



**AGGIORNAMENTO DELL'INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI IN
ATMOSFERA DELL'EMILIA-ROMAGNA
RELATIVO ALL'ANNO 2021
(INEMAR-ER 2021)**

Rapporto finale

Ottobre 2024

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

Sabina Bellodi - APA Centro

Margherita Cantini - APA Ovest

Daniele Foscoli – APA Est

Simona Maccaferri - Direzione Tecnica

Maria Elena Manzini - APA Ovest

Samuele Marinello - APA Est

Claudia Pironi - APA Ovest

Veronica Rumberti - Direzione Tecnica

Silvia Sandrini - APA Est

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

1. Introduzione	5
2. Aggiornamento dell'inventario: il sistema INEMAR, i fattori di emissione e l'organizzazione dei dati	6
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	13
2.1.5. Modulo porti	14
2.1.6. Modulo discariche	15
2.1.7. Modulo agricoltura	17
2.1.8. Modulo biogeniche	17
2.2. Fattori di emissione	18
3. Risultati	19
3.1. Macrosettore 1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	25
3.1.1. Produzione di energia elettrica (0101)	25
3.1.2. Teleriscaldamento (0102)	26
3.1.3. Raffinerie (0103)	26
3.1.4. Compressori per tubazioni (0105)	26
Stime provinciali e totali per il macrosettore 1	27
3.2. Macrosettore 2 - Combustione non industriale	28
3.2.1. Impianti commerciali ed istituzionali (0201)	28
3.2.2. Impianti residenziali (0202)	29
Stime provinciali e totali per il macrosettore 2	31
3.3. Macrosettore 3 - Combustione industriale	34
Stime provinciali e totali per il macrosettore 3	35
3.4. Macrosettore 4 - Processi produttivi	36
Stime provinciali e totali per il macrosettore 4	38
3.5. Macrosettore 5 - Estrazione e distribuzione combustibili	39
Stime provinciali e totali per il macrosettore 5	40
3.6. Macrosettore 6 - Uso di solventi	41
3.6.1. Verniciatura (0601)	42
3.6.2. Sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica (0602)	43
3.6.3. Produzione o lavorazione di prodotti chimici (0603)	43
Stime provinciali e totali per il macrosettore 6	44
3.7. Macrosettore 7 - Trasporto su strada	45
7.1. Confronto fra le stime dell'inventario 2021 e dell'inventario 2019	51
Stime provinciali e totali per il macrosettore 7	53
3.8. Macrosettore 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	54
3.8.1. Ferrovie (0802)	54
3.8.2. Porti (0804)	55

3.8.3. Aeroporti (0805)	56
3.8.4. Mezzi in agricoltura (0806)	57
Stime provinciali e totali per il macrosettore 8	59
3.9. Macrosettore 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	60
3.9.1. Incenerimento rifiuti (0902)	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
3.10. Macrosettore 10 - Agricoltura	65
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
3.11. Macrosettore 11 - Altre sorgenti	71
3.11.1. Foreste (1111, 1112)	71
Stime provinciali e totali per il macrosettore 11	72
Allegato 1. Classificazione delle attività con emissioni in atmosfera	73
Allegato 2. Moduli generici	83
Modulo polveri fini	83
Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per i diversi macroinquinanti	84
Allegato 4. Tabelle riassuntive per provincia	88
Piacenza	88
Parma	89
Reggio - Emilia	90
Modena	91
Bologna	92
Ferrara	93
Ravenna	94
Forlì - Cesena	95
Rimini	96

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 2021 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

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.

A seguito della fase di revisione interna, l'aggiornamento è stato 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 ottobre 2024.

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 dell'inventario è stato impiegato il software INEMAR 7 (versione 7.0.10 maggio 2021, descritta nel seguito) con i fattori di emissione aggiornati al 2023.

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 2023" (www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023) 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, Movimentazione polveri.

Per la compilazione dell'inventario sono stati utilizzati tutti i moduli ad eccezione di Riscaldamento (in quanto i dati di input non sono disponibili), Serbatoi, Distribuzioni temporali e Movimentazione polveri (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 sono sintetizzati nella seguente tabella.

modulo	approccio	fonti emissioni	Emissioni
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 2021 è stato impiegato per i macrosettori 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9.

La compilazione è stata svolta dalle sedi Arpae 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 770 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.

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 nei dati di input e in alcuni aspetti del 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.

A differenza della compilazione degli inventari degli anni precedenti, per l'inventario 2021 sono stati utilizzati dati relativi ai flussi di traffico elaborati per l'intero bacino padano nell'ambito del progetto PREPAIR (www.lifeprepare.eu/index.php/progetto/).

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).

Per la compilazione dell’inventario 2021, anche curve di deflusso e profili temporali sono stati resi disponibili all’interno del progetto PREPAIR. Tali flussi prevedono la circolazione di motocicli anche sugli archi stradali del grafo.

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. Sono inoltre stati modificati alcuni fattori di emissione per gli inquinanti NOx, COV e CO per i motocicli.

Le emissioni diffuse riguardano le emissioni non associabili ad un percorso definito e sono stimate 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.

Sostanziali le modifiche riguardanti i dati di input. Oltre al già citato impiego di dati di flussi di traffico elaborati nell'ambito del progetto PREPAIR, per la compilazione dell'inventario 2021 ci si è avvalsi di un dato più preciso di consumi di metano da autotrazione, fornito da Federmetano, e anche il parco veicolare è stato fornito ad un maggiore dettaglio. In particolare: è stata effettuata una suddivisione dei mezzi pesanti in base all'utilizzo, se per trasporto merci o passeggeri (creazione di due nuovi settori); il parco ciclomotori fornito dal MIT vede per la prima volta la presenza di Microcar (alimentazione a gasolio) e un ancor più elevato numero di mezzi senza definizione di categoria euro per i 2 tempi e per la prima volta anche per i 4 tempi. Permangono le modifiche intervenute già nella compilazione del 2019; si rimanda al relativo Rapporto finale per i dettagli.

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]

$NUM_MOVIMENTI_{i,k,w}$ 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

$EMT_{z,i,j,k}$ 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_z è il fattore di emissione per ogni tipo di mezzo a terra z (kg/min)

$TEMPO_SPEC_FUNZ_{z,i,j}$ 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, utilizzato da APA Est.

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.

La metodologia seguita è stata di tipo bottom-up in quanto le SAU provinciali disponibili presso l'ufficio statistico regionale per l'anno di riferimento (2021) 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 2023 delle linee guida europee EMEP-EEA (Technical report No 06/2023), disponibile al seguente indirizzo:

www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023

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_x)
- 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 (SO₂)
- Monossido di carbonio (CO)
- Ammoniaca (NH₃)
- 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

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_x, che sono importanti precursori della formazione di particolato e di ozono, contribuiscono il trasporto su strada (MS7) per il 46%, 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 NH₃, 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 SO₂, importante precursore della formazione di particolato secondario, anche a basse concentrazioni.

Il CO è emesso dalla combustione domestica (MS2) per circa il 44% e dai trasporti su strada (MS7) per il 38%.

In figura 3.1. e tabella successiva sono riportate le emissioni regionali stimate per il 2021 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.

Fonti emissive principali	Contributo % sul totale degli inquinanti
Combustione non industriale	55% di PM10 (di cui 99.5% da impianti domestici a biomassa) 11% di NOx 44% di CO (di cui il 92% da impianti domestici a biomassa)
Trasporto su strada	19% di PM10 (di cui circa 28% da veicoli diesel e il 65% da usura) 46% di NOx (di cui 93% da veicoli diesel) 12% di COV (di cui circa il 60% da ciclomotori e motocicli) 38% di CO
Combustione industriale	4% di PM10 15% di NOx 71% di SO ₂
Produzione energia e trasformazioni combustibili	1% di PM10 7% di NOx 2% di SO ₂
Allevamenti e coltivazioni	5% di PM10 1% di NOx 97% di NH ₃ (di cui 77% da reflui)

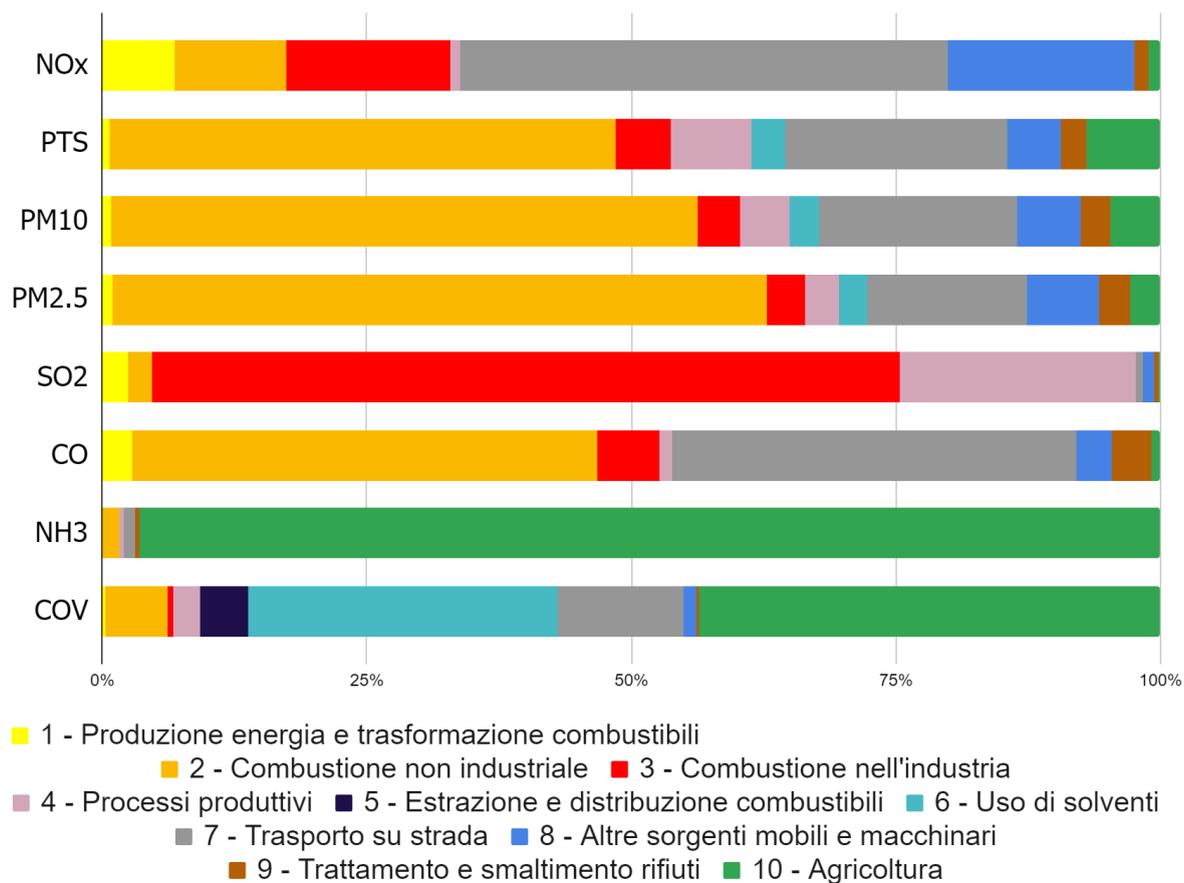


Figura 3.1. Ripartizione percentuale delle stime emissive fra i diversi macrosettori.

In riferimento ai diversi tipi di combustibile si rileva che il consumo del gasolio per autotrasporto (diesel) è responsabile di circa il 62% delle emissioni di NO_x, 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.

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori

	NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2,5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COV (t)
MS1	3956	88	85	83	226	2782	14	274
MS2	6140	5991	5706	5564	215	43254	665	4912
MS3	8934	655	415	323	6534	5744	19	461
MS4	559	956	482	289	2068	1196	156	2066
MS5	-	-	-	-	-	-	-	3782
MS6	51	401	278	240	1	19	2	24413
MS7	26721	2633	1932	1357	56	37548	447	9988
MS8	10156	630	621	612	99	3265	2	1031
MS9	788	305	292	272	43	3754	173	129
MS10	683	879	484	255	15	804	41106	36449
MS11	-	-	-	-	-	-	-	34949
totali	57989	12538	10295	8997	9257	98366	42583	118446

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 ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm(t)
diesel	33041	989	986	986	69	7862	111	1579
metano	13462	408	20	2	404	10839	58	1408
combustibili marini	1766	173	164	156	61	227	0	119
benzina senza piombo	1310	126	126	126	11	25897	211	8672
legna e pellet	896	1	5675	0	139	39281	668	4147
bitume	557	1			37	10		14
gas petrolio liquido (GPL)	415	6	6	6	0	4749	88	442
rifiuti solidi urbani	374	3	3	3	16	58	10	22
gasolio	286	23	21	21	154	40	0	10
kerosene	151	2	2	1	13	166		43
olio combustibile	79	13	10	9	492	66	0	3
altri	591	298	288	267	93	4101	7	103
totale	52927	2042	7301	1578	1489	93297	1153	16561

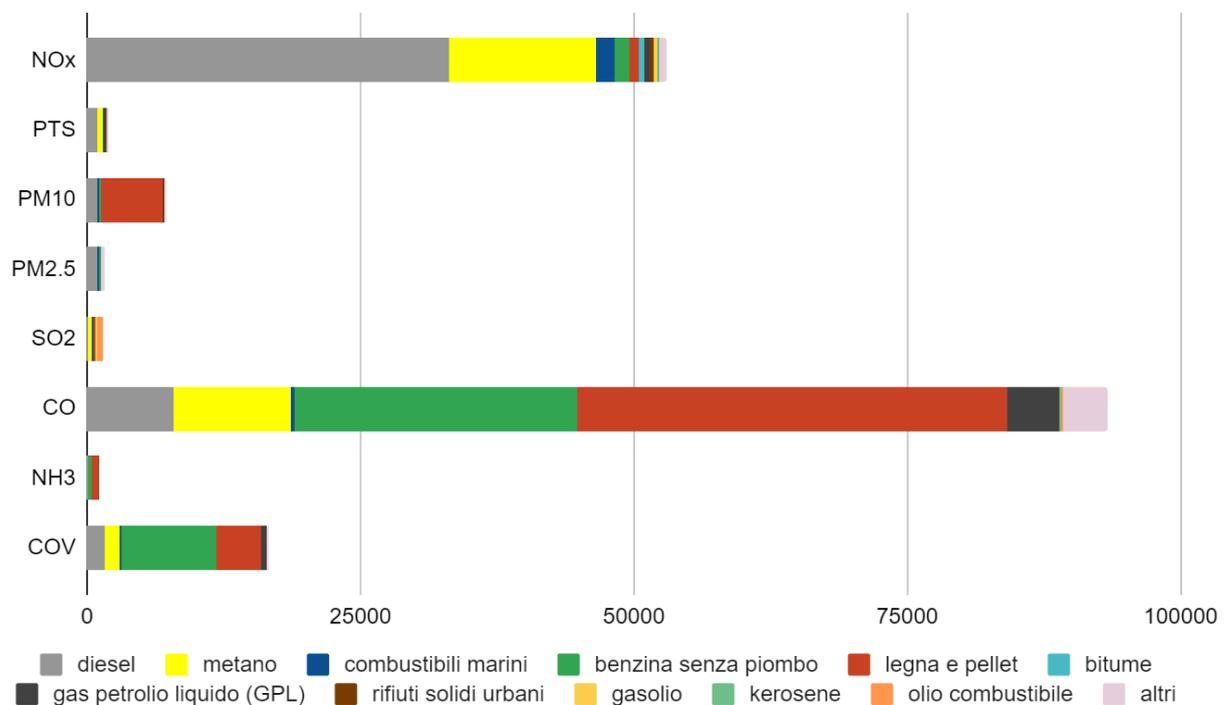


Figura 3.2. Ripartizione delle emissioni dei principali inquinanti per combustibili

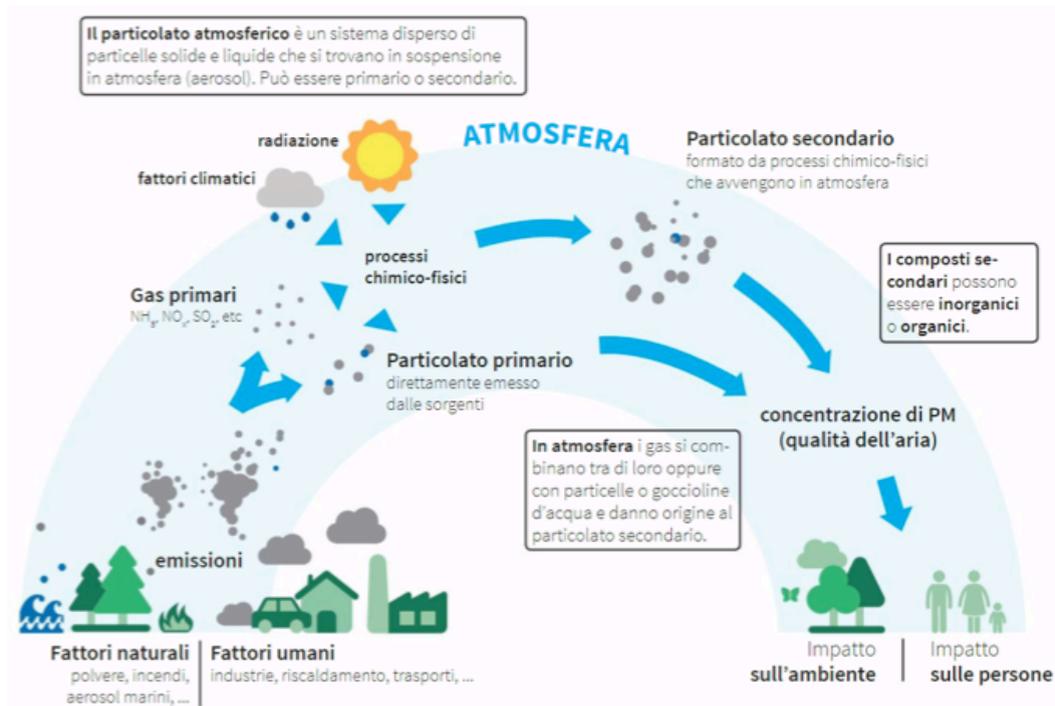


Figura 3.3. Il particolato atmosferico primario e secondario

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 è di origine secondaria, ovvero dovuta ai processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (NH_3 , NO_x , 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 dagli operatori delle sedi di Arpae territorialmente competenti.

3.1.1. Produzione di energia elettrica (0101)

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 ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021

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

Tabella 3.1.1.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute alla produzione di energia elettrica							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2,5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
3687	85	82	80	196	2710	14	240

3.1.2. Teleriscaldamento (0102)

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.

Tabella 3.1.2.1. Stima emissioni di macroinquinanti da teleriscaldamento							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2,5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
125	1	1	1	6	40	0	14

3.1.3. Raffinerie (0103)

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

I risultati sono riportati in Tabella 3.1.3.1.

Tabella 3.1.3.1. Stima emissioni di macroinquinanti da raffinerie							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2,5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
28	1	1	1	21	4	0	2

3.1.4. Compressori per tubazioni (0105)

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

I risultati sono riportati in Tabella 3.1.4.1.

Tabella 3.1.4.1. Stima emissioni di macroinquinanti dovute a compressori per tubazioni							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2,5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
117	2	1	1	3	28	-	18

Stime provinciali e totali per il macrosettore 1

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	851	5	5	5	7	1193		46
Parma	14	0	0	0	0	13	0	5
Reggio Emilia	47	0	0	0	1	16		8
Modena	26	0			1	16		
Bologna	186	3	2	2	6	26	0	10
Ferrara	916	4	3	2	130	155	3	5
Ravenna	1917	76	75	73	79	1363	11	200
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-	-	-	-
totali	3956	88	85	83	226	2782	14	274

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	3	15	34	102	0
Parma	0	0	0	0	0
Reggio Emilia	0	0	0	0	0
Modena					
Bologna	0	0	0	0	0
Ferrara	3	6	0	0	4
Ravenna	14	6	444	8	0
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-
totali	21	27	478	110	4

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 le valutazioni dell'Osservatorio Energia Rifiuti e Siti contaminati.

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.

Tabella 3.2.1.1 Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
consumo di combustibile	GJ	comunale	Arpae ⁽³⁾	2021
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	Statistiche nazionali consumi ⁽³⁾	2021

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. unmig.mise.gov.it/dgsaie/ambiti/

3. Fornitura diretta da parte di Osservatorio Energia Rifiuti e Siti contaminati - Arpae

Tabella 3.2.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti commerciali ed istituzionali							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
2488	15	14	14	39	1908		352

3.2.2. Impianti residenziali (0202)

La stima dell'emissione dei diversi inquinanti associata alle vendite/consumi di diversi combustibili (metano, 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) 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 emmissive (classificazione a stelle) corrispondenti alla vigente normativa.

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 3.2.2.2.

Tabella 3.2.2.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
metano distribuito	GJ	provinciale comunale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽¹⁾ Arpae – Osservatorio energia ⁽²⁾ progetto PREPAIR ⁽³⁾	2021
GPL distribuito	GJ	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽¹⁾ progetto PREPAIR ⁽³⁾	2021
consumi legna	GJ	regionale comunale	indagine CATI/CAWI nell'ambito del progetto PREPAIR ⁽³⁾	2019
tipologia impianti a legna	%	regionale comunale	indagine CATI/CAWI nell'ambito del progetto PREPAIR ⁽³⁾	2019
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	Statistiche nazionali consumi ⁽⁴⁾	2021
1. dgsaie.mise.gov.it/bollettino-petrolifero 2. Fornitura diretta da parte di Osservatorio energia - Arpae 3. www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/10/D3_Report-sul-bilancio-energetico_Rev3_per_pubblicazione.pdf 4. Fornitura diretta da parte di Osservatorio Energia Rifiuti e Siti contaminati - Arpae				

Tabella 3.2.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti residenziali							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
3651	5975	5690	5549	176	41346	665	4561

Stime provinciali e totali per il macrosettore 2

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	365	548	522	509	17	3845	62	423
Parma	691	720	686	669	25	5160	81	584
Reggio Emilia	935	758	722	705	29	5609	84	645
Modena	977	957	911	888	34	6922	106	786
Bologna	1351	1073	1021	996	45	7836	118	909
Ferrara	420	346	330	322	13	2538	37	292
Ravenna	497	425	405	395	16	3101	46	357
Forlì - Cesena	483	606	577	563	19	4294	68	479
Rimini	421	558	531	518	18	3949	63	438
totali	6140	5991	5706	5564	215	43254	665	4912

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	1	15	2	30	93
Parma	2	19	3	40	121
Reggio Emilia	3	20	3	42	129
Modena	3	25	4	52	163
Bologna	4	28	4	59	179
Ferrara	1	9	1	19	60
Ravenna	2	11	2	24	73
Forlì - Cesena	2	16	2	33	103
Rimini	1	15	2	31	95
totali	21	159	25	330	1017

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

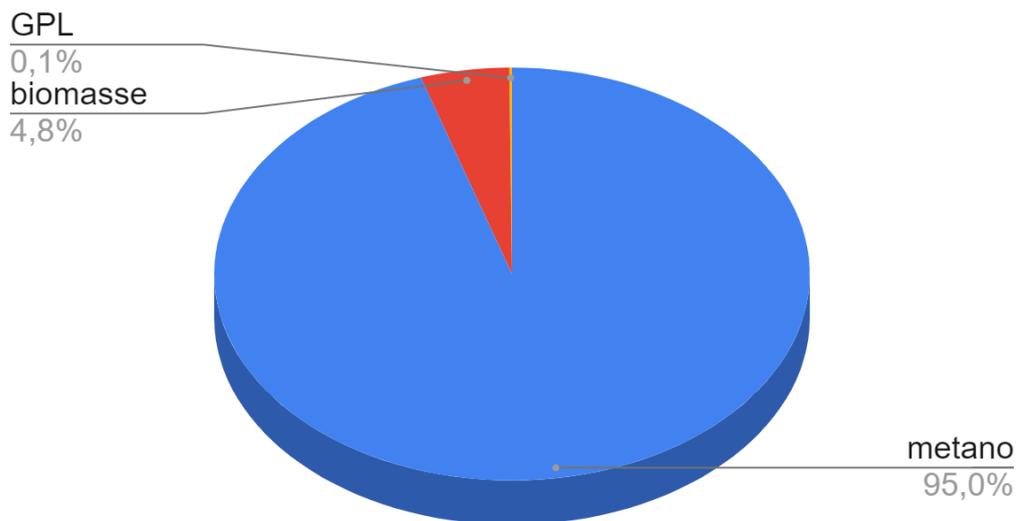


Figura 3.2.1. Ripartizione percentuale dei consumi fra i diversi combustibili per il MS2

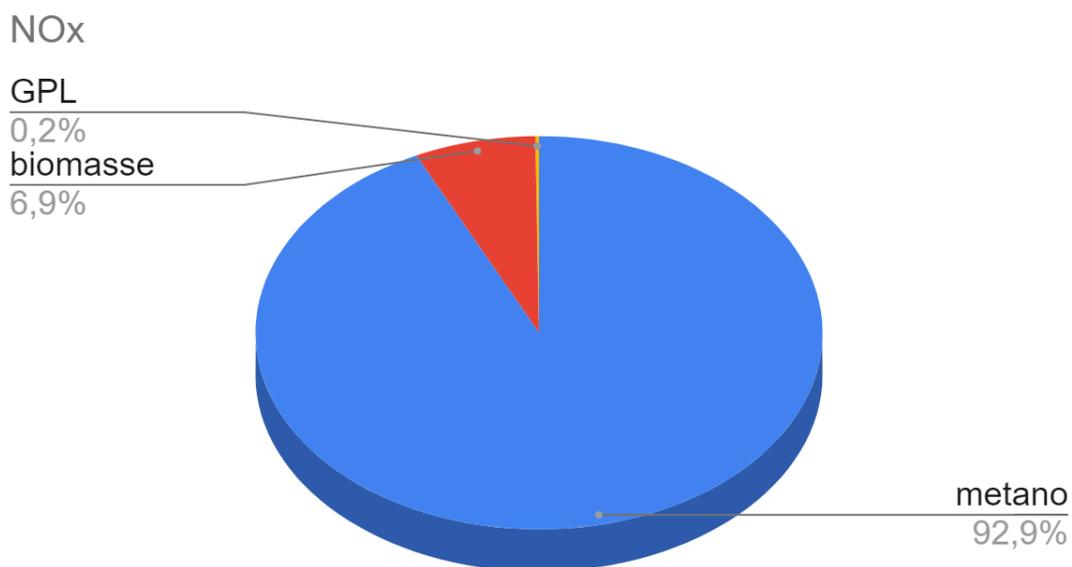


Figura 3.2.2. Contributo dei diversi combustibili all'emissione di NOx per il MS2

PM10

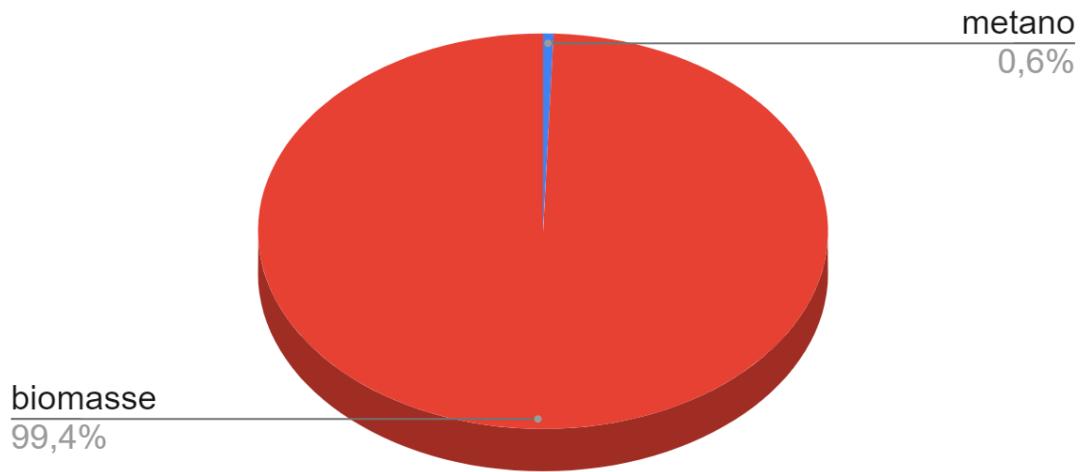


Figura 3.2.3. Contributo dei diversi combustibili all'emissione di PM₁₀ per il MS2

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.

Tabella 3.3.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021

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

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	1749	46	6	5	162	1908	4	131
Parma	507	16	15	11	185	91	-	25
Reggio Emilia	1180	128	89	71	1687	356	0	74
Modena	1834	242	160	131	3395	951	11	114
Bologna	624	95	62	52	534	1750	0	31
Ferrara	1572	85	52	30	183	410	4	45
Ravenna	1029	21	18	11	151	173	-	23
Forlì - Cesena	286	13	5	5	136	53	-	4
Rimini	153	9	8	7	101	51	-	15
totali	8934	655	415	323	6534	5744	19	461

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	20	12	50	138	0
Parma	27	18	25	232	0
Reggio Emilia	3	8	28	228	0
Modena	15	94	61	622	2
Bologna	3	2	23	129	0
Ferrara	10	4	14	523	0
Ravenna	1	1	6	82	0
Forlì - Cesena	1	0	20	1	0
Rimini	0	1	5	48	0
totali	80	139	231	2004	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 circa 500 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 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.

Tabella 3.4.1. Fonti dati

variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Frazione del limite autorizzato ⁽¹⁾	2021
quantità prodotta	dipendente dall'indicatore	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021

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 4

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	0	12	2	1	85	0	0	3
Parma	2	19	10	9	0	0	-	566
Reggio Emilia	27	130	71	32	41	29	8	218
Modena	10	262	140	47	3	8	10	36
Bologna	20	88	29	19	3	420	4	6
Ferrara	85	183	111	81	66	560	84	1061
Ravenna	351	199	70	61	1838	176	47	119
Forlì - Cesena	46	15	9	8	31	1	3	58
Rimini	18	48	41	32	1	3	-	-
totali	559	956	482	289	2068	1196	156	2066

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	0	2	1	472	-
Parma	7	5	55	31	-
Reggio Emilia	14	3	156	27	9
Modena	0	24	109	26	16
Bologna	0	13	10	3	9
Ferrara	0	0	4	0	-
Ravenna	3	18	971	90	-
Forlì - Cesena	-	11	-	-	-
Rimini	0	0	0	1	7
totali	24	76	1307	649	40

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.

Tabella 3.5.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
quantità estratta	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
benzina venduta	tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽³⁾	2021
numero distributori	Numero	comunale	Archivio ASIA - ISTAT ⁽⁴⁾	2021
metano distribuito	m ³	provinciale comunale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁵⁾ Progetto PREPAIR ⁽⁶⁾	2021 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. <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>
4. fornitura diretta da parte di ISPRA
5. dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp
6. www.lifeprepare.eu

Stime provinciali e totali per il macrosettore 5

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	-	-	-	-	-	-	-	271
Parma	-	-	-	-	-	-	-	375
Reggio Emilia	-	-	-	-	-	-	-	552
Modena	-	-	-	-	-	-	-	567
Bologna	-	-	-	-	-	-	-	825
Ferrara	-	-	-	-	-	-	-	329
Ravenna	-	-	-	-	-	-	-	329
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-	-	-	271
Rimini	-	-	-	-	-	-	-	263
totali	-	-	-	-	-	-	-	3782

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

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 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.

Per la compilazione delle attività produttive sono stati impiegati i dati dell'archivio ASIA degli addetti per unità locale del 2021 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 nazionali 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.

Tabella 3.6.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata	tonnellate / kg tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata quantità lavorata	tonnellate tonnellate m ²	nazionale	ISPRA ⁽³⁾	2021
popolazione residente	unità	comunale	ISTAT ⁽⁴⁾	2021
numero addetti, numero aziende	unità	comunale	Archivio ASIA - ISTAT ⁽⁴⁾	2021
<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. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae</p> <p>3. fornitura diretta da parte di ISPRA</p> <p>4. fornitura diretta su richiesta da parte del Servizio statistica, comunicazione, sistemi informativi geografici, partecipazione della regione Emilia Romagna</p>				

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.

Tabella 3.6.1.1. Stima emissioni di macroinquinanti per la verniciatura							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
12	273	181	181	1	13	0	13179

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

I risultati sono riportati in Tabella 3.6.2.1.

Tabella 3.6.2.1. Stima emissioni di macroinquinanti per sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica.							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
-	25	24	24	-	-	-	37

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.

Tabella 3.6.3.1. Stima emissioni di macroinquinanti per produzione o lavorazione di prodotti chimici							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
20	120	72	52	0	1	1	6712

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.

Tabella 3.6.4.1. Stima emissioni di macroinquinanti per altro uso di solventi e relative attività							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
19	36	27	10	0	5	0	4485

Stime provinciali e totali per il macrosettore 6

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	1	11	8	7	0	12		1772
Parma	8	21	15	13	0	6	0	1804
Reggio Emilia	0	58	42	38	0	0	0	3295
Modena	21	74	49	39	0	-	1	4203
Bologna	11	81	60	50	0	0	0	4663
Ferrara	3	64	42	39	0	1	0	2485
Ravenna	8	22	13	10	0	-	-	1625
Forlì - Cesena	0	50	35	32	0	-	-	3007
Rimini	-	19	14	12	-	-	-	1558
totali	51	401	278	240	1	19	2	24413

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	-	0	0	0	-
Parma	-	0	0	0	-
Reggio Emilia	-	0	0	0	-
Modena	-	0	3	0	-
Bologna	-	0	0	0	-
Ferrara	-	0	0	0	-
Ravenna	-	0	0	0	-
Forlì - Cesena	-	0	0	0	-
Rimini	-	0	0	0	-
totali	-	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.

I risultati per attività e per tipo di combustibile sono riportati nelle Tabelle 3.7.6, 3.7.7, 3.7.8, 3.7.9, 3.7.10, 3.7.11, 3.7.12 e 3.7.13.

I risultati complessivi sono riportati al termine di questo capitolo.

Per dettagli sull'aggiornamento dei dati di input si rimanda al paragrafo 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, 3.7.4 e 3.7.5.

Tra il 2019 e il 2021 ha avuto luogo un buon ricambio del parco veicolare con un leggero incremento del numero di veicoli totali circolanti (+ 1%).

L'incremento maggiore del numero di veicoli si riscontra nelle automobili, nei ciclomotori (maggior numero di ciclomotori in generale, con nuova tipologia Microcar considerata e con un notevole aumento della quota di non identificati) e nei veicoli commerciali leggeri (VCL).

Tabella 3.7.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
composizione parco circolante	numero veicoli per tipo veicolo, combustibile, cilindrata, categoria euro	regionale	ACI ⁽¹⁾ MIT ⁽²⁾	2021
grafo (elenco archi)	lunghezza, capacità, velocità, flussi per tipo veicolo riferito ad un'ora di riferimento	regionale	Progetto PREPAIR ⁽³⁾	2021
curve di deflusso	-	regionale	Progetto PREPAIR ⁽³⁾	2021
profilo temporale	-	regionale	Progetto PREPAIR ⁽³⁾	2021
consumo combustibile	tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁴⁾ Federmetano	2021

1. Tutti i veicoli tranne ciclomotori fonte ACI, elaborato da ARPA Lombardia
2. Ciclomotori, fornitura tramite ISPRA
3. www.lifepreparepair.eu/index.php/azioni/air-quality-and-emission-evaluation/#toggle-id-11
4. <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>

Tabella 3.7.2. Parco automobili per categoria euro e tipo di carburante							
Categoria Euro	benzina verde	diesel	elettrico	GPL	ibrida	metano	totali
Conventional		24039		16643		8733	49415
ECE 15/04	141974						141974
Euro 1 - 91/441/EEC	33382	7006		4180		2146	46714
Euro 2 - 94/12/EC	106431	36108		10544		6634	159717
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	108859	117865		10330		9065	246119
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	286775	227119		103375	588	68262	686119
Euro 5 - EC 715/2007	148427	297217		66117	4794	53439	569994
Euro 6 - EC 715/2007	152501	292794		122469	36424	57376	661564
Euro 6d-temp 2017-2019	113565	115344			27123		256032
Euro 6d 2020+	58405	35490			13950		107845
Elettrico			7927				7927
Totali	1150319	1152982	7927	333658	82879	205655	2933420

Tabella 3.7.3. Parco veicoli commerciali leggeri per categoria euro e tipo di carburante					
Categoria Euro	benzina verde	diesel	GPL	metano	totali
Conventional	3917	29859	942	635	35353
Euro 1 - 93/59/EEC	1051	17782	302	167	19302
Euro 2 - 96/69/EC	1598	37663	222	246	39729
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	1474	57394	326	894	60088
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	1661	56466	1616	5287	65030
Euro 5 - EC 715/2007	692	47108	849	4190	52839
Euro 6 - EC 715/2007	341	23851	2613	5679	32484
Euro 6d-temp 2018-2020	1291	37268			38559
Euro 6d 2021+	804	13416			14220
totali	12829	320807	6870	17098	357604

Tabella 3.7.4. Parco veicoli commerciali pesanti trasporto merci per categoria euro e tipo di carburante		
Categoria Euro	benzina verde	diesel
Conventional	764	12640
Euro 1 - 91/542/EEC Stage I		3108
Euro 2 - 91/542/EEC Stage II		7762
Euro 3 – 1999/96/EC Step 1		12243
Euro 4 - 1999/96/EC Step 2		2849
Euro 5 - 1999/96/EC Step 3		11110
Euro 6 – Reg EC 595/2009		15801
totali	764	65513

Tabella 3.7.5. Parco veicoli commerciali pesanti trasporto passeggeri per categoria euro e tipo di carburante			
Categoria Euro	elettrico	diesel	metano
Conventional		312	
Euro 1 - 91/542/EEC Stage I		99	
Euro 2 - 91/542/EEC Stage II		701	27
Euro 3 – 1999/96/EC Step 1		1142	20
Euro 4 - 1999/96/EC Step 2		378	
Euro 5 - 1999/96/EC Step 3		1352	
EEV			514
Euro 6 – Reg EC 595/2009		1661	
ND	890		
totali	890	5645	561

Il parco automobili si è orientato verso altri tipi di alimentazione, meno inquinanti (GPL, ibrido, elettrico). I veicoli commerciali leggeri invece mostrano un incremento nel numero di veicoli alimentati a gasolio e GPL.

Il parco mezzi pesanti adibito a trasporto merci ha subito un piccolo decremento (- 1%).

Il parco dedicato al trasporto pubblico locale mostra un buon ricambio.

Tabella 3.7.6. Stima emissioni di macroinquinanti per automobili (0701)							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
9209	1160	806	518	25	17229	382	1444

Tabella 3.7.7. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli commerciali leggeri (0702)							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
5984	489	388	289	10	2404	30	275

Tabella 3.7.8. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli pesanti merci (0703)							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
10422	774	554	393	19	2901	28	469

Tabella 3.7.9. Stima emissioni di macroinquinanti per ciclomotori (0704)							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
151	105	99	92	0	7673	1	4398

Tabella 3.7.10. Stima emissioni di macroinquinanti per motocicli (0705)							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
152	63	53	43	1	7124	3	1596

Tabella 3.7.11. Stima emissioni evaporative per veicoli a benzina (0706)							
COVnm (t)							
1779							

Tabella 3.7.12. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli pesanti passeggeri (0707)							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
802	41	31	21	1	216	1	27

Tabella 3.7.13. Stima emissioni di macroinquinanti per combustibili e per usura

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
benzina verde	1309	126	126	126	11	25756	211	8648
diesel	24803	534	534	534	44	5131	109	734
GPL	403	6	6	6	0	4746	88	441
metano	206	2	2	2	0	1915	38	165
usura		1965	1264	689				
totale	26721	2633	1932	1357	56	37548	447	9988

NOx

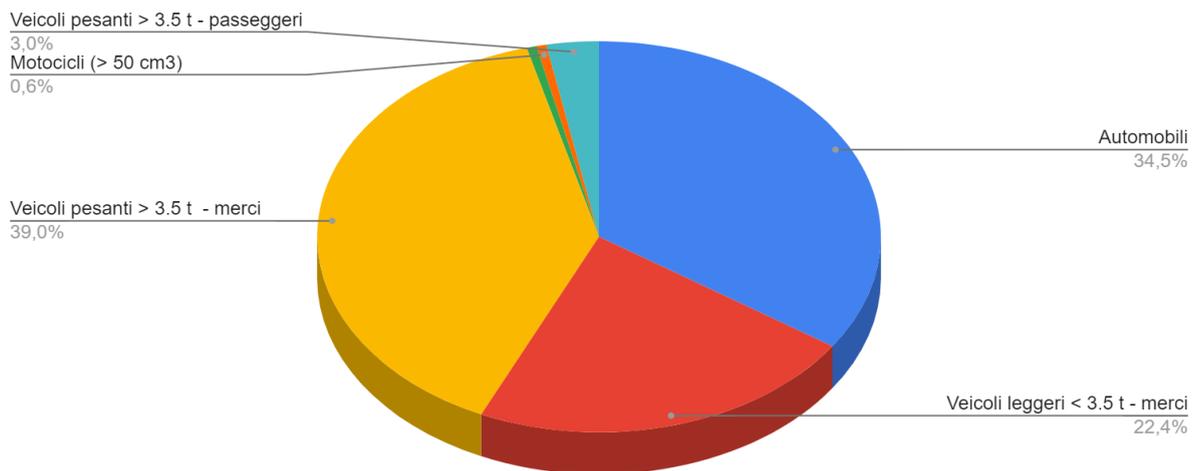


Figura 3.7.1. Ripartizione percentuale dei contributi delle diverse tipologie di veicoli all'emissione di NOx

PM10

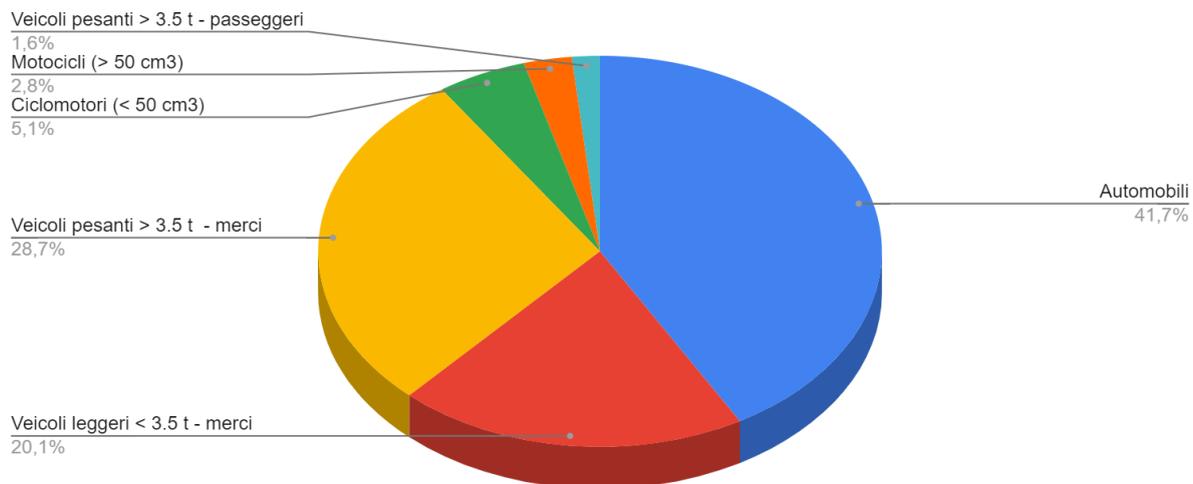


Figura 3.7.2. Ripartizione percentuale dei contributi delle diverse tipologie di veicoli all'emissione di PM₁₀

NOx

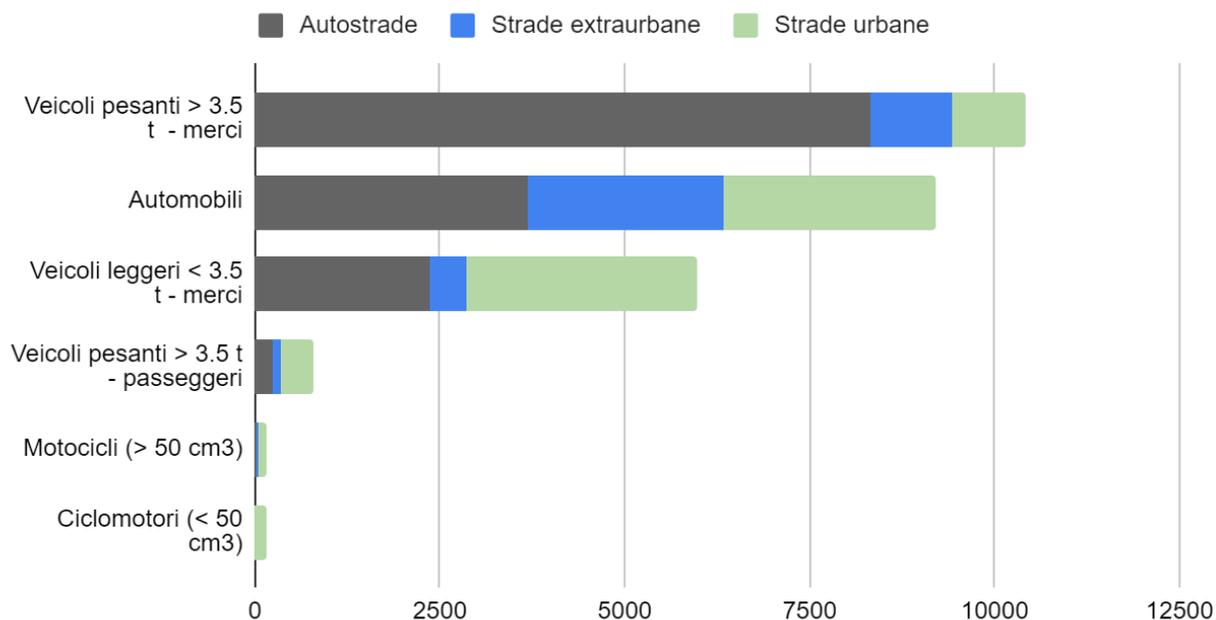


Figura 3.7.3. Ripartizione dei contributi delle diverse tipologie di veicoli e ambiti di percorrenza all'emissione di NOx

PM10

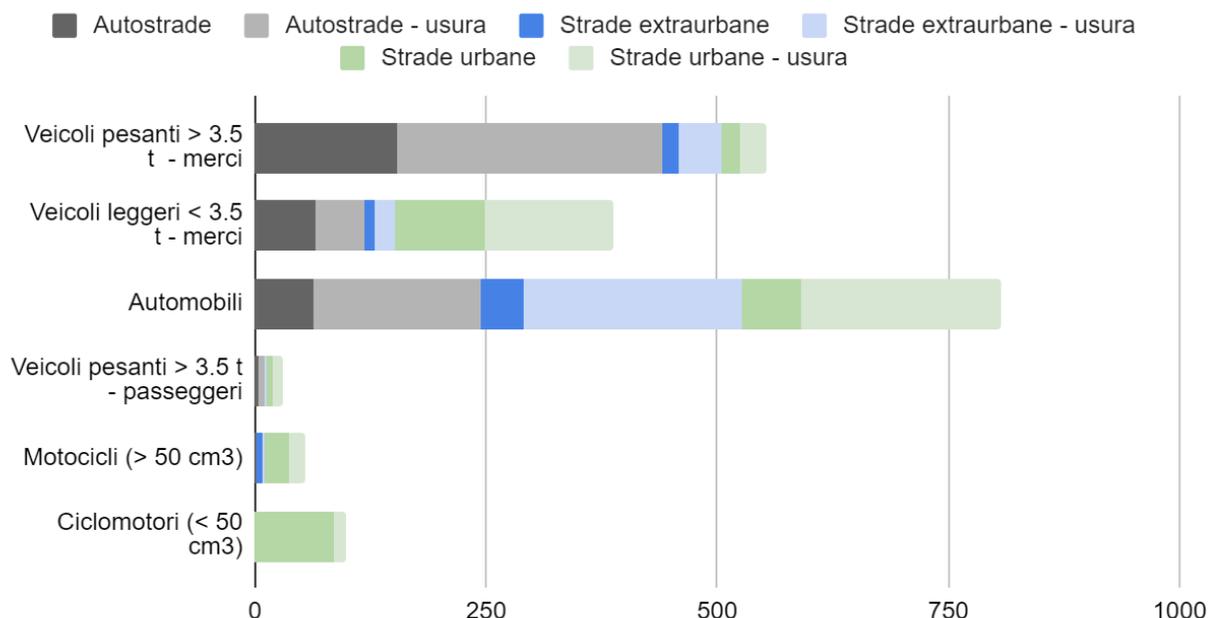


Figura 3.7.4. Ripartizione dei contributi delle diverse tipologie di veicoli e ambiti di percorrenza all'emissione di PM₁₀

7.1. Confronto fra le stime dell'inventario 2021 e dell'inventario 2019

Le modifiche ai dati di input, rispetto alla compilazione relativa al 2019, hanno comportato alcune variazioni nelle emissioni complessive di macroinquinanti.

Inoltre i risultati sembrano rispecchiare anche la situazione emergenziale pandemica, ancora presente nel 2021.

Nel 2021 si nota un generale calo delle emissioni da trasporti su strada, rispetto al 2019, con evidenze più marcate per NO_x e con l'eccezione di CO e COV che mostrano un aumento.

Diverse sono le cause che vi concorrono.

Sicuramente i diversi dati di input rivestono un ruolo determinante, in particolare i flussi. Il rinnovo del parco veicolare contribuisce alla riduzione delle emissioni.

Il parco ciclomotori 4T è "affetto" dalla presenza di una notevole quota di non definiti (senza categoria legislativa specificata), mancante nel 2019 che, coerentemente con la metodologia impiegata da Ispra, sono considerati come appartenenti alla categoria Euro 0 con alimentazione a benzina. Il parco motocicli, alimentato a benzina, ha subito un incremento sostanziale di

veicoli. Queste variazioni nei parchi dei veicoli a 2 ruote sono responsabili dell'incremento delle emissioni di CO e COV.

Vi sono poi probabili segnali dell'influenza delle misure emergenziali di limitazione alla circolazione delle persone dovute alla pandemia, ancora vigenti nel 2021 (zone rosse-arancioni-gialle, coprifuoco, *smart working*): sono visibili uno sbilanciamento del consumo di combustibili benzina e gasolio, con la quota parte di combustibile dedicata al traffico in autostrada e strade extraurbane, che cala per la benzina ed aumenta per il gasolio, e viceversa, con l'aumento della quota di benzina consumata per gli spostamenti in ambito urbano. Questo si riflette sulle emissioni: le emissioni delle automobili su ciclo di guida autostrada e strade extraurbane, indipendentemente dal tipo di alimentazione, mostrano una generale diminuzione per tutti gli inquinanti; le emissioni di auto a benzina aumentano su ciclo di guida urbano, calano invece quelle delle auto diesel.

Le emissioni dei VCL calano su autostrade e strade extraurbane ed aumentano su ciclo di guida urbano.

Inoltre vi è un aumento generalizzato delle emissioni di mezzi pesanti su autostrada ed una discreta riduzione per i mezzi pesanti che circolano su strade extraurbane ed urbane. Il confronto delle percorrenze è in buon accordo con l'andamento delle emissioni.

Stime provinciali e totali per il macrosettore 7

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	2408	222	162	115	5	2846	36	689
Parma	3247	300	220	155	7	4044	49	1025
Reggio Emilia	3152	306	228	159	6	4258	44	1197
Modena	3785	390	287	200	8	5740	65	1554
Bologna	7329	683	499	352	15	9022	113	2293
Ferrara	1135	129	97	68	3	2399	21	746
Ravenna	1699	187	138	96	4	2967	33	855
Forlì - Cesena	2486	253	182	129	5	3613	52	906
Rimini	1481	162	118	83	3	2659	33	723
totali	26721	2633	1932	1357	56	37548	447	9988

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	2	3	15	224	5
Parma	4	5	22	325	7
Reggio Emilia	4	5	24	369	7
Modena	5	6	31	468	10
Bologna	8	11	49	729	17
Ferrara	2	2	10	159	3
Ravenna	3	3	15	227	5
Forlì - Cesena	3	4	17	244	7
Rimini	2	3	12	176	5
totali	32	41	196	2921	66

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.

Tabella 3.8.1.1 Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
lunghezza linee ferroviarie non elettrificate	km	comunale	Arpae servizio cartografico ⁽¹⁾	2021
numero treni		comunale	Orario Tper ⁽²⁾	2021
consumo gasolio per km	l/km	regionale	ARPAV ⁽³⁾	2013
1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale 2. https://www.tper.it/servizio-ferroviario 3. www.arpa.veneto.it/arpav/pagine-generiche/convegno-interreg-iii-valutazione-integrata-della-qualita-dellaria-in-val-belluna				

Tabella 3.8.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti per le linee ferroviarie non elettrificate							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
95	3	3	2	1	19	0	8

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 presso APA Est - Ravenna.

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.

Tabella 3.8.2.1 Fonti dati			
variabile INEMAR	unità di misura	fonti	anno
arrivi/partenze	numero operazioni	Capitaneria del porto di Ravenna ⁽¹⁾	2021
composizione flotta	numero di navi per tipo		
1. fornitura diretta			

Tabella 3.8.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti per il porto di Ravenna calcolate con INEMAR							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1766	173	164	156	61	227	-	119

Tabella 3.8.2.3. Stima emissioni di macroinquinanti per il porto di Ravenna calcolate con BUH				
NOx (t)	PTS (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	COVnm (t)
2348	114	371	296	140

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.

Tabella 3.8.3.1 Fonti dati			
variabile INEMAR	unità di misura	fonti	anno
quantità di decolli/atterraggi per modello di aereo	numero operazioni	SAB - Aeroporto Marconi di Bologna ⁽¹⁾	2021
tempi caratteristici per le fasi di landing and take off cycles (LTO)	minuti	SAB - Aeroporto Marconi di Bologna ⁽¹⁾ ARPA Lombardia ⁽²⁾	2021
quantità mezzi a terra suddivisi per tipologia	numero mezzi	ARPA Lombardia ⁽²⁾	2021
1. fornitura diretta da parte di SAB (Società aeroporto Bologna) 2. fornitura ARPA Lombardia, dati relativi all'aeroporto di Orio al Serio			

Tabella 3.8.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti per l'aeroporto di Bologna							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
154	2	2	2	13	173	0	43

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 ⁽¹⁾	2021
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							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
8141	452	452	452	24	2846	2	861

Stime provinciali e totali per il macrosettore 8

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	1109	62	62	62	3	369	0	114
Parma	888	49	49	49	3	295	0	91
Reggio Emilia	936	51	50	50	3	305	0	95
Modena	978	54	54	54	3	341	0	103
Bologna	1183	59	59	59	16	547	0	155
Ferrara	1450	80	80	80	4	501	0	153
Ravenna	2794	230	221	213	65	587	0	227
Forlì - Cesena	613	34	34	34	2	250	0	71
Rimini	205	11	11	11	1	70	0	21
totali	10156	630	621	612	99	3265	2	1031

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	-	0	2	1	1
Parma	-	0	2	1	1
Reggio Emilia	-	0	2	1	1
Modena	-	0	2	1	1
Bologna	-	0	2	1	1
Ferrara	-	0	3	1	1
Ravenna	17	1	803	6	1
Forlì - Cesena	-	0	1	1	1
Rimini	-	0	0	0	0
totali	17	3	818	13	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 attività di cremazione popolano il settore 0909 e sono censite 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.

3.9.1. Incenerimento rifiuti (0902)

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.

Tabella 3.9.1.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2021
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Oss. En. Rif. Arpae ⁽³⁾	2021

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 di Arpae
3. elaborazioni Arpae su dati provenienti dal sistema ORSO

Tabella 3.9.1.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di rifiuti							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
391	3	3	3	16	62	11	22

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.

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

Tabella 3.9.2.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo biogas captato	Nm ³	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Arpae ⁽³⁾	2021
composizione biogas	%	puntuale	Gestori ⁽²⁾ Arpae ⁽³⁾	2021
quantitativo di rifiuti trattati	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Arpae ⁽³⁾	2021
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				

Tabella 3.9.2.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'interramento di rifiuti							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
103	0	0	0	2	122	3	21

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

Le emissioni derivanti dall'incenerimento di rifiuti agricoli sono state stimate sulla base dei dati riportati in Tabella 3.9.3.1, mediante l'impiego del *modulo diffuse* con l'applicazione della

seguinte 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.

Tabella 3.9.3.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
produzione annuale colture	tonnellate	provinciale	ISTAT ⁽¹⁾	2021
quote dei vari residui e frazione dei campi con abbruciamento			ISPRA ⁽²⁾	2021
SAU per tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura ⁽²⁾ ISTAT ⁽¹⁾	2010 2021
1. agri.istat.it/ 2. fornitura diretta su richiesta 3. dati-censimentoagricoltura.istat.it/				

Tabella 3.9.3.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di rifiuti agricoli							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
203	296	288	267	7	3563	-	78

3.9.4. Cremazione (0909)

Le emissioni prodotte dagli impianti di cremazione sono stimate mediante il *modulo puntuali* impiegando l'indicatore di attività ove non disponibili misure puntuali.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.4.1. I risultati sono riportati in Tabella 3.9.4.2.

Tabella 3.9.4.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
numero salme	unità	regionale	SOCREM ⁽¹⁾	2021
decessi	unità	provinciale	ISTAT ⁽²⁾	2021
1. www.socrem.bologna.it 2. www.istat.it/it/archivio/4216				

Tabella 3.9.4.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di corpi							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
76	2	0	0	15	6	-	1

3.9.5. Altri trattamenti di rifiuti (0910)

Le emissioni sono stimate mediante il *modulo puntuale* 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.

Tabella 3.9.5.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Arpae ⁽³⁾	2021
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				

Tabella 3.9.5.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute ad altri trattamenti di rifiuti							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
15	3	2	2	2	1	159	6

Stime provinciali e totali per il macrosettore 9

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	67	18	17	16	3	216	16	7
Parma	103	18	16	14	12	198	3	8
Reggio Emilia	28	10	10	9	1	142	12	8
Modena	96	34	33	30	2	423	29	20
Bologna	184	70	68	63	13	876	50	28
Ferrara	108	89	85	79	3	1059	7	27
Ravenna	47	45	43	40	2	546	27	15
Forlì - Cesena	86	15	14	13	3	203	28	11
Rimini	68	8	7	7	4	90	1	5
totali	788	305	292	272	43	3754	173	129

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	3	2	6	13	1
Parma	4	2	4	14	1
Reggio Emilia	1	0	0	1	1
Modena	3	1	1	4	2
Bologna	6	2	1	8	4
Ferrara	8	2	1	10	5
Ravenna	4	1	0	5	2
Forlì - Cesena	1	0	1	3	1
Rimini	1	0	0	1	0
totali	32	11	14	58	16

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 2021 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_x e NH₃ 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.

Tabella 3.10.1.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
SAU per le diverse tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura ⁽¹⁾ ISTAT ⁽²⁾	2010 2021
quantità di azoto nel fertilizzante	tonnellate	provinciale nazionale	fertilizzante venduto: ISTAT ⁽²⁾ tenore di azoto per tipologia di fertilizzante: ISTAT ⁽²⁾	2021 2021
1. dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. agri.istat.it/				

Tabella 3.10.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alle coltivazioni con fertilizzanti							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
610	-	-	-	-	-	8717	25643

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 NH₃ si è impiegato il *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione:

$$E_i = SAU_j * FE_i$$

in cui SAU_j è la superficie occupata da coltivazioni foraggere per ogni comune

e FE_i 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.

Tabella 3.10.2.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
SAU per le diverse tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura ⁽¹⁾ ISTAT ⁽²⁾	2010 2021
1. dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. agri.istat.it/				

Tabella 3.10.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alle coltivazioni senza fertilizzanti							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
-	-	-	-	-	-	776	10682

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

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.

Tabella 3.10.3.1. Fonti dati

variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
produzione annuale colture	tonnellate	provinciale	ISTAT ⁽¹⁾	2021
quote dei vari residui e frazione dei campi con abbruciamento			ISPRA ⁽²⁾	2021
SAU per tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura ⁽³⁾ ISTAT ⁽¹⁾	2010 2021
1. agri.istat.it 2. fornitura diretta su richiesta 3. http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/				

Tabella 3.10.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti per la combustione di residui agricoli <i>in loco</i>							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
73	179	88	83	15	804	-	66

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 ⁽¹⁾ Ufficio statistico regionale ⁽²⁾	2021 2021
1. https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/ 2. fornitura diretta				

Tabella 3.10.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alla zootecnia							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
-	700	396	173	-	-	31613	58

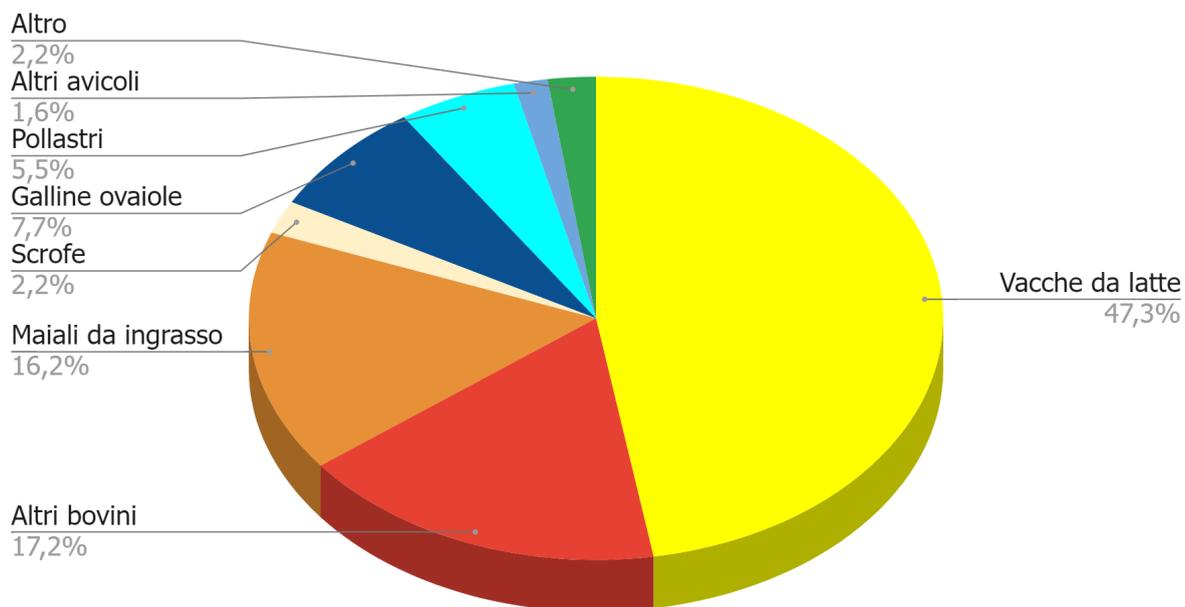


Figura 3.10.1. Ripartizione percentuale dell'emissione di NH₃ per le diverse specie allevate

Stime provinciali e totali per il macrosettore 10

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	123	66	29	14	1	68	6141	4171
Parma	27	79	35	16	1	53	6831	3698
Reggio Emilia	12	90	38	15	1	36	6699	3317
Modena	55	102	47	23	2	98	6014	4063
Bologna	157	89	50	32	3	170	3962	5403
Ferrara	109	104	58	39	4	232	3157	9336
Ravenna	177	75	43	24	2	87	4106	3415
Forlì - Cesena	16	248	167	84	1	42	3607	2179
Rimini	8	26	16	9	0	18	589	865
totali	683	879	484	255	15	804	41106	36449

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	0	0	0	0	5
Parma	0	0	0	0	4
Reggio Emilia	0	0	0	0	2
Modena	0	1	0	0	7
Bologna	1	1	0	0	11
Ferrara	1	1	0	1	15
Ravenna	0	1	0	0	6
Forlì - Cesena	0	0	0	0	3
Rimini	0	0	0	0	5
totali	3	5	1	2	54

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 ⁽¹⁾	2014
temperatura, radiazione solare, umidità per zona - media su 5 anni	°C, W/m ² , %	regionale/ provinciale	Arpae SIMC ⁽²⁾	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	4721
Parma	8398
Reggio Emilia	3814
Modena	3545
Bologna	6031
Ferrara	655
Ravenna	1317
Forlì - Cesena	5269
Rimini	1199
totali	34949

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 ≥ 300 MW
010102	Caldaie con potenza termica ≥ 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 ≥ 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 ≥ 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 ≥ 300 MW
030102	Caldaie con potenza termica ≥ 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
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 densita
040507	Polietilene ad alta densita
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 caffe'
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

060312 Finiture tessili

060314 Altro (pannelli truciolari impregnazione carta ecc...)

060403	Industria della stampa
060404	Estrazione di grassi e di oli alimentari e non
060405	Applicazione di colle e adesivi

MACROSETTORE 7 – Trasporto su strada

070101	Autostrade
070102	Strade extraurbane
070103	Strade urbane
070104	Autostrade - usura
070105	Strade extraurbane - usura
070106	Strade urbane - usura
070201	Autostrade
070202	Strade extraurbane
070203	Strade urbane
070204	Autostrade - usura
070205	Strade extraurbane - usura
070206	Strade urbane - usura
070301	Autostrade
070302	Strade extraurbane
070303	Strade urbane
070304	Autostrade - usura
070305	Strade extraurbane - usura
070306	Strade urbane - usura
070403	Strade urbane
070406	Strade urbane - usura
070501	Autostrade
070502	Strade extraurbane
070503	Strade urbane
070504	Autostrade - usura
070505	Strade extraurbane - usura
070506	Strade urbane - usura
070601	Autostrade

070602	Strade extraurbane
070603	Strade urbane
070801	Autostrade
070802	Strade extraurbane
070803	Strade urbane
070804	Autostrade - usura
070805	Strade extraurbane - usura
070806	Strade urbane - usura

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	Trattamento acque reflue industriali
091002	Trattamento 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	Foraggere
100301	Cereali
100401	Vacche da latte
100402	Altri bovini
100403	Ovini
100404	Maiali da ingrasso
100405	Cavalli
100406	Asini e muli
100407	Capre
100412	Scrofe
100414	Bufalini
100416	Conigli
100501	Vacche da latte
100502	Altri bovini
100503	Maiali da ingrasso
100504	Scrofe
100505	Ovini
100506	Cavalli
100507	Galline ovaiole
100508	Pollastri
100509	Altri avicoli (anatre oche ...)
100511	Capre
100512	Asini e muli
100514	Bufalini

100516	Conigli
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
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

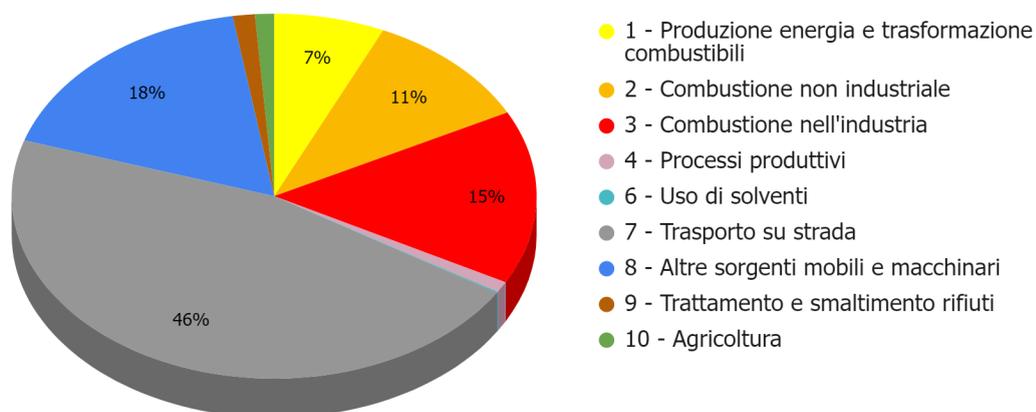


Figura A3.1. Ripartizione percentuale delle emissioni di NOx

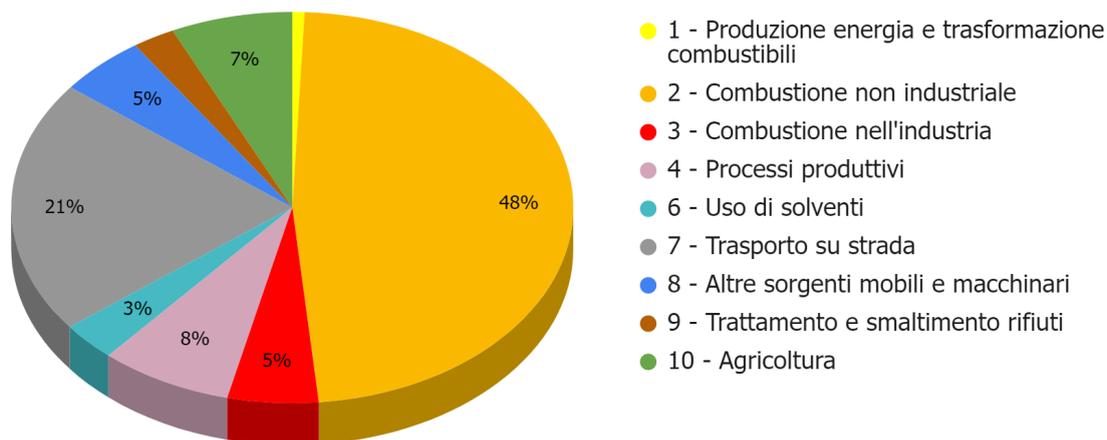


Figura A3.2. Ripartizione percentuale delle emissioni di PTS

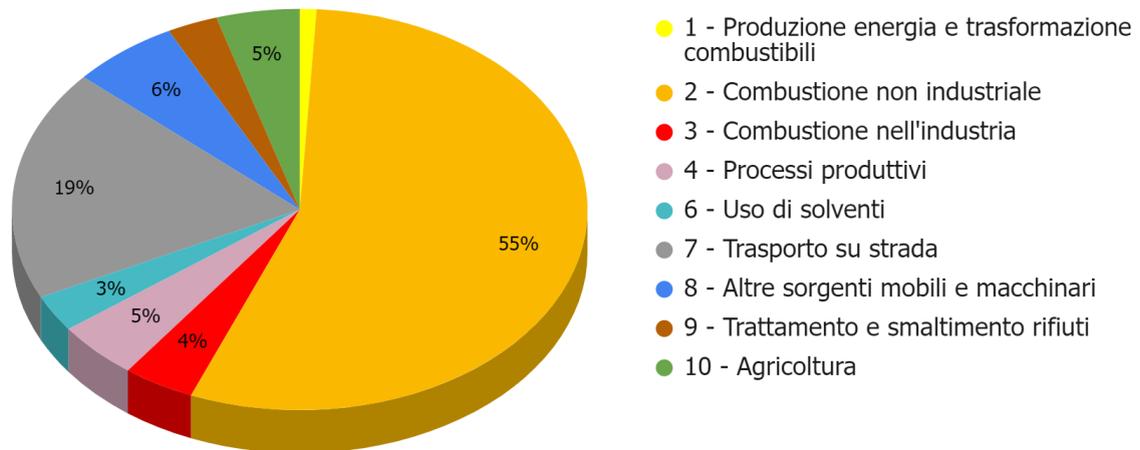


Figura A3.3. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM10

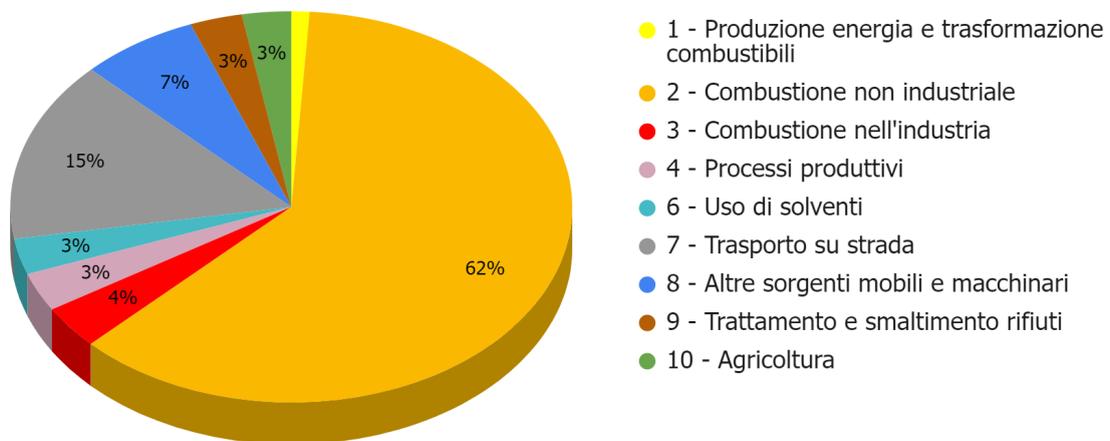


Figura A3.4. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM2.5

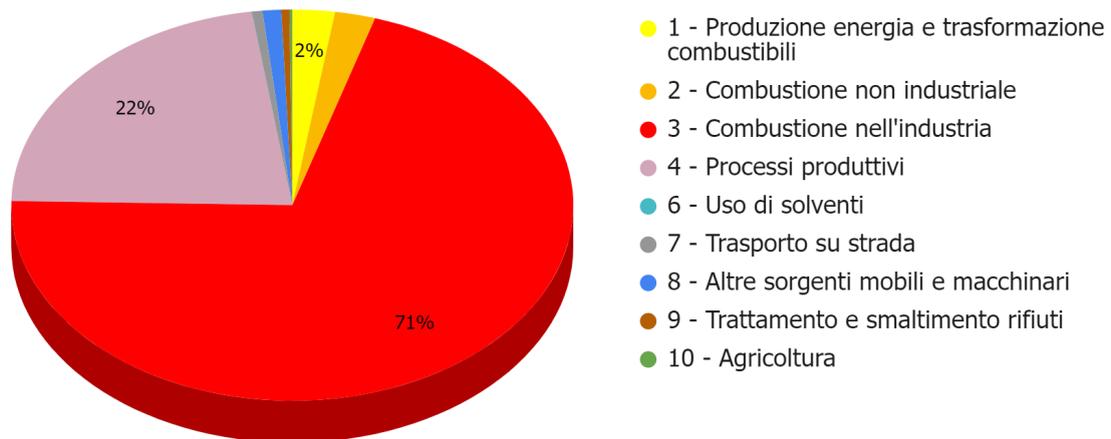


Figura A3.5. Ripartizione percentuale delle emissioni di SO₂

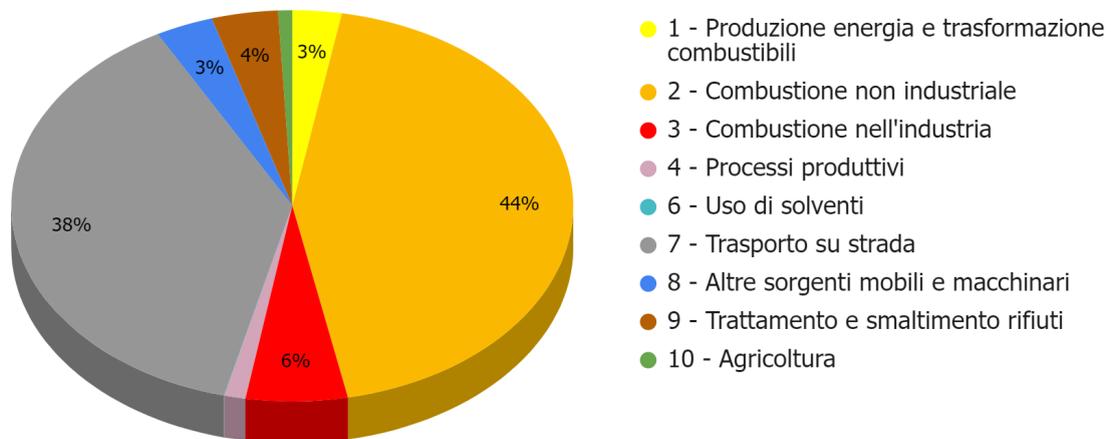


Figura A3.6. Ripartizione percentuale delle emissioni di CO

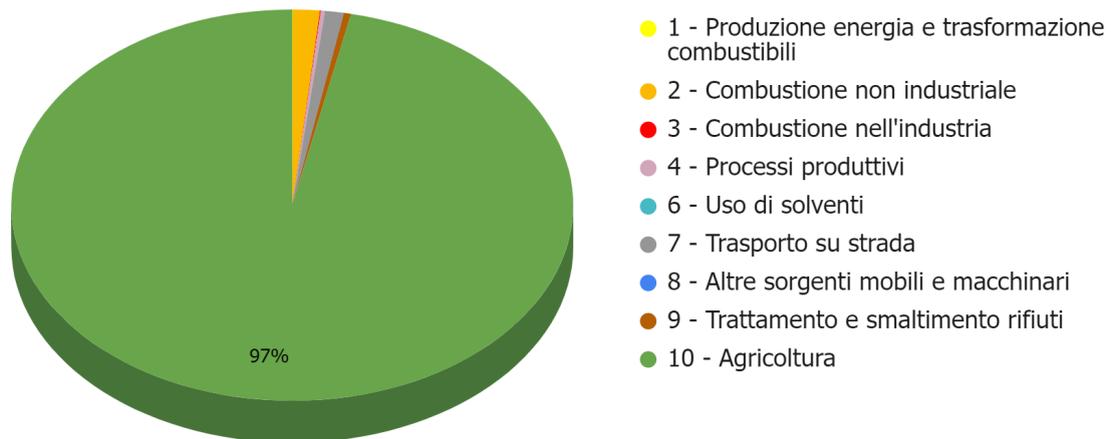


Figura A3.7. Ripartizione percentuale delle emissioni di NH_3

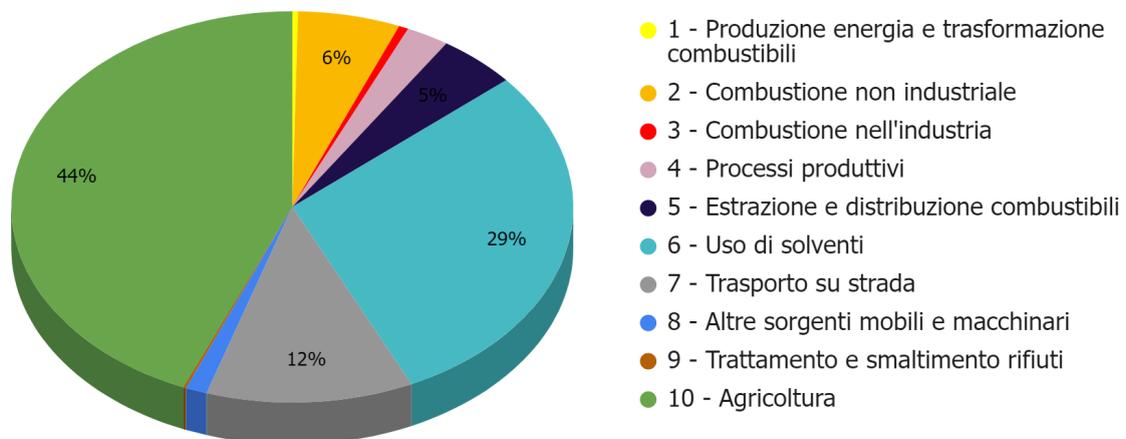


Figura A3.8. Ripartizione percentuale delle emissioni di COV

Allegato 4. Tabelle riassuntive per provincia

Piacenza

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	851	5	5	5	7	1193	-	46
2	365	548	522	509	17	3845	62	423
3	1749	46	6	5	162	1908	4	131
4	0	12	2	1	85	0	0	3
5	-	-	-	-	-	-	-	271
6	1	11	8	7	0	12		1772
7	2408	222	162	115	5	2846	36	689
8	1109	62	62	62	3	369	0	114
9	67	18	17	16	3	216	16	7
10	123	66	29	14	1	68	6141	4171
11	-	-	-	-	-	-	-	4721
Totali	6673	989	812	733	284	10458	6259	12348

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	3	15	34	102	0
2	1	15	2	30	93
3	20	12	50	138	0
4	0	2	1	472	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	2	3	15	224	5
8	-	0	2	1	1
9	3	2	6	13	1
10	0	0	0	0	5
11	-	-	-	-	-
Totali	30	50	111	980	104

Parma

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	14	0	0	0	0	13	0	5
2	691	720	686	669	25	5160	81	584
3	507	16	15	11	185	91	-	25
4	2	19	10	9	0	0	-	566
5	-	-	-	-	-	-	-	375
6	8	21	15	13	0	6	0	1804
7	3247	300	220	155	7	4044	49	1025
8	888	49	49	49	3	295	0	91
9	103	18	16	14	12	198	3	8
10	27	79	35	16	1	53	6831	3698
11	-	-	-	-	-	-	-	8398
Totali	5485	1222	1046	938	232	9860	6963	16579

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	0	0	0	0
2	2	19	3	40	121
3	27	18	25	232	0
4	7	5	55	31	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	4	5	22	325	7
8	-	0	2	1	1
9	4	2	4	14	1
10	0	0	0	0	4
11	-	-	-	-	-
Totali	45	49	110	643	134

Reggio - Emilia

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	47	0	0	0	1	16	-	8
2	935	758	722	705	29	5609	84	645
3	1180	128	89	71	1687	356	0	74
4	27	130	71	32	41	29	8	218
5	-	-	-	-	-	-	-	552
6	0	58	42	38	0	0	0	3295
7	3152	306	228	159	6	4258	44	1197
8	936	51	50	50	3	305	0	95
9	28	10	10	9	1	142	12	8
10	12	90	38	15	1	36	6699	3317
11	-	-	-	-	-	-	-	3814
Totali	6317	1531	1250	1078	1770	10751	6848	13224

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	0	0	0	0
2	3	20	3	42	129
3	3	8	28	228	0
4	14	3	156	27	9
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	4	5	24	369	7
8	-	0	2	1	1
9	1	0	0	1	1
10	0	0	0	0	2
11	-	-	-	-	-
Totali	25	36	214	668	149

Modena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	26	0	-	-	1	16	-	-
2	977	957	911	888	34	6922	106	786
3	1834	242	160	131	3395	951	11	114
4	10	262	140	47	3	8	10	36
5	-	-	-	-	-	-	-	567
6	21	74	49	39	0	-	1	4203
7	3785	390	287	200	8	5740	65	1554
8	978	54	54	54	3	341	0	103
9	96	34	33	30	2	423	29	20
10	55	102	47	23	2	98	6014	4063
11	-	-	-	-	-	-	-	3545
Totali	7782	2115	1681	1412	3449	14498	6237	14992

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	3	25	4	52	163
3	15	94	61	622	2
4	0	24	109	26	16
5	-	-	-	-	-
6	-	0	3	0	-
7	5	6	31	468	10
8		0	2	1	1
9	3	1	1	4	2
10	0	1	0	0	7
11	-	-	-	-	-
Totali	27	151	211	1173	199

Bologna

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	186	3	2	2	6	26	0	10
2	1351	1073	1021	996	45	7836	118	909
3	624	95	62	52	534	1750	0	31
4	20	88	29	19	3	420	4	6
5	-	-	-	-	-	-	-	825
6	11	81	60	50	0	0	0	4663
7	7329	683	499	352	15	9022	113	2293
8	1183	59	59	59	16	547	0	155
9	184	70	68	63	13	876	50	28
10	157	89	50	32	3	170	3962	5403
11	-	-	-	-	-	-	-	6031
Totali	11046	2241	1850	1625	634	20648	4249	20353

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	0	0	0	0
2	4	28	4	59	179
3	3	2	23	129	0
4	0	13	10	3	9
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	8	11	49	729	17
8	-	0	2	1	1
9	6	2	1	8	4
10	1	1	0	0	11
11	-	-	-	-	-
Totali	23	57	90	930	220

Ferrara

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	916	4	3	2	130	155	3	5
2	420	346	330	322	13	2538	37	292
3	1572	85	52	30	183	410	4	45
4	85	183	111	81	66	560	84	1061
5	-	-	-	-	-	-	-	329
6	3	64	42	39	0	1	0	2485
7	1135	129	97	68	3	2399	21	746
8	1450	80	80	80	4	501	0	153
9	108	89	85	79	3	1059	7	27
10	109	104	58	39	4	232	3157	9336
11	-	-	-	-	-	-	-	655
Totali	5798	1085	857	739	407	7855	3315	15133

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	3	6	0	0	4
2	1	9	1	19	60
3	10	4	14	523	0
4	0	0	4	0	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	2	2	10	159	3
8	-	0	3	1	1
9	8	2	1	10	5
10	1	1	0	1	15
11	-	-	-	-	-
Totali	25	25	34	714	89

Ravenna

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	1917	76	75	73	79	1363	11	200
2	497	425	405	395	16	3101	46	357
3	1029	21	18	11	151	173	-	23
4	351	199	70	61	1838	176	47	119
5	-	-	-	-	-	-	-	329
6	8	22	13	10	0	-	-	1625
7	1699	187	138	96	4	2967	33	855
8	2794	230	221	213	65	587	0	227
9	47	45	43	40	2	546	27	15
10	177	75	43	24	2	87	4106	3415
11	-	-	-	-	-	-	-	1317
Totali	8518	1280	1025	923	2156	9000	4270	8482

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	14	6	444	8	0
2	2	11	2	24	73
3	1	1	6	82	0
4	3	18	971	90	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	3	15	277	5
8	17	1	803	6	1
9	4	1	0	5	2
10	0	1	0	0	6
11	-	-	-	-	-
Totali	43	41	2240	442	88

Forlì - Cesena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	483	606	577	563	19	4294	68	479
3	286	13	5	5	136	53		4
4	46	15	9	8	31	1	3	58
5	-	-	-	-	-	-	-	271
6	0	50	35	32	0	-	-	3007
7	2486	253	182	129	5	3613	52	906
8	613	34	34	34	2	250	0	71
9	86	15	14	13	3	203	28	11
10	16	248	167	84	1	42	3607	2179
11	-	-	-	-	-	-	-	5269
Totali	4015	1234	1025	869	197	8457	3757	12256

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	2	16	2	33	103
3	1	0	20	1	0
4	-	11	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	4	17	244	7
8		0	1	1	1
9	1	0	1	3	1
10	0	0	0	0	3
11	-	-	-	-	-
Totali	7	33	42	283	114

Rimini

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	421	558	531	518	18	3949	63	438
3	153	9	8	7	101	51	-	15
4	18	48	41	32	1	3	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	263
6	-	19	14	12	-	-	-	1558
7	1481	162	118	83	3	2659	33	723
8	205	11	11	11	1	70	0	21
9	68	8	7	7	4	90	1	5
10	8	26	16	9	0	18	589	865
11	-	-	-	-	-	-	-	1199
Totali	2354	841	748	679	128	6839	685	5079

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	1	15	2	31	95
3	0	1	5	48	0
4	0	0	0	1	7
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	2	3	12	176	5
8	-	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0
10	0	0	0	0	1
11	-	-	-	-	-
Totali	5	18	20	257	108