissioni a partire da dati misurati.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.4.1.

I risultati sono riportati al termine di questo capitolo.

<b>Tabella 3.4.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup> Frazione del limite autorizzato <sup>(1)</sup>	2019
quantità prodotta	dipendente dall'indicatore	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
<p>1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013, ET 2009/29/CE e D.Lgs. 30/2013</p> <p>2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae</p>				

## Stime provinciali e totali per il macrosettore 4

	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	0	10	2	1	92	0	0	7
<b>Parma</b>	8	21	12	11	0	1	-	566
<b>Reggio Emilia</b>	22	130	68	29	28	28	3	221
<b>Modena</b>	10	241	129	45	3	8	10	43
<b>Bologna</b>	21	105	36	24	19	434	29	35
<b>Ferrara</b>	83	261	168	128	67	503	62	794
<b>Ravenna</b>	547	156	68	55	506	612	7	271
<b>Forlì - Cesena</b>	40	14	9	8	36	2	3	56
<b>Rimini</b>	20	9	5	1	2	3	-	-
<b>totali</b>	751	947	497	303	753	1590	113	1992

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	0	1	5	119	-
<b>Parma</b>	5	5	50	27	-
<b>Reggio Emilia</b>	14	0	72	29	7
<b>Modena</b>	0	75	118	20	15
<b>Bologna</b>	0	3	14	3	26
<b>Ferrara</b>	0	0	5	0	-
<b>Ravenna</b>	1	1	265	55	-
<b>Forlì - Cesena</b>	-	11	8	-	-
<b>Rimini</b>	0	0	0	1	7
<b>totali</b>	21	96	536	253	54

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.



### 3.5. Macrosettore 5 - Estrazione e distribuzione combustibili

Il macrosettore 5 comprende le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore.

Le emissioni associate all'estrazione, primo trattamento e caricamento di combustibili gassosi popolano il settore 0503 e sono state censite mediante il *modulo puntuali*. Per l'inserimento del dato emissivo annuale si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale con flusso di massa maggiore.

Le emissioni associate alla distribuzione di benzine popolano il settore 0505 e sono stimate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate alle reti di distribuzione del gas popolano il settore 0506 e sono anch'esse stimate mediante il *modulo diffuse*.

Altre emissioni associate all'estrazione e distribuzione di altri combustibili non sono state considerate.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.5.1.

I risultati sono riportati al termine di questo capitolo.

<b>Tabella 3.5.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
quantità estratta	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
benzina venduta	tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero <sup>(3)</sup>	2019
numero distributori	Numero	comunale	Archivio ASIA - ISTAT <sup>(4)</sup>	2019
metano distribuito	m <sup>3</sup>	provinciale comunale	MISE - Bollettino petrolifero <sup>(5)</sup> Progetto PREPAIR <sup>(6)</sup>	2019 2019
1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013 2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae 3. <a href="http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp">http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp</a> 4. fornitura diretta da parte di ISPRA 5. <a href="http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp">dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp</a> 6. <a href="http://www.lifeprepareu">www.lifeprepareu</a>				

## Stime provinciali e totali per il macrosettore 5

	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	-	-	-	-	-	-	-	223
<b>Parma</b>	-	-	-	-	-	-	-	387
<b>Reggio Emilia</b>	-	-	-	-	-	-	-	522
<b>Modena</b>	-	-	-	-	-	-	-	523
<b>Bologna</b>	-	-	-	-	-	-	-	802
<b>Ferrara</b>	-	-	-	-	-	-	-	296
<b>Ravenna</b>	-	-	-	-	-	-	-	329
<b>Forlì - Cesena</b>	-	-	-	-	-	-	-	296
<b>Rimini</b>	-	-	-	-	-	-	-	291
<b>totali</b>	-	-	-	-	-	-	-	3669

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	-	-	-	-	-
<b>Parma</b>	-	-	-	-	-
<b>Reggio Emilia</b>	-	-	-	-	-
<b>Modena</b>	-	-	-	-	-
<b>Bologna</b>	-	-	-	-	-
<b>Ferrara</b>	-	-	-	-	-
<b>Ravenna</b>	-	-	-	-	-
<b>Forlì - Cesena</b>	-	-	-	-	-
<b>Rimini</b>	-	-	-	-	-
<b>totali</b>	-	-	-	-	-

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

### 3.6. Macrosettore 6 - Uso di solventi

Il macrosettore 6 comprende le emissioni prodotte dalle attività che prevedono l'utilizzo di prodotti contenenti solventi o la loro produzione.

Le emissioni associate alla verniciatura (industriale e non) popolano il settore 0601, quelle associate allo sgrassaggio, pulitura a secco e componentistica elettronica il settore 0602, quelle dovute alla produzione e lavorazione di prodotti chimici (sintesi di prodotti farmaceutici, vernici, colle, soffiatura di plastiche ed asfalto) il settore 0603, altri usi di solventi il settore 0604 (industrie della stampa e della fotografia, uso domestico).

Tali emissioni sono stimate sia mediante il *modulo puntuali* a partire dall'elaborazione dei dati disponibili a seguito di procedure autorizzative con metodologia analoga a quella descritta per i macrosettori precedenti, sia mediante il *modulo diffuse* in quanto una quantità significativa di solventi è introdotta in atmosfera anche da emissioni non convogliate e da attività a ridotto inquinamento atmosferico.

La stima delle emissioni mediante il *modulo diffuse*, a causa dell'indisponibilità di indicatori di attività a dettaglio comunale, è stata operata con approccio di tipo top – down, utilizzando indicatori di attività a livello nazionale, quali il consumo di vernice, di solventi, di inchiostro o la quantità di materiale lavorata o prodotta, resi disponibili da ISPRA. I dati di attività sono stati poi disaggregati a livello comunale mediante opportune variabili *proxy*, quali il numero di addetti per unità locale per categoria produttiva ATECO2007 o il numero di aziende. La compilazione dell'inventario 2019 ha visto l'utilizzo dei dati dell'archivio ASIA degli addetti per unità locale del 2018, come variabile *proxy* per la disaggregazione a livello comunale degli indicatori di attività.

Nel caso di applicazioni domestiche di vernici e di uso domestico di solventi, gli indicatori di attività a livello nazionale sono stati ripartiti al dettaglio comunale mediante dati di popolazione residente.

Per l'attività di pulitura a secco, non essendo noto il quantitativo di solvente utilizzato, la stima delle emissioni è stata effettuata a partire dal consumo medio di solvente per macchina di pulizia a secco a ciclo chiuso (258 kg/anno), utilizzato anche da ISPRA, dedotto da uno studio ENEA/USL-RMA (ENEA/USL-RMA, 1995). Ipotizzando l'uso di una macchina per azienda (anche se alcune ne hanno più di una), in base al numero di aziende presenti sul territorio comunale, è stato calcolato il consumo medio comunale.

Le fonti dati sono riportate in Tabella 3.6.1.

I risultati complessivi sono riportati al termine di questo capitolo.

<b>Tabella 3.6.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata	tonnellate / kg tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata quantità lavorata	tonnellate tonnellate m <sup>2</sup>	nazionale	ISPRA <sup>(3)</sup>	2019
popolazione residente	unità	comunale	ISTAT <sup>(4)</sup>	2019
numero addetti, numero aziende	unità	comunale	Archivio ASIA - ISTAT <sup>(4)</sup>	2019
1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013 2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae 3. fornitura diretta da parte di ISPRA 4. fornitura diretta su richiesta da parte del Servizio statistica, comunicazione, sistemi informativi geografici, partecipazione della regione Emilia Romagna				

### 3.6.1. Verniciatura (0601)

Questo settore comprende le attività di verniciatura di autoveicoli, rivestimenti, imbarcazioni, legno, in edilizia e gli usi non industriali. I risultati sono riportati in Tabella 3.6.1.1.

<b>Tabella 3.6.1.1. Stima emissioni di macroinquinanti per la verniciatura</b>							
NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
14	257	170	170	3	13	1	14038

### 3.6.2. Sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica (0602)

I risultati sono riportati in Tabella 3.6.2.1.

<b>Tabella 3.6.2.1. Stima emissioni di macroinquinanti per sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica.</b>							
<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
-	29	28	28	-	-	-	41

### 3.6.3. Produzione o lavorazione di prodotti chimici (0603)

Questo settore comprende le attività di produzione e lavorazione di poliestere, cloruro di polivinile, schiuma di poliuretano e polistirolica, vernici, inchiostri, colle, lavorazione della gomma, sintesi di prodotti farmaceutici, soffiatura di asfalto, finiture tessili e conciatura di pelli.

I risultati sono riportati in Tabella 3.6.3.1.

<b>Tabella 3.6.3.1. Stima emissioni di macroinquinanti per produzione o lavorazione di prodotti chimici</b>							
<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
27	113	68	49	1	1	1	6770

### 3.6.4. Altro uso di solventi e relative attività (0604)

Questo settore comprende attività varie fra cui industria della stampa, estrazione di grassi e oli, applicazione di colle e adesivi, e uso domestico di solventi.

I risultati sono riportati in Tabella 3.6.4.1.

<b>Tabella 3.6.4.1. Stima emissioni di macroinquinanti per altro uso di solventi e relative attività</b>							
<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
29	31	25	9	1	5	0	12364

## Stime provinciali e totali per il macrosettore 6

	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	1	10	7	6	0	12	-	2543
<b>Parma</b>	10	23	16	14	0	6	0	2883
<b>Reggio Emilia</b>	13	54	40	36	1	0	1	4152
<b>Modena</b>	18	66	42	34	0	-	1	5035
<b>Bologna</b>	8	130	85	75	0	0	0	6498
<b>Ferrara</b>	3	61	40	37	0	1	0	3120
<b>Ravenna</b>	16	17	12	9	2	-	-	3048
<b>Forlì - Cesena</b>	0	49	34	31	0	-	-	3672
<b>Rimini</b>	0	21	16	14	0	-	-	2261
<b>totali</b>	69	431	292	256	5	19	2	33213

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	-	0	0	0	-
<b>Parma</b>	-	0	0	0	-
<b>Reggio Emilia</b>	-	0	0	0	-
<b>Modena</b>	-	0	3	0	-
<b>Bologna</b>	-	0	0	0	-
<b>Ferrara</b>	-	0	0	0	-
<b>Ravenna</b>	-	0	0	0	-
<b>Forlì - Cesena</b>	-	0	0	0	-
<b>Rimini</b>	-	0	0	0	-
<b>totali</b>	-	1	3	0	-

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

### 3.7. Macrosettore 7 - Trasporto su strada

Il macrosettore 7 include tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli commerciali leggeri e pesanti, ai motocicli, ciclomotori e agli altri mezzi di trasporto su gomma, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico sia quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.

La stima è stata svolta avvalendosi dei *moduli traffico lineare e traffico diffuso*.

Le fonti dati sono riportate sinteticamente in Tabella 3.7.1.

Per dettagli sulle importanti novità intervenute nei dati di input vedasi il par. 2.1.3.

Le consistenze di automobili, veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti per categoria Euro e combustibili sono riportate nelle Tabelle 3.7.2., 3.7.3 e 3.7.4

I risultati per attività e per tipo di combustibile sono riportati nelle Tabelle 3.7.5., 3.7.6, 3.7.7, 3.7.8, 3.7.9, 3.7.10, 3.7.11 e 3.7.12. I risultati complessivi sono riportati al termine di questo capitolo.

<b>Tabella 3.7.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
composizione parco circolante	numero veicoli per tipo veicolo, combustibile, cilindrata, categoria euro	regionale	ACI <sup>(1)</sup> MIT <sup>(2)</sup>	2019
grafo (elenco archi)	lunghezza, capacità, velocità, flussi per tipo veicolo riferito ad un'ora di riferimento	regionale	Regione Emilia Romagna <sup>(3)</sup>	2019
curve di deflusso	-	regionale	Regione Emilia Romagna <sup>(3)</sup>	2019
profilo temporale	-	regionale	Regione Emilia Romagna <sup>(3)</sup>	2019
consumo combustibile	tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero <sup>(4)</sup> Regione Emilia Romagna <sup>(5)</sup>	2019
1. Tutti i veicoli tranne ciclomotori fonte ACI, elaborato da ARPA Lombardia 2. Ciclomotori, fornitura tramite ISPRA 3. Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio 4. <a href="http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp">http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp</a> 5. Settore Turismo, Commercio, Economia urbana, Sport Regione Emilia Romagna				

<b>Tabella 3.7.2. Parco automobili per categoria euro e tipo di carburante</b>							
Categoria Euro	benzina verde	diesel	elettrico	GPL	ibrida	metano	totali
Conventional		23952		17155		9147	50254
ECE 15/04	144183						144183
Euro 1 - 91/441/EEC	37527	7386		4539		2442	51894
Euro 2 - 94/12/EC	132983	43162		12698		8878	197721
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	133238	146354		12376		11532	303500
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	326365	264719		114193	363	76087	781727
Euro 5 - EC 715/2007	156919	317698		67408	4373	55956	602354
Euro 6 - EC 715/2007	254900	368975		90752	23451	46872	784950
Elettrico			1543				
<b>Totali</b>	<b>1186115</b>	<b>1172246</b>	<b>1543</b>	<b>319121</b>	<b>28187</b>	<b>210914</b>	<b>2918126</b>

<b>Tabella 3.7.3. Parco veicoli commerciali leggeri per categoria euro e tipo di carburante</b>					
Categoria Euro	benzina verde	diesel	GPL	metano	totali
Conventional	3805	29104	917	653	34479
Euro 1 - 93/59/EEC	1207	19128	322	189	20846
Euro 2 - 96/69/EC	1887	41712	232	293	44124
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	1788	64172	355	1114	67429
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	1905	62820	1804	6073	72602
Euro 5 - EC 715/2007	786	49863	878	4483	56010
Euro 6 - EC 715/2007	1367	51116	1841	4520	58844
<b>totali</b>	<b>12745</b>	<b>317915</b>	<b>6349</b>	<b>17325</b>	<b>354334</b>



**Tabella 3.7.4. Parco veicoli commerciali pesanti per categoria euro e tipo di carburante**

Categoria Euro	benzina verde	diesel	elettrico	metano	totali
Conventional		14212			14212
EEV				586	586
Euro 1 - 91/542/EEC Stage I		3650		1	3651
Euro 2 - 91/542/EEC Stage II		9725		86	9811
Euro 3 – 1999/96/EC Step 1		14984		21	15005
Euro 4 - 1999/96/EC Step 2		3488			3488
Euro 5 - 1999/96/EC Step 3		13446			13446
Euro 6 – Reg EC 595/2009		12330			12330
Elettrico	582		165		747
totali	582	71835	165	694	73276

**Tabella 3.7.5. Stima emissioni di macroinquinanti per automobili (0701)**

NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
15792	1761	1235	792	38	21590	449	1701

**Tabella 3.7.6. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli commerciali leggeri (0702)**

NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
5263	337	264	196	7	1439	20	168

**Tabella 3.7.7. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli commerciali pesanti (0703)**

NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
12750	765	584	439	12	3354	20	638

**Tabella 3.7.8. Stima emissioni di macroinquinanti per ciclomotori (0704)**

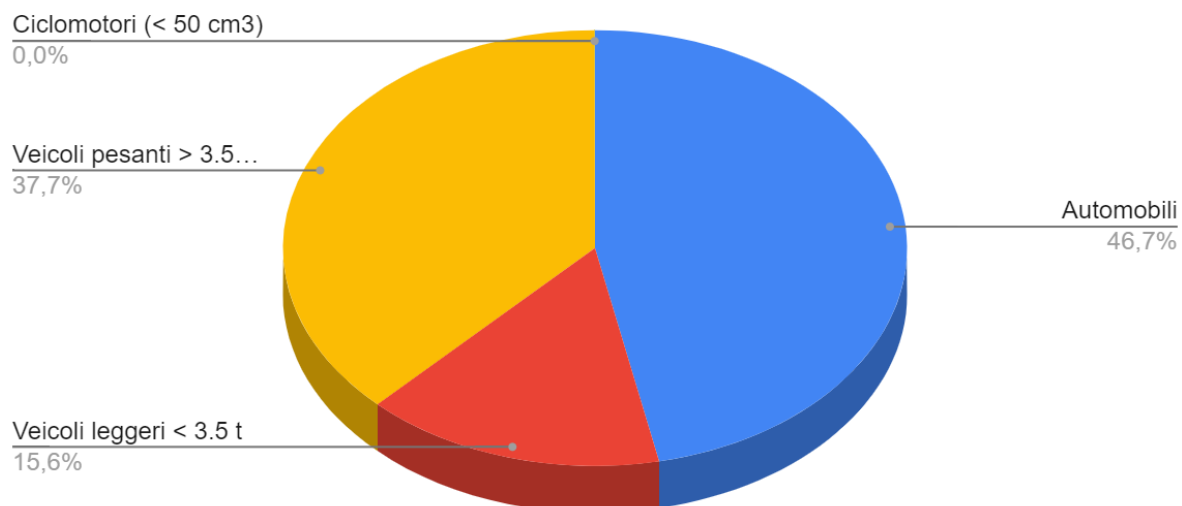
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
4	3	3	3	0	229	0	130

<b>Tabella 3.7.9. Stima emissioni di macroinquinanti per motocicli (0705)</b>							
<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
4	1	1	1	0	207	0	43

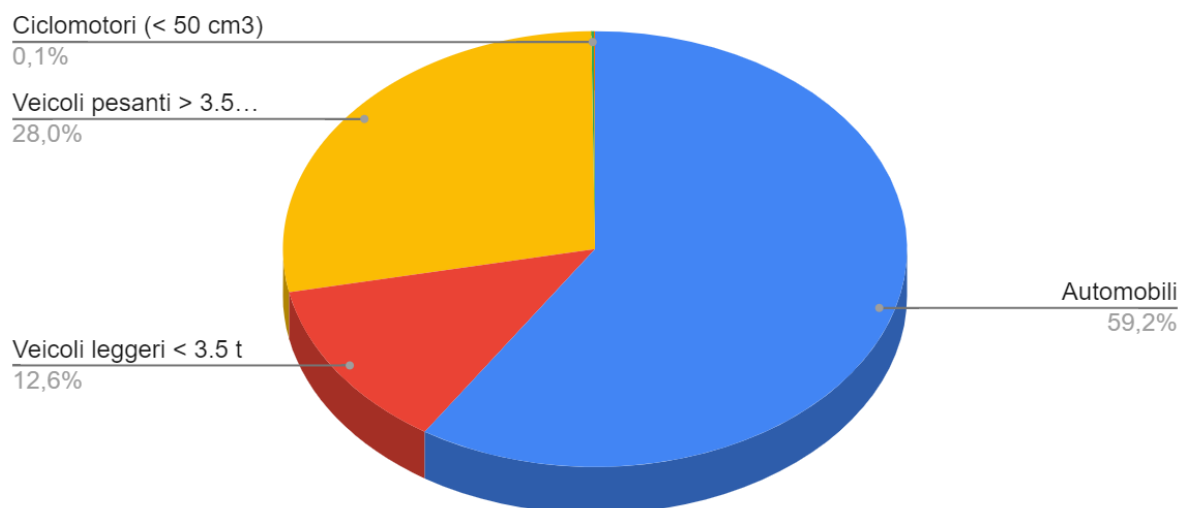
<b>Tabella 3.7.10. Stima emissioni evaporative per veicoli a benzina (0706)</b>	
<b>COVnm (t)</b>	
1692	

<b>Tabella 3.7.11. Stima emissioni di macroinquinanti per tipologia di combustibile</b>								
<b>combustibile</b>	<b>NOx (t)</b>	<b>PTS (t)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> (t)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>CO (t)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t)</b>	<b>COVnm (t)</b>
benzina	1014	19	19	19	11	12498	218	2744
metano	181	2	2	2	0	2423	41	204
GPL	478	7	7	7	0	6214	104	547
diesel	32140	628	628	628	45	5684	127	877
usura e freni	-	2211	1430	775	-	-	-	-

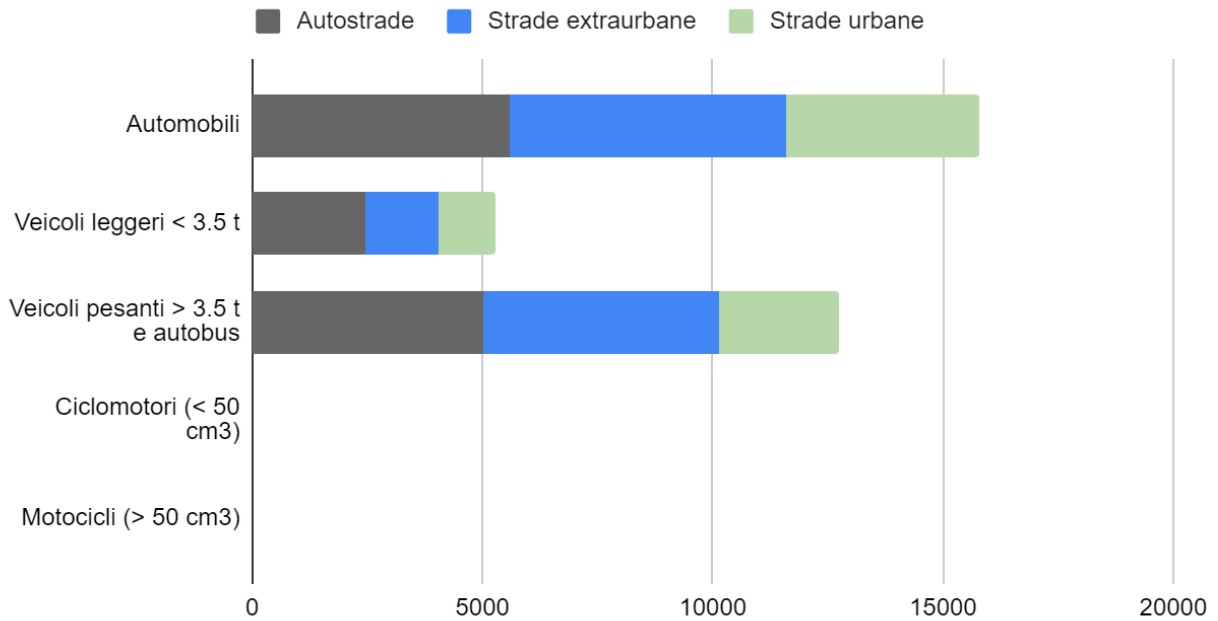
<b>Tabella 3.7.12. Stima emissioni di microinquinanti per tipologia di combustibile</b>					
<b>combustibile</b>	<b>As (kg)</b>	<b>Cd (kg)</b>	<b>Ni (kg)</b>	<b>Pb (kg)</b>	<b>BaP (kg)</b>
benzina	-	6	7	19	3
metano	-	1	2	-	1
GPL	-	4	4	-	0
diesel	-	18	20	118	80
usura e freni	38	15	192	3270	3



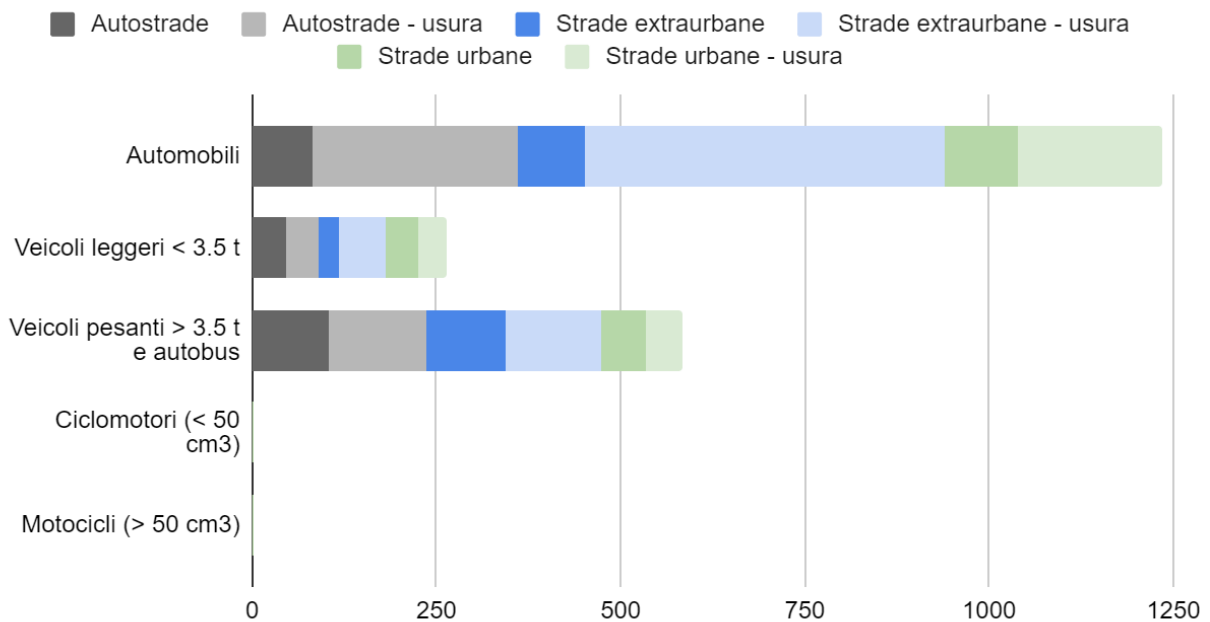
**Figura 3.7.1. Ripartizione percentuale dei contributi delle diverse tipologie di veicoli all'emissione di NO<sub>x</sub>**



**Figura 3.7.2. Ripartizione percentuale dei contributi delle diverse tipologie di veicoli all'emissione di PM<sub>10</sub>**



**Figura 3.7.3. Ripartizione dei contributi delle diverse tipologie di veicoli e ambiti di percorrenza all'emissione di NOx**



**Figura 3.7.4. Ripartizione dei contributi delle diverse tipologie di veicoli e ambiti di percorrenza all'emissione di PM<sub>10</sub>**

## Stime provinciali e totali per il macrosettore 7

	NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	2691	218	157	109	4	2318	45	309
<b>Parma</b>	3814	320	232	160	6	3012	57	454
<b>Reggio Emilia</b>	3719	327	238	162	6	2896	54	512
<b>Modena</b>	5325	454	333	227	9	4109	71	692
<b>Bologna</b>	8232	700	508	348	14	6492	122	1003
<b>Ferrara</b>	2185	195	143	97	4	1746	32	329
<b>Ravenna</b>	2543	222	163	111	4	1984	35	365
<b>Forlì - Cesena</b>	2992	250	181	125	5	2367	43	393
<b>Rimini</b>	2312	181	133	93	4	1895	30	315
<b>totali</b>	33813	2867	2087	1431	27	26819	489	4372

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	3	3	16	229	7
<b>Parma</b>	4	5	24	367	10
<b>Reggio Emilia</b>	4	5	26	399	10
<b>Modena</b>	6	7	37	572	14
<b>Bologna</b>	9	11	55	824	22
<b>Ferrara</b>	3	3	16	252	6
<b>Ravenna</b>	3	3	18	279	7
<b>Forlì - Cesena</b>	3	4	18	276	8
<b>Rimini</b>	2	3	14	211	5
<b>totali</b>	38	45	225	3407	87

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

## 3.8. Macrosettore 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

Il macrosettore 8 comprende le emissioni prodotte dal traffico aereo, marittimo, dall'uso di mezzi a motore al di fuori della rete stradale, dai trasporti ferroviari e sulle vie di navigazione interne.

Le emissioni associate ai trasporti ferroviari, sulle poche linee in regione non ancora elettrificate, popolano il settore 0802 (ferrovie) e sono calcolate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate alle attività portuali concernono unicamente i movimenti in porto e popolano il settore 0804 (attività marittime). Le stime derivano dall'applicazione del *modulo porti* e sono state confrontate coi risultati del software BUH, messo a punto da ARPA Veneto ed impiegato nell'ambito di una convenzione con ISPRA e varie ARPA.

Le emissioni associate alle attività aeroportuali popolano il settore 0805 (traffico aereo) e sono calcolate mediante il *modulo aeroporti*.

Le emissioni associate ai mezzi a motore impiegati in agricoltura popolano il settore 0806 (agricoltura) e sono calcolate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni dovute al traffico navale sulle vie fluviali non sono state considerate in quanto sono risultate non rilevanti sulla base dei dati raccolti preliminarmente alla compilazione.

### 3.8.1. Ferrovie (0802)

Per la stima delle emissioni dovute al trasporto ferroviario si è considerato il contributo delle linee non ancora elettrificate mentre non è stato considerato l'utilizzo di mezzi di servizio e manutenzione.

Il consumo di gasolio a livello comunale è stato stimato sulla base dell'estensione delle linee e del numero di treni ivi circolanti noto il consumo medio per km; tale dato è stato implementato nel modulo *diffuse* per ottenere la stima dei diversi inquinanti applicando la relazione:

$$E_i = C * FE_i$$

in cui  $FE_i$  è il fattore di emissione per l'inquinante  $i$ -esimo e  $C$  è il consumo di gasolio per comune.

Le fonti dati sono riportate in Tabella 3.8.1.1.

I risultati sono riportati in Tabella 3.8.1.2.

<b>Tabella 3.8.1.1 Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
lunghezza linee ferroviarie non elettrificate	km	comunale	Arpae servizio cartografico <sup>(1)</sup>	2019
numero treni		comunale	Orario Tper <sup>(2)</sup>	2019
consumo gasolio per km	l/km	regionale	ARPAV <sup>(3)</sup>	2013
1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale 2. <a href="https://www.tper.it/servizio-ferroviario">https://www.tper.it/servizio-ferroviario</a> 3. <a href="http://www.arpa.veneto.it/arpav/pagine-generiche/convegno-interreg-iii-valutazione-integrata-della-qualita-dellaria-in-val-belluna">www.arpa.veneto.it/arpav/pagine-generiche/convegno-interreg-iii-valutazione-integrata-della-qualita-dellaria-in-val-belluna</a>				

<b>Tabella 3.8.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti per le linee ferroviarie non elettrificate</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
135	4	4	4	1	28	0	12

### 3.8.2. Porti (0804)

In base alla classificazione EMEP-CORINAIR le emissioni dei porti sono suddivise nelle seguenti attività:

- 080402 Traffico marittimo nazionale
- 080404 Traffico marittimo internazionale

La trattazione ha riguardato il porto di Ravenna.

La stima è stata svolta impiegando il *modulo porti* ed è stata anche messa a confronto con i risultati del software BUH, messo a punto da ARPA Veneto ed impiegato nell'ambito di una convenzione con ISPRA e varie ARPA. I lavori svolti per la convenzione hanno preso l'avvio dall'individuazione di un set standardizzato di dati di input, necessario per applicare il software BUH e più dettagliato rispetto al passato, in particolare per quanto riguarda la caratterizzazione della flotta e i tempi associati alle varie operazioni per tipologia di nave. Grazie a questa premessa e ai canali informativi aperti con le autorità portuali, è stato possibile migliorare rispetto alle precedenti compilazioni anche il dettaglio delle stime svolte con INEMAR. I risultati

ottenuti con i due modelli di calcolo mostrano un buon accordo, tenuto conto dei diversi schemi di calcolo implementati.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.8.2.1.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.8.2.2. e 3.8.2.3.

<b>Tabella 3.8.2.1 Fonti dati</b>			
variabile INEMAR	unità di misura	fonti	anno
arrivi/partenze	numero operazioni	Capitaneria del porto di Ravenna <sup>(1)</sup>	2019
composizione flotta	numero di navi per tipo		
1. fornitura diretta			

<b>Tabella 3.8.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti per il porto di Ravenna calcolate con INEMAR</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
2289	226	215	204	80	294	-	157

<b>Tabella 3.8.2.3. Stima emissioni di macroinquinanti per il porto di Ravenna calcolate con BUH</b>				
NOx (t)	PTS (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	COVnm (t)
2831	117	176	369	174

### **3.8.3. Aeroporti (0805)**

Sulla base della classificazione EMEP-CORINAIR le attività di cui sono state stimate le emissioni sono:

- 080501 Traffico nazionale (ciclo LTO ≤ 1000 m)
- 080502 Traffico internazionale (ciclo LTO ≤ 1000 m)
- 080505 Mezzi di supporto a terra (GSE)

Il contributo emissivo del traffico nazionale ed internazionale di crociera, ovvero sopra i 1000 m di quota, non è stato considerato, mentre è stato stimato il contributo dovuto a tutte le operazioni, a terra ed in volo, sotto i 1000 m.

La stima dei contributi emissivi aeroportuali ha riguardato unicamente l'aeroporto Guglielmo



Marconi di Bologna.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.8.3.1.

Per la ripartizione sui comuni interessati SAB ha fornito le percentuali di utilizzo della pista nelle due direzioni per decolli e atterraggi e i ratei di salita (17%) e discesa (3%).

Per quanto concerne il contributo dei mezzi a terra, poiché non è stato possibile disporre dei dati specifici richiesti dalla metodologia relativi all'aeroporto di Bologna sono state impiegate le informazioni a disposizione di Arpa Lombardia per l'aeroporto di Orio al Serio che per tipologia di servizio e volume di traffico è del tutto analogo a quello di Bologna. Le ore di funzionamento dei mezzi sono state riproporzionate sulla base del numero effettivo di operazioni.

I risultati sono riportati in Tabella 3.8.3.2.

<b>Tabella 3.8.3.1 Fonti dati</b>			
variabile INEMAR	unità di misura	fonti	anno
quantità di decolli/atterraggi per modello di aereo	numero operazioni	SAB - Aeroporto Marconi di Bologna <sup>(1)</sup>	2019
tempi caratteristici per le fasi di landing and take off cycles (LTO)	minuti	SAB - Aeroporto Marconi di Bologna <sup>(1)</sup> ARPA Lombardia <sup>(2)</sup>	2019
quantità mezzi a terra suddivisi per tipologia	numero mezzi	ARPA Lombardia <sup>(2)</sup>	2019
1. fornitura diretta da parte di SAB (Società aeroporto Bologna) 2. fornitura ARPA Lombardia, dati relativi all'aeroporto di Orio al Serio			

<b>Tabella 3.8.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti per l'aeroporto di Bologna</b>							
NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
292	3	3	3	24	311	0	60

### 3.8.4. Mezzi in agricoltura (0806)

La stima dell'emissione dei diversi inquinanti associata al consumo di gasolio nell'impiego di mezzi agricoli è stata effettuata mediante il *modulo diffuse* applicando la seguente relazione:

$$E_i = C * FE_i$$

in cui  $FE_i$  è il fattore di emissione per l'inquinante i-esimo

C è il consumo a livello comunale ottenuto ripartendo le vendite regionali sulla base delle superfici agricole utilizzate complessive per ogni comune.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.8.4.1.

I risultati sono riportati in Tabella 3.8.4.2.

Tabella 3.8.4.1 Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
consumi gasolio e benzina	ton/GJ	comunale	Regione Emilia-Romagna <sup>(1)</sup>	2019
1. fornitura diretta da Regione Emilia-Romagna Direzione Generale Agricoltura Caccia e Pesca				

Tabella 3.8.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti per i mezzi in agricoltura							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
7768	432	432	432	23	2777	2	832

## Stime provinciali e totali per il macrosettore 8

	NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	1061	59	59	59	3	353	0	109
<b>Parma</b>	818	45	45	45	2	271	0	84
<b>Reggio Emilia</b>	897	48	47	47	3	288	0	91
<b>Modena</b>	943	52	52	52	3	335	0	101
<b>Bologna</b>	1324	61	61	60	27	696	0	174
<b>Ferrara</b>	1324	73	73	73	4	467	0	141
<b>Ravenna</b>	3274	281	270	259	83	657	0	264
<b>Forlì - Cesena</b>	635	35	35	35	2	272	0	76
<b>Rimini</b>	207	12	12	12	1	71	0	22
<b>totali</b>	10484	665	654	643	127	3410	2	1061

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	-	0	2	1	1
<b>Parma</b>	-	0	2	1	1
<b>Reggio Emilia</b>	-	0	2	1	1
<b>Modena</b>	-	0	2	1	1
<b>Bologna</b>	-	0	2	1	1
<b>Ferrara</b>	-	0	3	1	1
<b>Ravenna</b>	22	1	1031	8	1
<b>Forlì - Cesena</b>	-	0	1	1	1
<b>Rimini</b>	-	0	0	0	0
<b>totali</b>	22	3	1045	14	7

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

### **3.9. Macrosettore 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti**

Il macrosettore 9 comprende le emissioni provenienti da inceneritori, discariche, impianti di compostaggio.

Le emissioni associate agli inceneritori rientrano nel settore 0902 (incenerimento rifiuti) e sono censite mediante il *modulo puntuali*.

Le emissioni associate alle discariche popolano il settore 0903 (interramento di rifiuti solidi) e sono stimate dal *modulo discariche*.

Le emissioni associate all'incenerimento di rifiuti agricoli (eccetto la combustione di stoppie che ricade nel macrosettore 10) sono stimate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate agli impianti di compostaggio sono comprese nel settore 0910 (altri trattamenti di rifiuti) e sono stimate mediante il *modulo puntuali*.

Le informazioni sui quantitativi di rifiuti trattati nelle diverse tipologie di impianti censiti sono state fornite ed elaborate dal Servizio osservatorio energia, rifiuti e siti contaminati della Direzione Tecnica che ha curato anche la relativa compilazione.

Le attività di cremazione popolano il settore 0909 e sono censite mediante il *modulo puntuali*.

### 3.9.1. Incenerimento rifiuti (0902)

La stima comprende le emissioni prodotte da 8 impianti di incenerimento di rifiuti solidi urbani, 1 impianto di incenerimento di rifiuti ospedalieri e 1 azienda che tratta rifiuti industriali.

Per la stima del dato emissivo annuale si è fatto riferimento ai dati di monitoraggio in continuo, inserendo nel modulo di calcolo il flusso di massa riportato nelle Relazioni Annuali (Report AIA).

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.1.1.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.9.1.2.

<b>Tabella 3.9.1.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup>	2019
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup> CTR Rifiuti Arpae <sup>(3)</sup>	2019

1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale, AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013  
2. fornitura diretta su richiesta del CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpae Direzione tecnica  
3. elaborazioni Arpae su dati provenienti dal sistema ORSO

<b>Tabella 3.9.1.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di rifiuti</b>							
NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
429	3	3	3	15	70	11	20

### 3.9.2. Interramento di rifiuti solidi (0904)

La stima delle emissioni diffuse dovute alla mancata captazione del biogas in discarica è stata condotta impiegando il modulo discariche.

La stima comprende le emissioni prodotte da 9 impianti.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.2.1. I risultati sono riportati in Tabella 3.9.2.2.

<b>Tabella 3.9.2.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo biogas captato	Nm <sup>3</sup>	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup> Arpae <sup>(3)</sup>	2019
composizione biogas	%	puntuale	Gestori <sup>(2)</sup> Arpae <sup>(3)</sup>	2019
quantitativo di rifiuti trattati	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup> Arpae <sup>(3)</sup>	2019
1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale, AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013 2. fornitura diretta su richiesta del servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpae Direzione tecnica 3. elaborazioni Servizio osservatorio energia, rifiuti e siti contaminati della Direzione Tecnica Arpae su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo ORSO				

<b>Tabella 3.9.2.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'interramento di rifiuti</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
118	0	0	0	8	138	0	24

### 3.9.3. Incenerimento di rifiuti agricoli esclusa la combustione di stoppie (0907)

Le emissioni derivanti dall'incenerimento di rifiuti agricoli sono state censite per la prima volta in questo aggiornamento e sono state svolte sulla base dei dati riportati in Tabella 3.9.3.1, mediante l'impiego del *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione:

$$E_i = n_k * FE_i$$

in cui  $n_k$  è il quantitativo di residuo secco "asportabile" bruciabile espresso in tonnellate a dettaglio comunale.

La quantità di residuo secco "asportabile" e bruciabile è calcolata mediante un foglio di calcolo, approntato da Ispra, a partire dal dato di produzione annuale delle varie colture della Regione, in base alla quota di residuo asportabile aereo, a quella di residuo raccogliabile e alla frazione dei campi in cui è praticata la combustione ed è dunque dovuto sia ai cereali sia alla quota parte

delle colture legnose che non sono utilizzate per il riscaldamento.

I dati a dettaglio comunale sono ottenuti mediante disaggregazione che usa le SAU comunali per ciascuna coltura come variabile proxy.

<b>Tabella 3.9.3.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
produzione annuale colture	tonnellate	provinciale	ISTAT <sup>(1)</sup>	2019
quote dei vari residui e frazione dei campi con abbruciamento			ISPRA <sup>(2)</sup>	2019
SAU per tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura <sup>(2)</sup> ISTAT <sup>(1)</sup>	2010 2019
1. <a href="http://agri.istat.it/">agri.istat.it/</a> 2. fornitura diretta su richiesta 3. <a href="http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/">dati-censimentoagricoltura.istat.it/</a>				

<b>Tabella 3.9.3.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di rifiuti agricoli</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
211	307	299	377	7	3697	-	81

### 3.9.4. Cremazione (0909)

Le emissioni prodotte dagli impianti di cremazione sono stimate mediante il *modulo puntuali* in analogia con altri settori e impiegando l'indicatore di attività in quanto non sono disponibili misure puntuali.

La stima comprende le emissioni prodotte da 6 impianti.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.4.1.

I risultati sono riportati in Tabella 3.9.4.2.

<b>Tabella 3.9.4.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno

numero salme decessi	unità unità	regionale provinciale	SOCREM <sup>(1)</sup> ISTAT <sup>(2)</sup>	2019 2019
1. <a href="http://www.socrem.bologna.it">www.socrem.bologna.it</a> 2. <a href="http://www.istat.it/it/archivio/4216">www.istat.it/it/archivio/4216</a>				

<b>Tabella 3.9.4.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'interramento di rifiuti</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
108	1	0	0	7	6	-	0

### 3.9.5. Altri trattamenti di rifiuti (0910)

La stima comprende le emissioni prodotte da 45 impianti, 25 dei quali di compostaggio.

Le emissioni sono stimate mediante il *modulo puntuali* sulla base dell'indicatore di attività costituito dal quantitativo di rifiuti trattati in ogni impianto.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.5.1.

I risultati sono riportati in Tabella 3.9.5.2.

<b>Tabella 3.9.5.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonnellate	puntuale	Report AIA <sup>(1)</sup> Gestori <sup>(2)</sup> Arpae <sup>(3)</sup>	2019
1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale, AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013 2. fornitura diretta su richiesta dell'Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica 3. elaborazioni Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti contaminati Arpae su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo ORSO				

<b>Tabella 3.9.5.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di rifiuti</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
6	9	4	4	-	1	170	6



## Stime provinciali e totali per il macrosettore 9

	NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	60	16	15	14	4	195	17	6
<b>Parma</b>	144	17	16	15	9	202	2	5
<b>Reggio Emilia</b>	27	8	8	7	1	121	12	7
<b>Modena</b>	105	37	36	34	2	465	26	22
<b>Bologna</b>	208	76	74	69	7	983	50	32
<b>Ferrara</b>	100	88	84	77	7	1005	8	25
<b>Ravenna</b>	88	54	51	48	2	628	30	17
<b>Forlì - Cesena</b>	89	17	16	15	3	225	27	12
<b>Rimini</b>	49	7	7	7	1	89	14	5
<b>totali</b>	871	320	307	285	37	3912	184	131

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	2	1	5	16	1
<b>Parma</b>	2	0	6	18	1
<b>Reggio Emilia</b>	1	0	0	1	0
<b>Modena</b>	3	1	0	4	2
<b>Bologna</b>	7	2	1	9	4
<b>Ferrara</b>	7	2	0	9	4
<b>Ravenna</b>	5	1	1	8	3
<b>Forlì - Cesena</b>	2	1	1	2	1
<b>Rimini</b>	1	0	0	1	0
<b>totali</b>	29	8	14	68	17

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

## 3.10. Macrosettore 10 - Agricoltura

Il macrosettore 10 comprende le emissioni prodotte da tutte le pratiche agricole quali coltivazioni e allevamenti, nonché abbruciamenti di stoppie in loco.

Le emissioni derivanti dall'azoto presente nei concimi impiegati nelle colture fertilizzate sono calcolate mediante il *modulo agricoltura*, mentre le emissioni dovute a colture non fertilizzate, all'incenerimento di residui *in loco* e agli allevamenti sono stimate tramite il *modulo diffuse*.

Le emissioni di COVnm (isoprene, monoterpeni ed altri) da coltivazioni sono stimate mediante il *modulo biogeniche*.

Le emissioni associate alla combustione di stoppie sono stimate mediante il *modulo diffuse*.

### 3.10.1. Coltivazioni con fertilizzanti (1001)

Le attività CORINAIR considerate sono le seguenti:

- coltivazioni permanenti (100101)
- terreni arabili (100102)
- risaie (100103)

Le stime delle emissioni sono state svolte sulla base delle informazioni descritte in Tabella 3.10.1.1.

Le superfici agrarie utilizzate (SAU), disponibili per il 2019 solo a livello provinciale, sono state disaggregate a livello comunale sulla base dei dati ISTAT relativi al Censimento Agricoltura 2010; per le coltivazioni pluriennali si è mantenuto il dato 2010.

Le emissioni di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> dovute alle coltivazioni con fertilizzanti, esclusi i concimi animali, sono state stimate mediante il modulo agricoltura, i cui risultati confluiscono nel settore 1001.

Le emissioni di COVnm sono state stimate impiegando il modulo biogeniche, che comprende due diversi algoritmi di calcolo, uno per la stima delle emissioni di isoprene, dipendente dal tipo di specie e da temperatura, radiazione solare, umidità nella zona climatica considerata, l'altro per monoterpeni e restanti COVnm, dipendente solamente dal tipo di specie e dalla temperatura.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.10.1.2.

<b>Tabella 3.10.1.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
SAU per le diverse tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura <sup>(1)</sup> ISTAT <sup>(2)</sup>	2010 2019
quantità di azoto nel fertilizzante	tonnellate	provinciale nazionale	fertilizzante venduto: ISTAT <sup>(2)</sup> tenore di azoto per tipologia di fertilizzante: ISTAT <sup>(2)</sup>	2019 2019
1. dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. agri.istat.it/				

<b>Tabella 3.10.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alle coltivazioni con fertilizzanti</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
543	-	-	-	-	-	9349	25666

### 3.10.1. Coltivazioni senza fertilizzanti (1002)

Le emissioni dovute ad attività agricole senza uso di fertilizzanti sono state calcolate sulla base dei dati riportati in Tabella 3.10.2.1.

I risultati confluiscono nel settore 1002 (coltivazioni senza fertilizzanti).

L'attività CORINAIR considerata corrisponde alle coltivazioni foraggere (100205) e comprende pascoli, prati permanenti ed altri prati avvicendati inclusa erba medica.

Per la stima di emissioni di NH<sub>3</sub> si è impiegato il *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione:

$$E_i = SAU_j * FE_i$$

in cui SAU<sub>j</sub> è la superficie occupata da coltivazioni foraggere per ogni comune

e FE<sub>i</sub> sono i fattori di emissione per i diversi inquinanti.

Le emissioni di COVnm sono state stimate impiegando il *modulo biogeniche*.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.10.2.2.

<b>Tabella 3.10.2.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
SAU per le diverse tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura <sup>(1)</sup> ISTAT <sup>(2)</sup>	2010 2019
1. dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. agri.istat.it/				

<b>Tabella 3.10.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alle coltivazioni senza fertilizzanti</b>							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
-	-	-	-	-	-	1171	10999

### 3.10.3. Combustione di stoppie *in loco* (1003)

Le emissioni derivanti dalla combustione di stoppie *in loco* sono state inserite per la prima volta.

Le stime sono state svolte sulla base dei dati riportati in Tabella 3.10.3.1, mediante l'impiego del *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione:

$$E_i = Q_k * FE_i$$

in cui  $Q_k$  è il quantitativo di residuo secco "fisso" bruciabile espresso in tonnellate a dettaglio comunale.

La quantità di residuo secco viene calcolata mediante un foglio di calcolo approntato da Ispra, a partire dal dato di produzione annuale delle varie colture della Regione, in base alla quota di residuo asportabile aereo, a quella di residuo raccogliabile e alla frazione dei campi ove viene praticata la combustione.

La quantità di residuo secco "fisso" bruciabile è quindi l'IA da usare per la stima degli abbruciamenti di Attività 10.03 - Combustione stoppie.

Il contributo alla quantità di residuo secco "fisso" bruciabile è dovuto solamente ai cereali.

I dati a dettaglio comunale sono ottenuti mediante disaggregazione che usa le SAU comunali per ciascuna coltura come variabile proxy.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.10.3.2.

<b>Tabella 3.10.3.1. Fonti dati</b>				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
produzione annuale colture	tonnellate	provinciale	ISTAT <sup>(1)</sup>	2019
quote dei vari residui e frazione dei campi con abbruciamento			ISPRA <sup>(2)</sup>	2019
SAU per tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura <sup>(3)</sup> ISTAT <sup>(1)</sup>	2010 2019
1. agri.istat.it 2. fornitura diretta su richiesta 3. <a href="http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/">http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/</a>				

<b>Tabella 3.10.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti per la combustione di residui agricoli <i>in loco</i></b>							
NO <sub>x</sub> (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
64	158	78	73	14	709	-	58

### 3.10.4. Zootecnia (1004, 1005, 1009, 1010)

Le emissioni dovute all'allevamento di animali comprendono i seguenti settori:

- fermentazione enterica (1004)
- gestione reflui (1005 in riferimento ai composti organici e 1009 in riferimento ai composti azotati)
- emissioni di particolato (1010)

Le stime sono state svolte sulla base dei dati riportati in Tabella 3.10.4.1, mediante l'impiego del *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione:

$$E_i = n_k * FE_i$$

in cui  $n_k$  è il numero di capi a dettaglio comunale per ogni categoria.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.10.4.2. e Figura 3.10.1.

Tabella 3.10.4.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
consistenza bestiame	numero capi	comunale	Anagrafe nazionale zootecnica <sup>(1)</sup>	2019
			Ufficio statistico regionale <sup>(2)</sup>	2019
			SEER – Sorveglianza Epidemiologica Emilia Romagna <sup>(3)</sup>	2017
1. <a href="https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/">https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/</a> 2. fornitura diretta 3. fornitura diretta				

Tabella 3.10.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alla zootecnia							
NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
-	928	554	251	-	-	33462	58

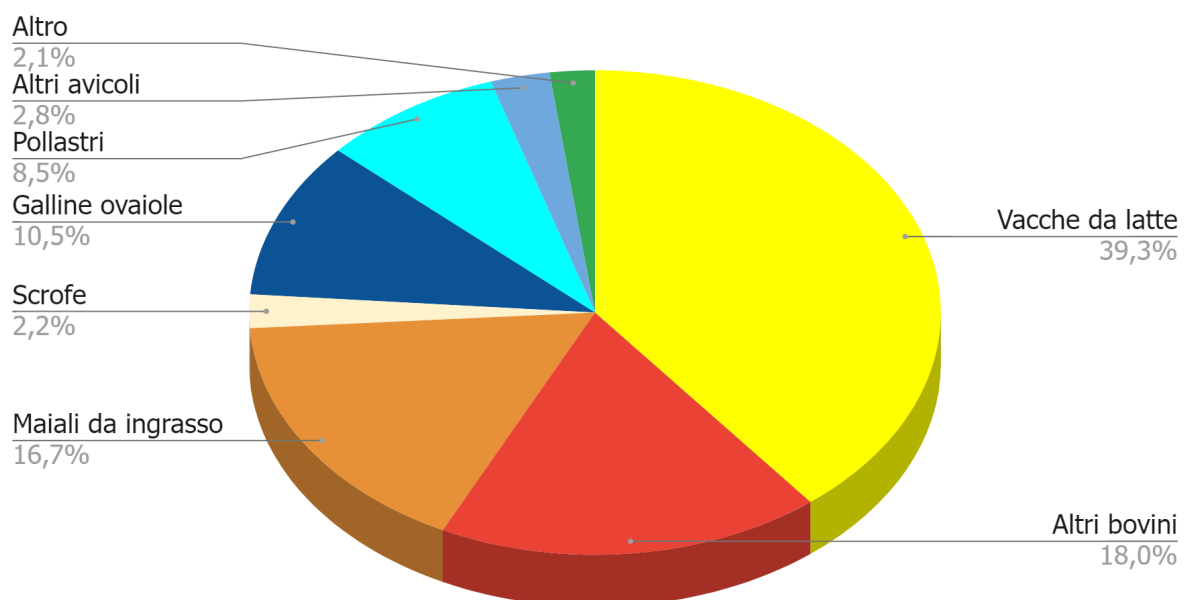


Figura 3.10.1. Ripartizione percentuale dell'emissione di NH<sub>3</sub> per le diverse specie allevate

## Stime provinciali e totali per il macrosettore 10

	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
<b>Piacenza</b>	110	71	34	16	1	50	5708	4323
<b>Parma</b>	20	83	38	16	1	46	7041	3976
<b>Reggio Emilia</b>	15	94	41	15	1	31	7186	3469
<b>Modena</b>	60	108	51	24	2	91	6213	4104
<b>Bologna</b>	134	97	56	35	3	157	4166	5550
<b>Ferrara</b>	109	109	64	40	4	199	3349	9265
<b>Ravenna</b>	140	108	66	35	2	86	4280	3124
<b>Forlì - Cesena</b>	14	384	262	131	1	35	5336	2142
<b>Rimini</b>	8	33	21	11	0	15	702	829
<b>totali</b>	608	1086	632	324	14	709	43982	36781

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
<b>Piacenza</b>	0	0	0	0	3
<b>Parma</b>	0	0	0	0	3
<b>Reggio Emilia</b>	0	0	0	0	2
<b>Modena</b>	0	1	0	0	6
<b>Bologna</b>	1	1	0	0	10
<b>Ferrara</b>	1	1	0	1	13
<b>Ravenna</b>	0	1	0	0	6
<b>Forlì - Cesena</b>	0	0	0	0	2
<b>Rimini</b>	0	0	0	0	1
<b>totali</b>	2	4	1	2	47

I valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

### 3.11. Macrosettore 11 - Altre sorgenti

Il macrosettore 11 comprende le emissioni generate dall'attività fitologica di piante, arbusti ed erba, da fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo e da vulcani, da combustione naturale e dalle attività antropiche quali foreste gestite e combustione dolosa di boschi.

Le emissioni di COVnm sono state stimate mediante il *modulo biogeniche*; si è considerato che tutte le foreste siano gestite per cui sono stati popolati i settori 1111 (foreste decidue gestite) e 1112 (e foreste di conifere gestite).

Le emissioni associate agli incendi non sono state considerate.

#### 3.11.1. Foreste (1111, 1112)

Le emissioni di COVnm sono state stimate impiegando il *modulo biogeniche*, che, come si è detto al capitolo 3.10, comprende due diversi algoritmi di calcolo, uno per la stima delle emissioni di isoprene, dipendente dal tipo di specie e da temperatura, radiazione solare, umidità nella zona climatica considerata, l'altro per monoterpeni e restanti COVnm, dipendente solamente dal tipo di specie e dalla temperatura.

I fattori di emissione, in accordo con la metodologia CORINAIR, sono forniti in funzione dell'estensione dei boschi per tipologia di alberi.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.11.1.1. I risultati sono riportati in Tabella 3.11.1.2.

Tabella 3.11.1.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
superficie forestale regionale con indicazione delle specie presenti	ettari	comunale	Carta forestale regionale <sup>(1)</sup>	2014
temperatura, radiazione solare, umidità per zona - media su 5 anni	°C, W/m <sup>2</sup> , %	regionale/ provinciale	Arpae SIMC <sup>(2)</sup>	2016-2020

1. Servizio Parchi e Risorse forestali della Regione Emilia-Romagna  
2. Fornitura diretta da parte dell'Osservatorio clima di Arpae - SIMC



## Stime provinciali e totali per il macrosettore 11

	COVnm (t)
Piacenza	4729
Parma	8398
Reggio Emilia	3814
Modena	3545
Bologna	6031
Ferrara	655
Ravenna	1317
Forlì - Cesena	5269
Rimini	1199
totali	34958

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

## **Allegato 1. Classificazione delle attività con emissioni in atmosfera**

In base alla classificazione SNAP tutte le attività antropiche e naturali che possono dare origine a emissioni in atmosfera sono ripartite negli undici macrosettori di seguito riportati.

Ogni macrosettore è suddiviso in ulteriori due livelli, in modo tale che ad ogni singola attività risulta assegnato un codice che la identifica in modo univoco.

### MACROSETTORE 1 – Produzione energia e trasformazione combustibili

010101	Caldaie con potenza termica $\geq 300$ MW
010102	Caldaie con potenza termica $\geq 50$ e $< 300$ MW
010103	Caldaie con potenza termica $< 50$ MW
010104	Turbine a gas
010105	Motori a combustione interna
010202	Caldaie con potenza termica $\geq 50$ e $< 300$ MW
010203	Caldaie con potenza termica $< 50$ MW
010204	Turbine a gas
010205	Motori a combustione interna
010302	Caldaie con potenza termica $\geq 50$ e $< 300$ MW
010503	Caldaie con potenza termica $< 50$ MW
010504	Turbine a gas

### MACROSETTORE 2 – Combustione non industriale

020103	Caldaie con potenza termica $< 50$ MW
020104	Turbine a gas
020202	Caldaie con potenza termica $< 50$ MW
020221	Caldaie ( $< 35$ kW) (Acqua) 1s
020222	Caldaie ( $< 35$ kW) (Acqua) 2s
020223	Caldaie ( $< 35$ kW) (Acqua) 3s
020238	Camini aperti (Aria) 1s
020239	Camini aperti (Aria) 2s

020240	Camini aperti (Aria) 3s
020248	Cucine (Aria) 1s
020249	Cucine (Aria) 2s
020250	Cucine (Aria) 3s
020258	Camini chiusi o inserti (Aria) 1s
020259	Camini chiusi o inserti (Aria) 2s
020260	Camini chiusi o inserti (Aria) 3s
020263	Stufe (Acqua) 1s
020264	Stufe (Acqua) 2s
020265	Stufe (Acqua) 3s
020268	Stufe (Aria) 1s
020269	Stufe (Aria) 2s
020270	Stufe (Aria) 3s
020302	Caldaie con potenza termica < 50 MW

#### MACROSETTORE 3 – Combustione non industriale

030101	Caldaie con potenza termica $\geq 300$ MW
030102	Caldaie con potenza termica $\geq 50$ e $< 300$ MW
030103	Caldaie con potenza termica $< 50$ MW
030104	Turbine a gas
030105	Motori a combustione interna
030106	Altri sistemi (condizionatori ecc.)
030205	Altri forni
030301	Impianti di sinterizzazione e pellettizzazione
030302	Forni siderurgici per riscaldamento successivo
030303	Fonderie di ghisa e acciaio
030308	Produzione di zinco di seconda fusione
030310	Produzione di alluminio di seconda fusione
030311	Cemento
030313	Agglomerati bituminosi
030315	Contenitori di vetro
030319	Laterizi e piastrelle

- 030320 Materiale di ceramica fine
- 030321 Industria cartiera (processi di essiccazione)
- 030325 Produzione di smalto
- 030326 Altri processi con contatto

#### MACROSETTORE 4 – Processi produttivi

- 040101 Lavorazione di prodotti petroliferi
- 040105 Altro
- 040203 Spillatura della ghisa di prima fusione
- 040205 Acciaio (forno Martin-Siemens)
- 040207 Acciaio (forno elettrico)
- 040208 Laminatoi
- 040210 Altro
- 040301 Produzione di alluminio (elettrolisi)
- 040302 Ferroleghe
- 040304 Produzione di magnesio (eccetto 3.3.23)
- 040306 Leghe metalliche
- 040307 Galvanizzazione
- 040308 Placcatura elettrica
- 040309 Altro
- 040310 Estrusione di metalli
- 040311 Uso di materiale da saldatura
- 040402 Acido nitrico
- 040403 Ammoniaca
- 040405 Nitrato di ammonio
- 040407 Fertilizzanti composti (NPK)
- 040408 Urea
- 040409 Nerofumo
- 040414 Fertilizzanti a base di fosforo
- 040415 Immagazzinamento e trasporti di prodotti chimici inorganici
- 040416 Altro
- 040502 Propilene

040504	Cloruro di vinile (eccetto 4.5.5)
040506	Polietilene a bassa densità
040507	Polietilene ad alta densità
040508	Cloruro di polivinile
040509	Polipropilene
040510	Stirene
040511	Polistirene
040512	Stirene-butadiene
040513	Lattice stirene-butadiene
040514	Gomma stirene-butadiene (SBR)
040522	Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici organici
040525	Produzione di fitofarmaci
040527	Altro
040601	Cartoncino grigio
040602	Paste per la carta (processo al solfato)
040605	Pane
040606	Vino
040608	Alcolici
040612	Cemento (decarbonatazione)
040613	Vetro (decarbonatazione)
040614	Calce (decarbonatazione)
040615	Produzione di batterie
040616	Estrazione di materiali da cava
040617	Altro (incluso prodotti contenenti amianto)
040618	Uso di calce e dolomite
040621	Tostatura di caffè
040622	Produzione di mangimi
040623	Cementifici e calcifici: frantumazione trasporto e deposito
040625	Laterizi e ceramiche: macinazione pressatura smaltatura e altro
040626	Vetriere: insilamento trattamento superficiale sabbiatura
040627	Prodotti da forno
040628	Industria delle carni

040629      Margarina e grassi  
040630      Zucchero  
040632      Lavorazione generica del legno

MACROSETTORE 5 – Estrazione e distribuzione combustibili

050503      Stazioni di servizio (incluso il rifornimento di veicoli)  
050601      Condotte  
050603      Reti di distribuzione

MACROSETTORE 6 – Uso di solventi

060101      Verniciatura di autoveicoli  
060102      Verniciatura: riparazione di autoveicoli  
060103      Verniciatura: edilizia (eccetto 6.1.7)  
060104      Verniciatura: uso domestico (eccetto 6.1.7)  
060105      Verniciatura: rivestimenti  
060106      Verniciatura: imbarcazioni  
060107      Verniciatura: legno  
060108      Altre applicazioni industriali di verniciatura  
060109      Altre applicazioni non industriali di verniciatura  
060201      Sgrassaggio metalli  
060202      Pulitura a secco  
060203      Componentistica elettronica  
060204      Altri lavaggi industriali  
060301      Produzione / lavorazione di poliestere  
060302      Produzione / lavorazione di cloruro di polivinile  
060303      Produzione / lavorazione di poliuretano  
060304      Produzione / lavorazione di schiuma polistirolica  
060305      Produzione / lavorazione della gomma  
060306      Sintesi di prodotti farmaceutici  
060307      Produzione di vernici  
060308      Produzione di inchiostri  
060309      Produzione di colle

060310	Soffiatura di asfalto
060312	Finiture tessili
060313	Conciatura di pelli
060314	Altro (pannelli truciolari impregnazione carta ecc...)
060401	Lana di vetro
060403	Industria della stampa
060404	Estrazione di grassi e di oli alimentari e non
060405	Applicazione di colle e adesivi
060408	Uso di solventi domestici (oltre la verniciatura)
060409	Deparaffinazione di veicoli
060412	Altro (conservazione semi ...)

#### MACROSETTORE 7 – Trasporto su strada

070101	Automobili - Autostrade
070102	Automobili - Strade extraurbane
070103	Automobili - Strade urbane
070104	Automobili - Autostrade - usura
070105	Automobili - Strade extraurbane - usura
070106	Automobili - Strade urbane - usura
070201	Veicoli commerciali leggeri (<3.5 t) - Autostrade
070202	Veicoli commerciali leggeri (<3.5 t) - Strade extraurbane
070203	Veicoli commerciali leggeri (<3.5 t) - Strade urbane
070204	Veicoli commerciali leggeri (<3.5 t) - Autostrade - usura
070205	Veicoli commerciali leggeri (<3.5 t) - Strade extraurbane - usura
070206	Veicoli commerciali leggeri (<3.5 t) - Strade urbane - usura
070301	Veicoli commerciali pesanti (>3.5 t) - Autostrade
070302	Veicoli commerciali pesanti (>3.5 t) - Strade extraurbane
070303	Veicoli commerciali pesanti (>3.5 t) - Strade urbane
070304	Veicoli commerciali pesanti (>3.5 t) - Autostrade - usura
070305	Veicoli commerciali pesanti (>3.5 t) - Strade extraurbane - usura
070306	Veicoli commerciali pesanti (>3.5 t) - Strade urbane - usura
070403	Ciclomotori (<50 cm <sup>3</sup> ) - Strade urbane

070406	Ciclomotori (<50 cm <sup>3</sup> ) - Strade urbane - usura
070503	Motocicli (>50 cm <sup>3</sup> ) - Strade urbane
070506	Motocicli (>50 cm <sup>3</sup> ) - Strade urbane - usura
070601	Emissioni evaporative da veicoli a benzina - Autostrade
070602	Emissioni evaporative da veicoli a benzina - Strade extraurbane
070603	Emissioni evaporative da veicoli a benzina - Strade urbane

#### MACROSETTORE 8 – Altre sorgenti mobili e macchinari

080203	Locomotive
080402	Traffico marittimo nazionale
080404	Traffico marittimo internazionale (petroliere internazionali)
080501	Traffico aereo nazionale (cicli LTO - < 1000 m)
080505	Mezzi di supporto a terra
080600	Agricoltura

#### MACROSETTORE 9 – Trattamento e smaltimento rifiuti

090201	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
090202	Incenerimento di rifiuti industriali (eccetto torce)
090207	Incenerimento di rifiuti ospedalieri
090401	Discarica controllata di rifiuti
090403	Altro
090404	Discarica controllata di rifiuti - non attiva
090405	Gruppi elettrogeni di discariche RSU
090406	Torce in discariche RSU
090700	Incenerimento di rifiuti agricoli (eccetto 10.3.0)
090901	Incenerimento di corpi
090902	Incenerimento di carcasse
091001	Treatmento acque reflue industriali
091002	Treatmento acque reflue nel settore residenziale e commerciale
091005	Compostaggio
091007	Fosse biologiche
091008	Altra produzione di combustibili (RDF)



091009 Combustione all'aperto di rifiuti vari

MACROSETTORE 10 – Agricoltura

100101 Coltivazioni permanenti  
100102 Terreni arabili  
100103 Risaie  
100205 Foraggiere  
100300 Combustione stoppie cereali  
Gestione reflui in relazione ai composti organici  
100501 Vacche da latte  
100502 Altri bovini  
100503 Maiali da ingrasso  
100504 Scrofe  
100505 Ovini  
100506 Cavalli  
100511 Capre  
100512 Asini e muli  
100514 Bufalini  
Gestione reflui in relazione ai composti azotati  
100901 Vacche da latte  
100902 Altri bovini  
100903 Maiali da ingrasso  
100904 Scrofe  
100905 Pecore  
100906 Cavalli  
100907 Galline ovaiole  
100908 Pollastri  
100909 Altri avicoli (anatre oche ...)  
100911 Capre  
100912 Asini e muli  
100914 Bufalini  
100916 Conigli

Emissioni di particolato

101001	Vacche da latte
101002	Altri bovini
101003	Maiali da ingrasso
101004	Scrofe
101007	Galline ovaiole
101008	Pollastri
101009	Altri avicoli
101014	Bufalini

MACROSETTORE 11 – Altre sorgenti

111104	Farnia ( <i>Quercus robur</i> )
111105	Boschi di querce sessili ( <i>Quercus petraea</i> )
111106	Altre querce decidue
111107	Leccio ( <i>Quercus ilex</i> )
111108	Sughera ( <i>Quercus suber</i> )
111115	Altre decidue a foglia larga
111116	Altre sempreverdi a foglia larga
111204	Abete rosso norvegese ( <i>Picea abies</i> )
111207	Pino silvestre ( <i>Pinus sylvestris</i> )
111208	Pino marittimo ( <i>Pinus pinaster</i> )
111209	Pino di Aleppo ( <i>Pinus halepensis</i> )
111210	Altri pini
111211	Abete bianco ( <i>Abies alba</i> )
111212	Larice
111215	Altre conifere

## **Allegato 2. Moduli generici**

### **Modulo polveri fini**

Il *modulo polveri fini* utilizza distribuzioni granulometriche definite per ogni attività e per ogni combustibile (ove previsto) a partire da quanto misurato o stimato di polveri totali, PTS, o PM10.

Il modulo stima le diverse categorie di polveri basandosi sulle distribuzioni granulometriche caratteristiche di ogni attività, ossia come percentuale in peso di PTS, PM10, PM2.5 e talvolta anche PM1 e PM0.1.

### Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per i diversi macroinquinanti

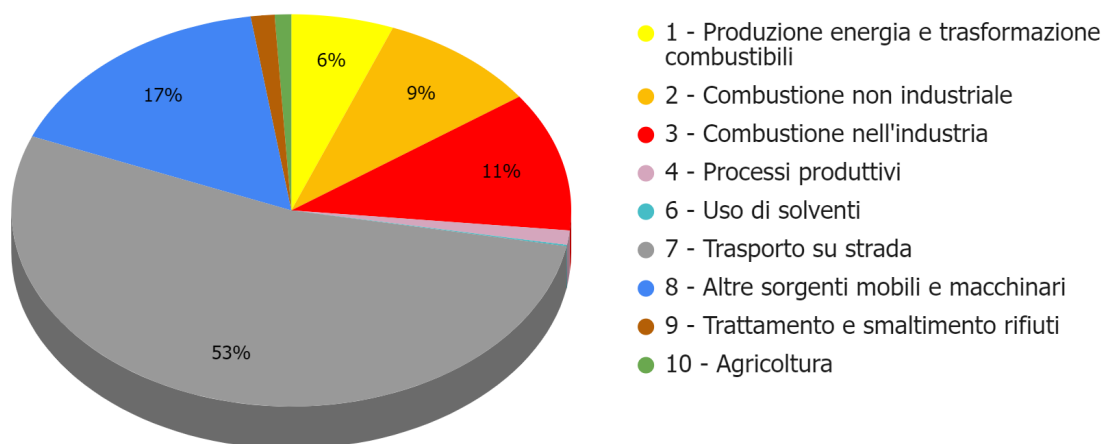


Figura A3.1. Ripartizione percentuale delle emissioni di NOx

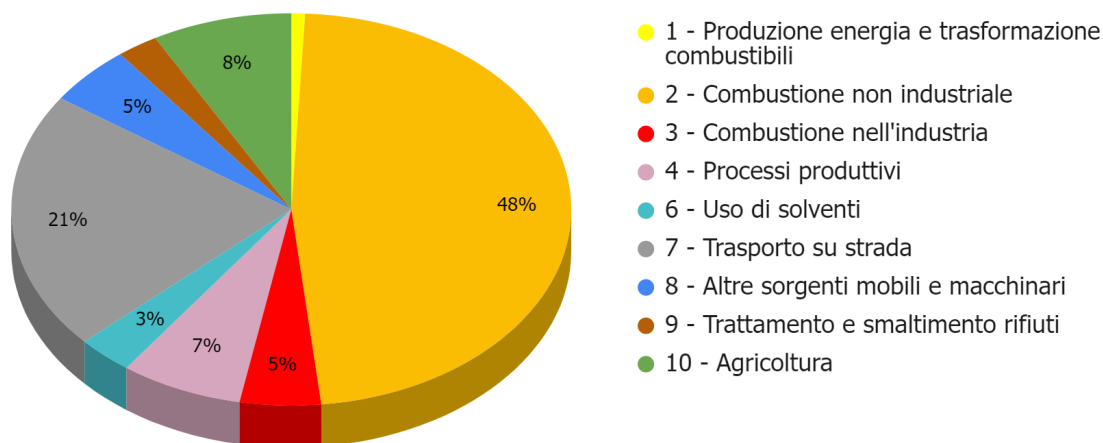
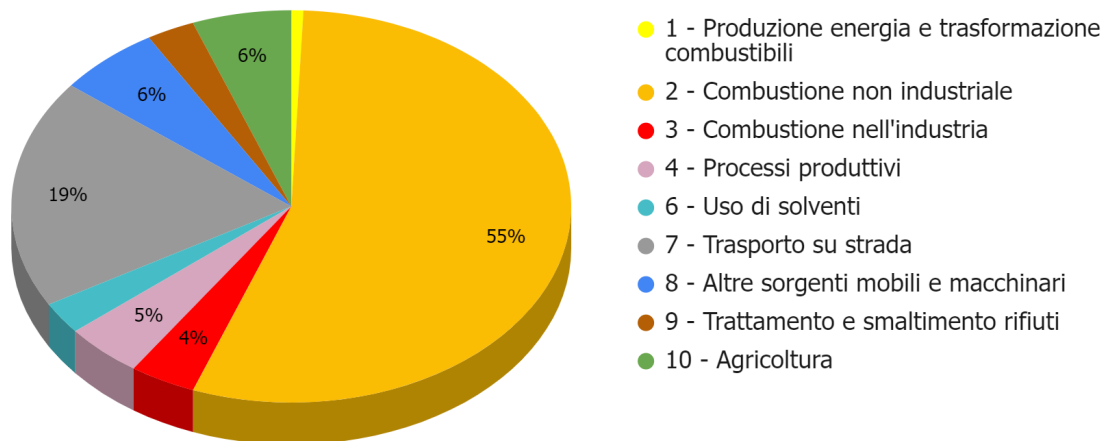
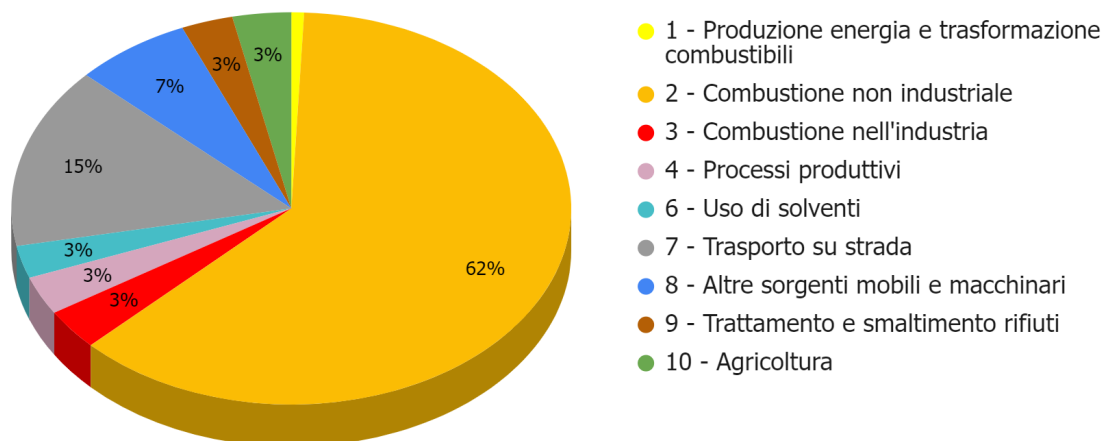


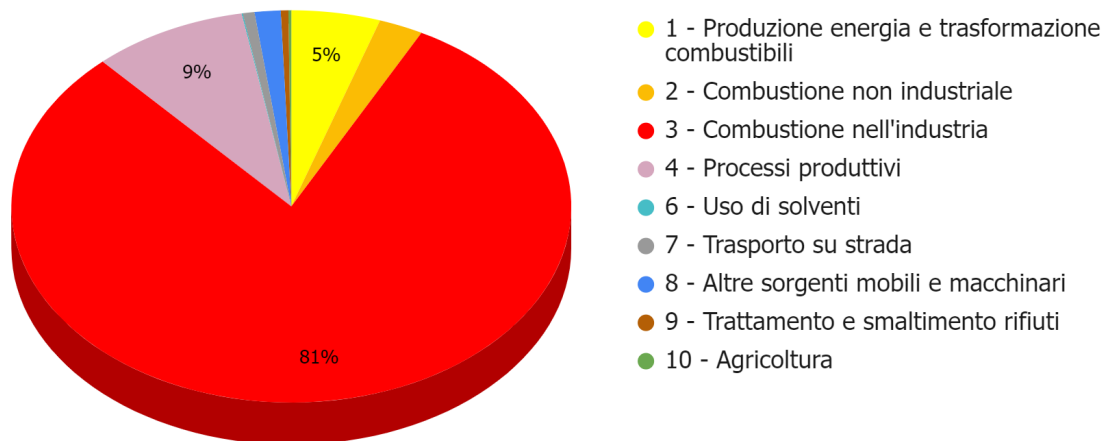
Figura A3.2. Ripartizione percentuale delle emissioni di PTS



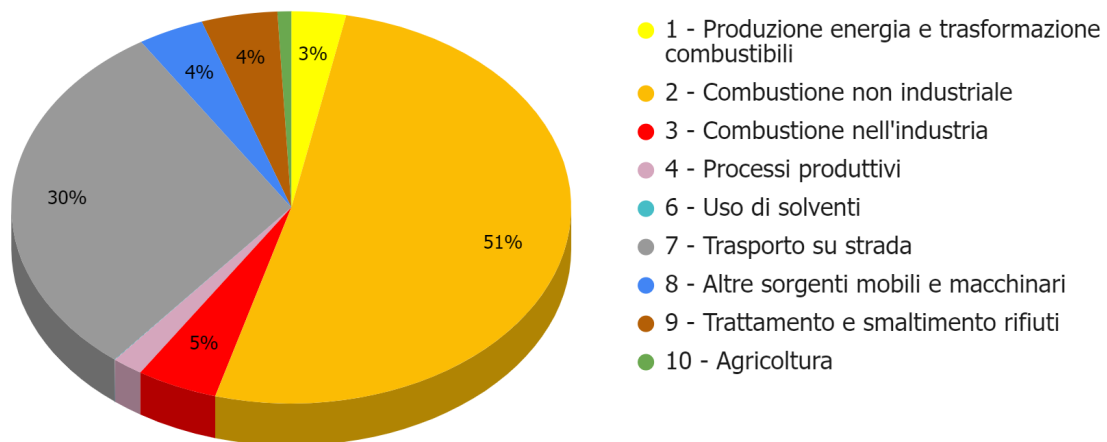
**Figura A3.3. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM10**



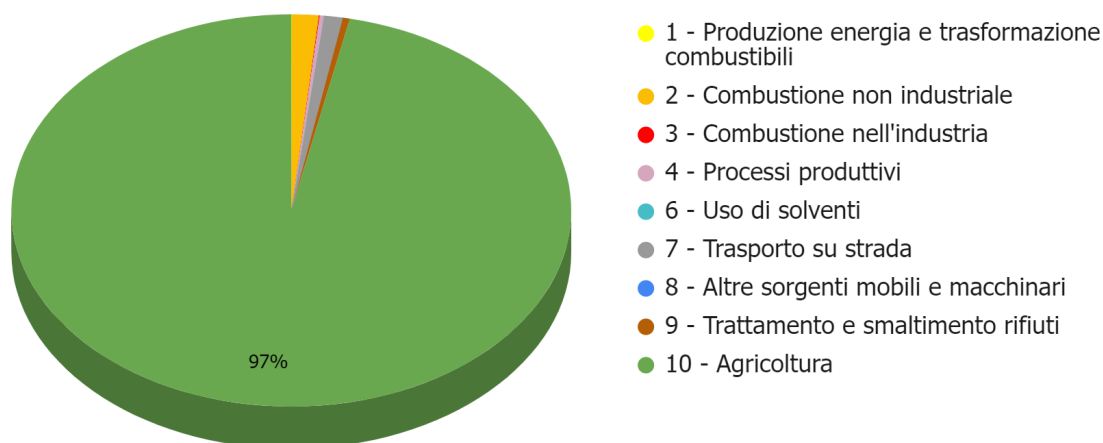
**Figura A3.4. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM2.5**



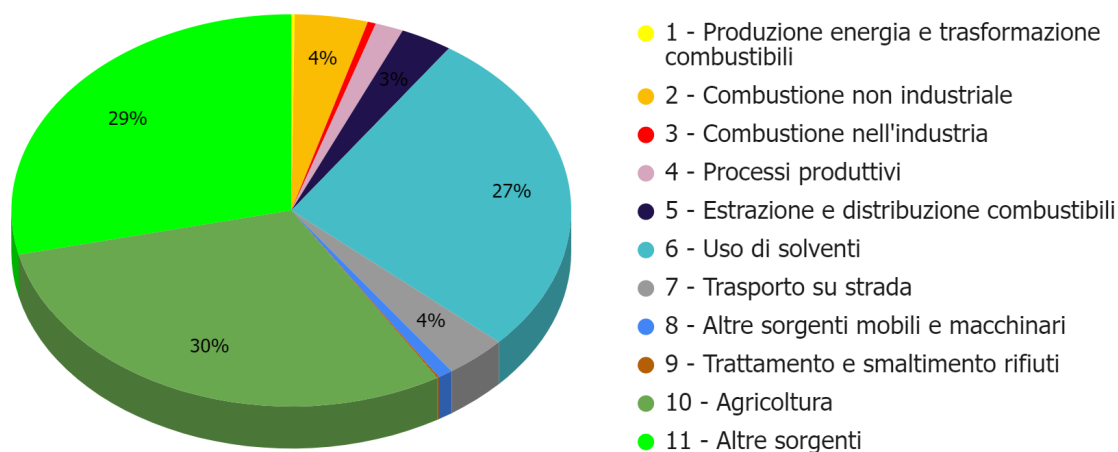
**Figura A3.5. Ripartizione percentuale delle emissioni di SO<sub>2</sub>**



**Figura A3.6. Ripartizione percentuale delle emissioni di CO**



**Figura A3.7. Ripartizione percentuale delle emissioni di NH<sub>3</sub>**



**Figura A3.8. Ripartizione percentuale delle emissioni di COV**

## Allegato 4. Tabelle riassuntive per provincia

### Piacenza

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	596	8	8	8	9	1435		23
2	360	584	556	542	17	4080	66	448
3	1383	49	18	13	136	1331	2	88
4	0	10	2	1	92	0	0	7
5								223
6	1	10	7	6	0	12		2543
7	2691	218	157	109	4	2318	45	309
8	1061	59	59	59	3	353	0	109
9	60	16	15	14	4	195	17	6
10	110	71	34	16	1	50	5708	4323
11								4729
<b>Totali</b>	6262	1024	855	768	266	9775	5838	12809

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	4	6	23	44	0
2	1	15	2	32	99
3	25	10	23	126	0
4	0	1	5	119	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	3	16	229	7
8	-	0	2	1	1
9	2	1	5	16	1
10	0	0	0	0	3
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	35	37	76	568	111



## Parma

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	15	0	0	0	0	13	0	5
2	640	754	717	699	22	5381	83	611
3	471	20	17	14	123	64	-	27
4	8	21	12	11	0	1	-	566
5	-	-	-	-	-	-	-	387
6	10	23	16	14	0	6	0	2883
7	3814	320	232	160	6	3012	57	454
8	818	45	45	45	2	271	0	84
9	144	17	16	15	9	202	2	5
10	20	83	38	16	1	46	7041	3976
11	-	-	-	-	-	-	-	8398
<b>Totali</b>	5958	1296	1107	987	167	9062	7186	17397

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	0	0	0	0
2	2	20	3	41	129
3	2	1	13	49	0
4	5	5	50	27	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	4	5	24	367	10
8	-	0	2	1	1
9	2	0	6	18	1
10	0	0	0	0	3
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	16	31	99+	502	144

## Reggio - Emilia

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	45	0	0	0	2	14	-	8
2	866	792	754	735	26	5827	86	671
3	1098	115	79	69	1774	262	1	66
4	22	130	68	29	28	28	3	221
5	-	-	-	-	-	-	-	522
6	13	54	40	36	1	0	1	4152
7	3719	327	238	162	6	2896	54	512
8	897	48	47	47	3	288	0	91
9	27	8	8	7	1	121	12	7
10	15	94	41	15	1	31	7186	3469
11	-	-	-	-	-	-	-	3814
<b>Totali</b>	6724	1584	1290	1116	1846	9540	7345	13535

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	0	0	0	0
2	3	21	3	44	138
3	3	8	30	233	0
4	14	0	72	29	7
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	4	5	26	399	10
8	-	0	2	1	1
9	1	0	0	1	0
10	0	0	0	0	2
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	25	35	133	706	158

## Modena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	26	0	-	-	1	16	-	-
2	943	1019	970	946	34	7311	112	826
3	1534	237	156	128	3575	803	11	249
4	10	241	129	45	3	8	10	43
5	-	-	-	-	-	-	-	523
6	18	66	42	34	0	-	1	5035
7	5325	454	333	227	9	4109	71	692
8	943	52	52	52	3	335	0	101
9	105	37	36	34	2	465	26	22
10	60	108	51	24	2	91	6213	4104
11	-	-	-	-	-	-	-	3545
<b>Totali</b>	8965	2214	1769	1490	3630	13137	6445	15138

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	3	26	4	54	174
3	14	87	64	608	1
4	0	75	118	20	15
5	-	-	-	-	-
6	-	0	3	0	-
7	6	7	37	572	14
8	-	0	2	1	1
9	3	1	0	4	2
10	0	1	0	0	6
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	28	198	229	1260	213

## Bologna

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	146	3	2	2	8	24	1	13
2	1265	1141	1087	1060	45	8230	126	946
3	401	66	59	51	457	1037	0	32
4	21	105	36	24	19	434	29	35
5								802
6	8	130	85	75	0	0	0	6498
7	8232	700	508	348	14	6492	122	1003
8	1324	61	61	60	27	696	0	174
9	208	76	74	69	7	983	50	32
10	134	97	56	35	3	157	4166	5550
11	-	-	-	-	-	-	-	6031
<b>Totali</b>	11739	2379	1967	1723	579	18053	4494	21116

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	1	0	0	0	0
2	4	24	4	51	187
3	3	2	23	128	0
4	0	3	14	3	26
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	9	11	55	824	22
8	-	0	2	1	1
9	7	2	1	9	4
10	1	1	0	0	10
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	24	49	99	1026	253

## Ferrara

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	1042	35	9	3	120	112	1	4
2	406	369	351	343	13	2676	40	306
3	1576	79	46	22	206	491	4	41
4	83	261	168	128	67	503	62	794
5	-	-	-	-	-	-	-	296
6	3	61	40	37	0	1	0	3120
7	2185	195	143	97	4	1746	32	329
8	1324	73	73	73	4	467	0	141
9	100	88	84	77	7	1005	8	25
10	109	109	64	40	4	199	3349	9265
11	-	-	-	-	-	-	-	655
<b>Totali</b>	6829	1269	977	820	426	7199	3496	14978

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	3	2	0	0	0
2	1	10	1	20	64
3	3	1	11	14	0
4	0	0	5	0	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	3	16	252	6
8	-	0	3	1	1
9	7	2	0	9	4
10	1	1	0	1	13
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	19	20	37	297	89

## Ravenna

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	1887	59	58	57	292	1191	10	185
2	466	443	422	411	14	3224	47	373
3	473	42	37	16	420	79	0	59
4	547	156	68	55	506	612	7	271
5	-	-	-	-	-	-	-	329
6	16	17	12	9	2	-	-	3048
7	2543	222	163	111	4	1984	35	365
8	3274	281	270	259	83	657	0	264
9	88	54	51	48	2	628	30	17
10	140	108	66	35	2	86	4280	3124
11	-	-	-	-	-	-	-	1317
<b>Totali</b>	9446	1392	1154	1010	1327	8504	4411	9353

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	13	10	416	8	0
2	2	10	2	20	77
3	1	2	9	79	0
4	1	1	265	55	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	3	18	279	7
8	22	1	1031	8	1
9	5	1	1	8	3
10	0	1	0	0	6
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	46	30	1741	460	94

## Forlì - Cesena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	453	646	615	600	19	4535	72	503
3	276	13	4	4	57	54	-	3
4	40	14	9	8	36	2	3	56
5	-	-	-	-	-	-	-	296
6	0	49	34	31	0	-	-	3672
7	2992	250	181	125	5	2367	43	393
8	635	35	35	35	2	272	0	76
9	89	17	16	15	3	225	27	12
10	14	384	262	131	1	35	5336	2142
11	-	-	-	-	-	-	-	5269
<b>Totali</b>	<b>4499</b>	<b>1407</b>	<b>1155</b>	<b>949</b>	<b>123</b>	<b>7490</b>	<b>5482</b>	<b>12422</b>

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	2	17	3	35	110
3	1	0	6	1	0
4	-	11	8	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	4	18	276	8
8	-	0	1	1	1
9	2	1	1	2	1
10	0	0	0	0	2
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	<b>7</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>315</b>	<b>121</b>

## Rimini

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	CO (t)	NH <sub>3</sub> (t)	COVnm (t)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	413	594	566	552	18	4186	66	463
3	80	6	6	5	39	50	-	15
4	20	9	5	1	2	3	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	291
6	0	21	16	14	0	-	-	2261
7	2312	181	133	93	4	1895	30	315
8	207	12	12	12	1	71	0	22
9	49	7	7	7	1	89	14	5
10	8	33	21	11	0	15	702	829
11	-	-	-	-	-	-	-	1199
<b>Totali</b>	3090	863	765	694	65	6309	813	5401

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	1	15	2	32	101
3	0	1	7	431	0
4	0	0	0	1	7
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	2	3	14	211	5
8	-	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0
10	0	0	0	0	1
11	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	5	19	24	675	115