



**AGGIORNAMENTO DELL'INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI IN
ATMOSFERA DELL'EMILIA-ROMAGNA
RELATIVO ALL'ANNO 2017
(INEMAR-ER 2017)**

**Rapporto finale
settembre 2020**

**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

Carla Barbieri - APA Centro

Sabina Bellodi - APA Centro

Federica Bernardi - APA Est

Alberto Berselli - APA Ovest

Margherita Cantini - APA Ovest

Daniele Foscoli – APA Est

Francesca Frigo - APA Ovest

Simona Maccaferri - Direzione Tecnica

Maria Elena Manzini - APA Ovest

Matteo Olivieri - APA Ovest

Elisa Pollini - APA Est

Veronica Rumberti - Direzione Tecnica

Antonella Sterni - APA Centro

Massimo Tedeschini - APA Centro

Pamela Ugolini - APA Metropolitana

Paolo Veronesi - APA Est

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	9
2.1.2. Modulo diffuse	10
2.1.3. Moduli traffico lineare e traffico diffuso	11
2.1.4. Modulo aeroporti	14
2.1.5. Modulo porti	15
2.1.6. Modulo discariche	16
2.1.7. Modulo agricoltura	17
2.1.8. Modulo biogeniche	18
2.1.9. Modulo foreste	18
2.2. Fattori di emissione	19
3. Risultati	20
3.1. Macrosettore 1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	26
3.1.1. Produzione di energia elettrica (0101)	26
3.1.2. Teleriscaldamento (0102)	27
3.1.3. Raffinerie (0103)	27
3.1.4. Compressori per tubazioni (0105)	28
Stime provinciali e totali per il macrosettore 1	29
3.2. Macrosettore 2 - Combustione non industriale	30
3.2.1. Impianti commerciali ed istituzionali (0201)	30
3.2.2. Impianti residenziali (0202)	31
Stime provinciali e totali per il macrosettore 2	33
3.3. Macrosettore 3 - Combustione industriale	35
Stime provinciali e totali per il macrosettore 3	36
3.4. Macrosettore 4 - Processi produttivi	37
Stime provinciali e totali per il macrosettore 4	39
3.5. Macrosettore 5 - Estrazione e distribuzione combustibili	40
Stime provinciali e totali per il macrosettore 5	41
3.6. Macrosettore 6 - Uso di solventi	42
3.6.1. Verniciatura (0601)	43
3.6.2. Sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica (0602)	43
3.6.3. Produzione o lavorazione di prodotti chimici (0603)	44
3.6.4. Altro uso di solventi e relative attività (0604)	44
Stime provinciali e totali per il macrosettore 6	45

3.7. Macrosettore 7 - Trasporto su strada	46
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)	61
3.9.2. Interramento di rifiuti solidi (0904)	62
3.9.3. Cremazione (0909)	63
3.9.4. Altri trattamenti di rifiuti (0910)	64
Stime provinciali e totali per il macrosettore 9	65
3.10. Macrosettore 10 - Agricoltura	66
3.10.1. Coltivazioni con fertilizzanti (1001)	66
3.10.1. Coltivazioni senza fertilizzanti (1002)	67
3.10.3. Zootecnia (1004, 1005, 1009, 1010)	68
Stime provinciali e totali per il macrosettore 10	71
3.11. Macrosettore 11 - Altre sorgenti e assorbimenti	72
3.11.1. Foreste (1111, 1112)	72
3.11.2. Assorbimento di CO ₂ (1131)	73
4. Aggiornamento modulo traffico e ricalcolo stime emissive relative al 2015	75
Allegato 1. Classificazione delle attività con emissioni in atmosfera	79
Allegato 2. Moduli generici	95
Modulo polveri fini	95
Modulo emissioni aggregate	95
Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per ogni macroinquinante	97
Allegato 4. Tabelle riassuntive per provincia	103
Piacenza	103
Parma	104
Reggio - Emilia	105
Modena	106
Bologna	107
Ferrara	108
Ravenna	109
Forlì - Cesena	110
Rimini	111

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 di inquinanti atmosferici e gas climalteranti, 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 e mitigazione dei cambiamenti climatici.

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 2017 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/dettaglio_generale.asp?id=3056&idlivello=1691

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 Centro Tematico Regionale Metrologia Rifiuti e Siti contaminati. La compilazione è stata avviata nel mese di maggio 2019 da parte del gruppo di lavoro Arpae appositamente costituito. La prima versione completa dell'inventario è stata prodotta nel mese di gennaio 2020. Contestualmente è stata avviata la fase di revisione interna al gruppo di lavoro, che si è conclusa nel mese di febbraio 2020. La versione revisionata è stata presentata e distribuita 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 2020.

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 2017 è stato impiegato il software INEMAR 7 (versione 7.0.9 luglio 2019, descritta nel seguito) con i fattori di emissione aggiornati al 2019.

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

Per alcune attività si è proceduto al ricalcolo del 2015 a causa dell'aggiornamento del corrispondente modulo di calcolo, come descritto nelle sezioni corrispondenti.

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 2016, aggiornata al 2018 per alcune parti" (<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>) 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 comprende 11 macrosettori, 56 settori e 360 categorie (o attività).

I macrosettori sono i seguenti:

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.

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 delle stime delle emissioni secondo le diverse tecnologie, sono suddivisi in moduli di calcolo:

- Puntuali
- Diffuse
- Traffico
- Aeroporti
- Porti
- Discariche
- Agricoltura
- Biogeniche
- Foreste
- Serbatoi
- Riscaldamento
- Speciazione
- Polveri fini
- Emissioni Aggregate
- Distribuzioni temporali

Per la compilazione dell'inventario 2017 sono stati utilizzati tutti i moduli ad eccezione di Riscaldamento (in quanto i dati di input non sono disponibili), Serbatoi e Distribuzioni temporali (perché non si sono resi necessari).

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

I moduli Polveri fini, Emissioni Aggregate e Speciazione, in quanto moduli di secondo livello, che intervengono trasversalmente sui dati processati dagli altri moduli, sono illustrati nell'Allegato 3. 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 2017 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
foreste	misto	diffuse	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 2017 è stato impiegato per i macrosettori 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9.

La compilazione è stata svolta dalle sedi Arpa che hanno provveduto all'individuazione degli impianti rilevanti nei territori di competenza (tutti gli impianti con autorizzazioni AIA, impianti con autorizzazione di settore ed emissioni superiori a 10 t/a per PTS e COVNM e 250 t/a per NO_x), alla raccolta, elaborazione e inserimento dei dati per quasi 800 stabilimenti in totale.

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

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

ogni attività

- emissioni annue
- numero di addetti ove disponibile.

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 versione INEMAR 7.0.9 del 2019 esegue la stima delle emissioni da traffico mediante algoritmi diversi dalle precedenti versioni, frutto dell'evoluzione metodologica in ambito EEA, che ha implementato la nuova metodologia COPERT (V), e della profonda revisione attuata per ovviare ad alcuni inconvenienti (vedi Cap 4).

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.

I dati relativi ai flussi di traffico utilizzati per la stima di tali emissioni, derivanti dall'applicazione del modello di calcolo e di assegnazione dei flussi SIMT, sono stati resi disponibili dal "Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio" della Regione Emilia-Romagna.

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

- parco circolante suddiviso per tipologia di veicolo, tipo di combustibile utilizzato, categoria legislativa, classe di cilindrata
- consumi per i diversi combustibili (benzina, diesel, metano, GPL, elettrico)
- percorrenze medie annue e velocità medie per tipologia di percorso effettuato (urbano, extraurbano, autostradale)
- pendenza stradale
- condizioni climatiche
- carico trasportato.

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

Per stimare le emissioni lineari a caldo è inoltre necessario avere a disposizione i flussi su arco, cioè il numero di passaggi delle differenti classi veicolari sui diversi archi della rete, in quanto la metodologia COPERT stima le emissioni a partire da curve di emissione "speed dependent",

cioè i fattori di emissione sono definiti in funzione della velocità che viene stimata sulla base del carico del traffico della strada in funzione delle caratteristiche della strada stessa (velocità a rete scarica, capacità di carico).

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

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

Le emissioni lineari a freddo sono trattate come le emissioni diffuse urbane e, calcolate sulla frazione ‘b’ dei veicoli circolanti con motore a freddo della percorrenza lineare regionale ripartita fra tutti i comuni in base ad una opportuna variabile proxy, proporzionale al numero di residenti del comune.

Le emissioni diffuse riguardano le emissioni non associabili ad un percorso definito e sono stimate applicando la relazione lineare di cui al paragrafo 2.1.2 mediante uno specifico modulo. Il *modulo traffico diffuso* effettua una stima delle percorrenze in base ai consumi di combustibile attribuiti ai veicoli a dettaglio comunale, moltiplicando tali percorrenze per i fattori di emissione.

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

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

I consumi così stimati sono quindi ripartiti nei singoli comuni e per tipo di veicolo mediante proxy quali la percorrenza attribuibile al diffuso del tipo di veicolo (corrispondente alla differenza tra la percorrenza totale annua e quella lineare), il consumo specifico (stimato per

una velocità unica per tutti i veicoli) ed il numero di residenti nel comune.

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

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

Il *modulo porti* permette di trattare le emissioni legate alle attività marittime: in particolare il modulo è stato impiegato per stimare 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.

La stima per PTS, COVNM e NOx 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

I restanti inquinanti sono stimati 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 Centro Tematico Regionale Metrologia 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

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

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

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

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

in cui

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

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

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

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

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

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

2.1.7. Modulo agricoltura

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

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

L'approccio seguito è stato di tipo bottom-up in quanto le SAU provinciali disponibili presso l'ufficio statistico regionale per l'anno di riferimento (2017) sono state riproporzionate a livello comunale secondo i risultati del censimento generale dell'agricoltura del 2010.

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.

2.1.9. Modulo foreste

Il *modulo foreste* consente di stimare gli assorbimenti di CO₂ dalla gestione forestale.

Il modulo parte dalla stima della biomassa a partire dall'anno 1989, definito come anno di base, e calcola, per ogni anno e per ognuna delle specifiche tipologie forestali, l'incremento corrente per ettaro con la derivata della funzione di Richards.

Il *modulo foreste* prevede un primo livello di implementazione del calcolo del carbonio fissato, partendo dagli stessi dati utilizzati da ISPRA per la stima nazionale e relativi a superfici forestali, allo stock dell'anno di riferimento 1989, ad utilizzazioni ed incendi.

Un secondo livello di implementazione del modulo si basa sull'utilizzo di dati disponibili a livello regionale. In tale fase i dati di stock di biomassa calcolati da ISPRA per il 2017 sono stati ripartiti a livello comunale avvalendosi della carta forestale regionale.

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 2016 delle linee guida europee EMEP-EEA (Technical report No 21/2016), disponibile al seguente indirizzo:

<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

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 (PM_{10})
- Polveri con diametro inferiore ai 2.5 micron ($\text{PM}_{2.5}$)
- Biossido di zolfo (SO_2)
- Biossido di carbonio (CO_2)
- Monossido di carbonio (CO)
- Ammoniaca (NH_3)
- Protossido di azoto (N_2O)
- Metano (CH_4)
- 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 e gas clima alteranti, ove presenti, 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/dettaglio_generale.asp?id=3056&idlivello=1691

Le stime indicano il riscaldamento domestico a biomassa (MS2) e il trasporto su strada (MS7) come 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 56%, le altre sorgenti mobili (MS8), la combustione nell'industria (MS3) il riscaldamento (MS2) e la produzione di energia (MS1).

Il principale contributo (98%) 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.

Fonti emissive principali	Contributo % sul totale degli inquinanti
Combustione non industriale	57% del PM ₁₀ (di cui 99% da impianti domestici a biomassa) 9% degli NO _x 48% del CO (di cui il 94% da impianti domestici a biomassa)
Trasporto su strada	24% del PM ₁₀ (di cui circa 34% da veicoli diesel e il 63% da usura) 56% degli NO _x (di cui 93% da veicoli diesel) 12% dei COV (di cui 32% da ciclomotori e motocicli) 43% di CO
Combustione industriale	3% del PM ₁₀ 13% degli NO _x 70% del SO ₂
Produzione energia e trasformazioni combustibili	< 1% del PM ₁₀ 6% degli NO _x 4% dell'SO ₂
Allevamenti e agricoltura	6% del PM ₁₀ < 1% degli NO _x 98% di NH ₃ (di cui 75% da reflui)

Il CO è emesso dai trasporti su strada (MS7) per il 43% e dalla combustione domestica (MS2) per il 48%.

Per quanto riguarda i principali gas serra, le emissioni di CO₂ sono imputabili per il 35% ai trasporti stradali (MS7) e per il resto ai processi di combustione industriali (MS3) e all'uso del metano per il riscaldamento (MS2).

Le emissioni di N₂O sono quasi interamente dovute a coltivazioni e allevamenti (MS10).

Le emissioni di CH₄ sono dovute per il 45% alla zootecnia (MS10), per il 30% derivano dalle discariche di rifiuti (MS9), mentre la distribuzione del metano stesso e le sue emissioni fuggitive contribuiscono per il 21% circa (MS5).

In figura 3.2 e tabella successiva sono riportate le emissioni regionali stimate per il 2017 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.

In riferimento ai diversi tipi di combustibile si rileva che il consumo del gasolio per autotrasporto (diesel) è responsabile di circa il 70% 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.

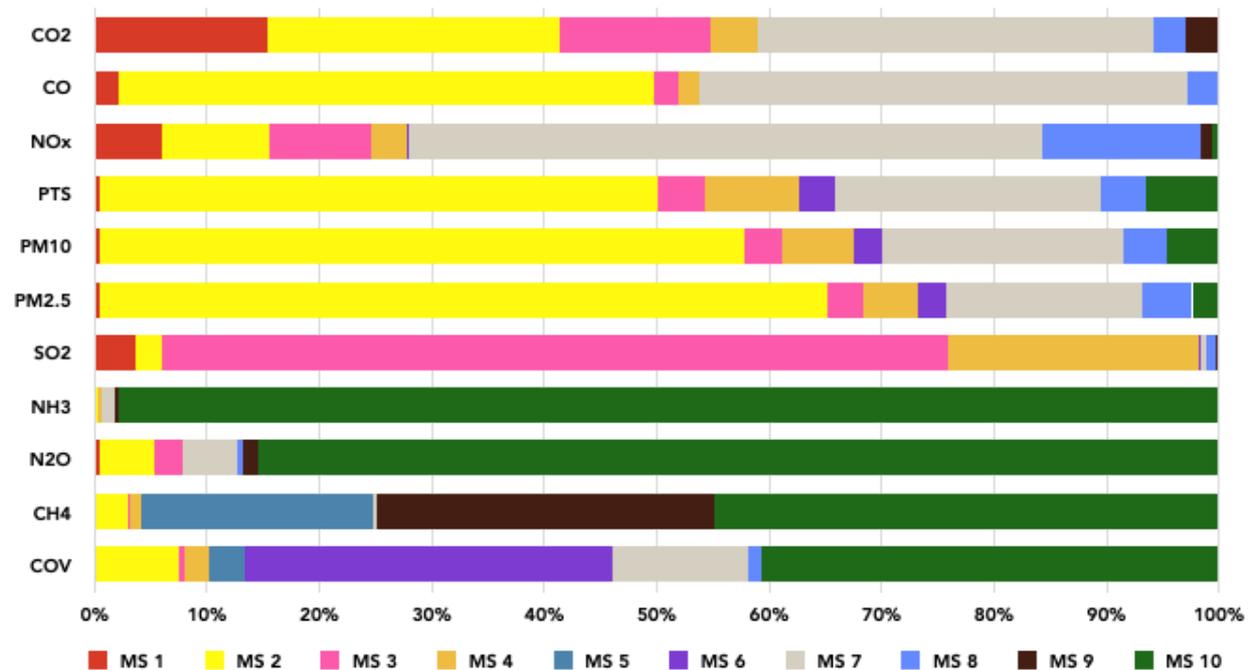


Figura 3.1. Ripartizione percentuale delle stime emissive fra i diversi macrosettori.

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)	COVnm (t)	CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
MS1	4129	61	42	37	402	2706	13	135	4808	29	233
MS2	6507	6759	6423	6355	248	59448	133	6677	8132	334	4621
MS3	6297	565	387	308	7610	2702	22	349	4174	163	161
MS4	2117	1142	706	481	2435	2415	139	2069	1322	1	1655
MS5	2	0	0	0	2	1	0	2845	0	0	33355
MS6	111	420	282	248	15	16	4	29431	0	0	0
MS7	38778	3230	2405	1711	60	54177	525	10939	11000	333	683
MS8	9668	532	433	432	79	3260	2	991	875	36	14
MS9	706	17	7	7	38	233	143	49	920	84	48302
MS10	405	872	515	232	0	0	45880	36723	0	5791	72756
MS11	0	0	0	0	0	0	0	34958	-4338	0	0
totali	68720	13598	11200	9811	10889	124958	46861	125166	26893	6771	161780

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											
	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
diesel	44394	1238	1238	1237	73	9596	110	1910	8175	327	154
metano	11561	302	284	274	500	14137	69	2253	15949	203	858
legna e similiari	1927	6731	6395	6327	177	55758	134	5940	0	186	4252
benzina senza piombo	1416	77	77	77	13	23049	260	6328	2018	23	340
GPL	1048	7	7	7	0	17263	110	2300	1162	17	16
combustibili navali	923	98	0	0	30	112	0	66	48	0	0
rifiuti solidi urbani	418	4	3	3	8	59	14	19	820	74	0
bitume	369	2	2	1	28	14	0	19	108	0	0
gasolio	287	23	23	22	389	42	0	15	254	47	6
kerosene	253	3	3	2	23	272	0	64	62	0	0
biogas (da rifiuti)	146	0	0	0	4	166	0	26	0	5	246
olio combustibile	140	27	22	20	922	76	0	8	130	10	4
altro	236	12	3	3	15	102	9	2	91	8	14
totale	63118	8524	8057	7973	2182	120646	706	18950	28817	900	5890

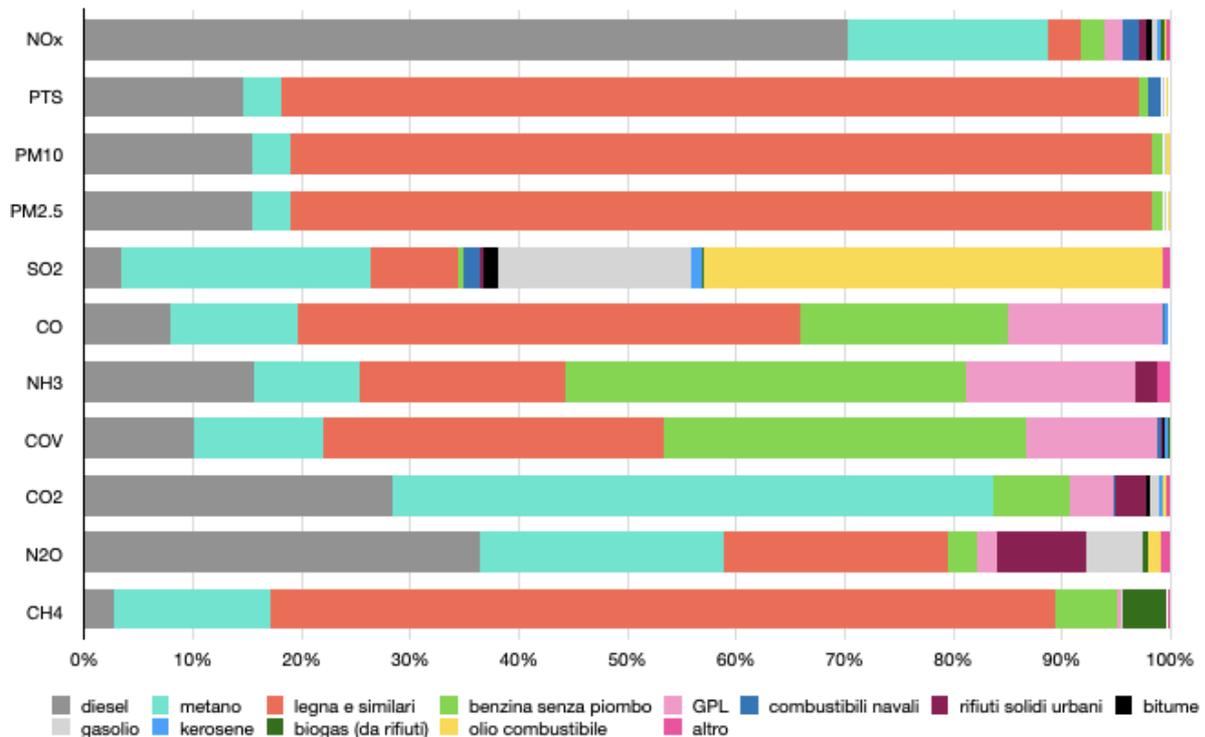


Figura 3.2. Ripartizione percentuale delle emissioni dei principali inquinanti per combustibili

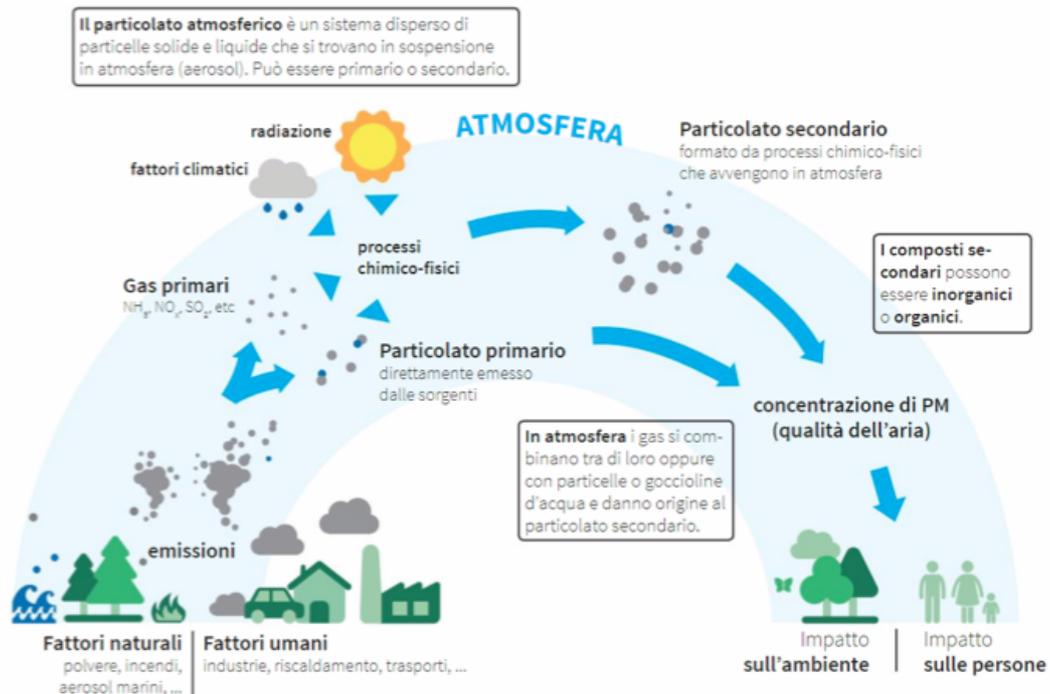


Figura 3.3. Il particolato atmosferico primario e secondario

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 (circa il 70%) è di origine secondaria, ovvero dovuta ai processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (NH₃, NO_x, SO₂, COV) emessi da trasporti, agricoltura ed comparto industriale.

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

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

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

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

L'implementazione è stata svolta dalle sedi di Arpae.

3.1.1. Produzione di energia elettrica (0101)

Nell'inventario sono state stimate le emissioni prodotte da 26 impianti.

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

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella.3.1.1.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.1.1.2 e 3.1.1.3.

Tabella 3.1.1.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017

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)
3793	56	39	33	363	3465	11	100

Tabella 3.1.1.3. Stima emissioni di gas climalteranti dovute alla produzione di energia elettrica		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
4129	8	202

3.1.2. Teleriscaldamento (0102)

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

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

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

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.1.2.1 e 3.1.2.2.

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)
151	1	1	1	20	33	1	15

Tabella 3.1.2.2. Stima emissioni di gas climalteranti da teleriscaldamento		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
326	1	15

3.1.3. Raffinerie (0103)

La stima comprende le emissioni prodotte da 1 impianto situato in provincia di Ravenna.

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

I risultati sono riportati in Tabelle 3.1.3.1 e 3.1.3.2.

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)
25	0	0	0	13	0	-	3

Tabella 3.1.3.2. Stima emissioni di gas climalteranti da raffinerie		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
28	1	1

3.1.4. Compressori per tubazioni (0105)

La stima comprende le emissioni prodotte da 5 impianti. La metodologia e le fonti dati sono le stesse impiegate per il settore 0101.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.1.4.1 e 3.1.4.2.

Tabella 3.1.4.1. Stima emissioni di macroinquinanti dovute a compressori per tubazioni							
NO_x (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
159	3	1	1	5	207	-	17

Tabella 3.1.4.2. Stima emissioni di gas climalteranti dovute a compressori per tubazioni		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
325	19	16

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)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
Piacenza	652	8	8	8	7	1454	-	36,	1670	3	75
Parma	21	0	0	0	0	11	1	5	106	0	5
Reggio Emilia	47	1	1	1	15	7	-	8	184	0	8
Modena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bologna	237	4	2	2	10	213	1	12	239	4	11
Ferrara	1329	18	10	4	124	227	1	5	1324	5	77
Ravenna	1843	30	22	21,	245	794	9	68	1285	16	58
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
totali	4129	61	42	37	402	2706	13	135	4808	29	233

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	6	11	109	43	0
Parma	0	0	0	0	0
Reggio Emilia	0	0	0	0	0
Modena	-	-	-	-	-
Bologna	1	0	0	0	0
Ferrara	4	5	0	0	4
Ravenna	25	5	228	24	0
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-
totali	37	21	337	68	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 la distribuzione stimata da ENEA.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.2.1.1.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.2.1.2. e 3.2.1.3.

Tabella 3.2.1.1 Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
consumo di combustibile	GJ	comunale	ARPAE ⁽³⁾	2017
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	ENEA - Statistiche nazionali consumi ⁽⁴⁾	2010

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. <http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/ambiti/>
3. fornitura diretta da parte di Osservatorio energia - ARPAE
4. <http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile>

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)
2294	13	13	13	34	1631	-	325

Tabella 3.2.1.3. Stima emissioni di gas climalteranti per gli impianti commerciali ed istituzionali		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
3580	65	163

3.2.2. Impianti residenziali (0202)

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

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

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

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.2.1.1.

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

Per il GPL si è proceduto alla disaggregazione a livello comunale del quantitativo distribuito per provincia, ipotizzando che sia tutto impiegato ad uso riscaldamento, sulla base dei gradi giorno e del numero di abitazioni non servite da metano per comune, stimato a partire dal numero totale di abitazioni e dal numero di contratti per fornitura di metano.

Per quanto riguarda l'utilizzo di biomasse legnose il consumo e il parco combustori comunale sono stati ricavati dall'indagine sul consumo domestico di biomasse legnose nel bacino padano svolta nell'ambito del progetto PEAPAIR (<http://www.lifeprepare.eu/>).

I risultati sono riportati in Tabelle 3.2.2.2. e 3.2.2.3.

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⁾	2017
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	ENEA - Statistiche nazionali consumi ⁽³⁾	2010
GPL distribuito	GJ	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽¹⁾	2017
consumi legna	GJ	regionale comunale	indagine CATI/CAWI nell'ambito del progetto PREPAIR ⁽⁴⁾	2018
tipologia impianti a legna	%	regionale comunale	indagine CATI/CAWI nell'ambito del progetto PREPAIR ⁽⁴⁾	2018

1. <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>
2. Fornitura diretta da parte di Osservatorio energia - ARPAE
3. <http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile>
4. http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/D3_Report-indagine-sul-consumo-domestico-di-biomasse-legnose-1.pdf

Tabella 3.2.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti commerciali ed istituzionali							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
4213	6746	6409	6342	214	57816	133	6351

Tabella 3.2.2.3. Stima emissioni di gas climalteranti per gli impianti commerciali ed istituzionali		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
4550	269	4458

Stime provinciali e totali per il macrosettore 2

	NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2,5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)	CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
Piacenza	418	610	580	574	20	5400	12	564	464	26	418
Parma	736	831	790	782	30	7365	17	799	900	40	571
Reggio Emilia	981	839	797	789	33	7514	17	851	1286	47	590
Modena	1041	1043	992	981	39	9208	20	1034	1321	53	713
Bologna	1440	1416	1345	1331	54	12460	28	1407	1808	72	967
Ferrara	461	455	433	428	17	3901	9	468	575	23	308
Ravenna	458	489	465	460	17	4179	9	498	574	24	327
Forlì - Cesena	498	596	566	560	21	5224	12	577	600	27	402
Rimini	475	479	455	450	18	4198	9	479	603	24	325
totali	6507	6759	6423	6355	248	59448	133	6677	8132	334	4621

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	1	16	2	33	207
Parma	2	22	3	45	278
Reggio Emilia	3	22	3	45	278
Modena	3	27	4	55	344
Bologna	4	36	6	75	460
Ferrara	1	11	2	24	145
Ravenna	1	12	2	25	154
Forlì - Cesena	2	15	2	32	196
Rimini	1	12	2	25	156
totali	20	173	27	359	2217

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

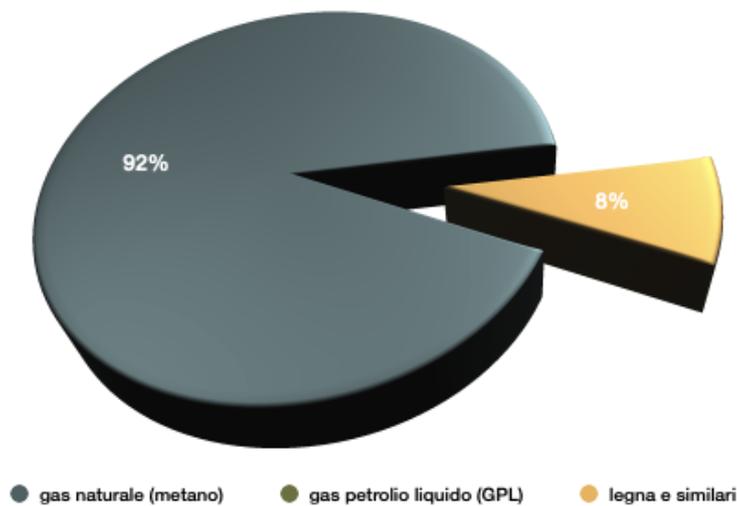


Figura 3.2.1. Ripartizione percentuale dei consumi fra i diversi combustibili per il MS2

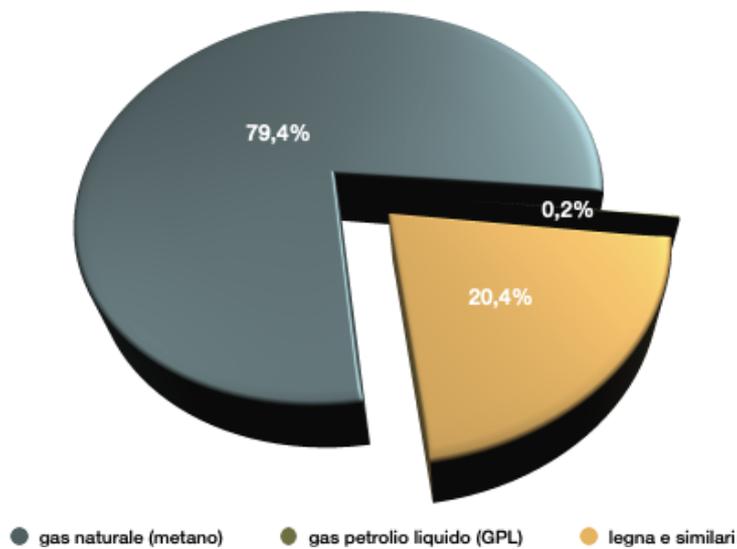


Figura 3.2.2. Contributo dei diversi combustibili all'emissione di NOx per il MS2

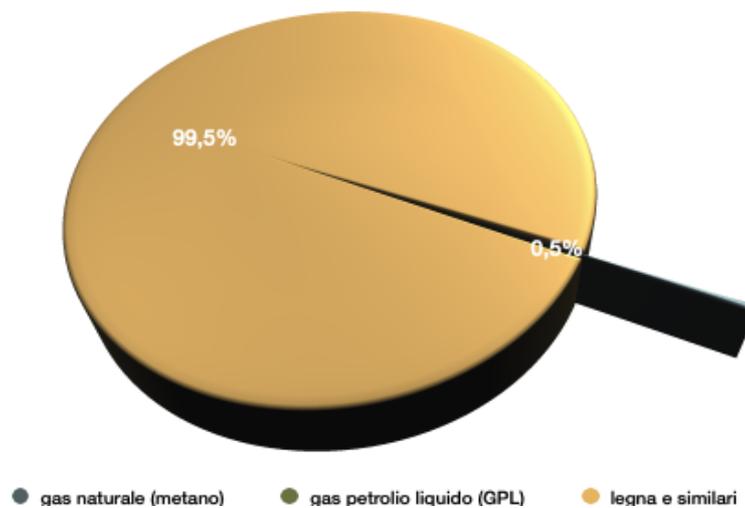


Figura 3.2.3. Contributo dei diversi combustibili all'emissione di PM₁₀ per il MS2

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 336 impianti, alcuni dei quali includono nel loro ciclo produttivo anche più di una attività.

Per l'inserimento 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.

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 / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017

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)	PM₁₀ (t)	PM_{2,5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)	CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
Piacenza	1202	33	20	15	166	834	2	49	457	21	17
Parma	433	22	19	16	180	67	-	26	476	12	11
Reggio Emilia	1025	125	85	73	1926	263	1	77	730	29	27
Modena	1686	250	168	146	4120	708	15	105	1343	50	53
Bologna	437	30	26	19	537	487	0	30	281	22	29
Ferrara	1235	71	41	22	261	174	5	34	548	10	12
Ravenna	154	23	18	9	244	63	-	13	256	9	7
Forlì - Cesena	32	4	3	3	90	4	-	1	25	5	1
Rimini	94	8	7	5	85	103	-	15	58	6	4
totali	6297	565	387	308	7610	2702	22	349	4174	163	161

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	16	11	43	105	0
Parma	9	12	25	160	0
Reggio Emilia	3	3	44	245	0
Modena	11	164	71	537	1
Bologna	4	3	41	118	1
Ferrara	3	1	20	15	0
Ravenna	1	1	17	63	0
Forlì - Cesena	1	0	14	1	0
Rimini	0	1	15	437	0
totali	48	196	291	1682	2

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

3.4. Macrosettore 4 - Processi produttivi

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

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

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

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

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

Considerato l'elevato numero di aziende inserite e le caratteristiche delle attività presenti sul territorio regionale, si ritiene che la stima effettuata in modo puntuale con approccio bottom-up sia sufficientemente rappresentativa del carico emissivo prodotto dal macrosettore 4. L'implementazione a cura delle sedi Arpae ha permesso una raccolta approfondita dei dati ed una analisi dettagliata dei cicli produttivi di numerose aziende, consentendo come per le compilazioni 2013 e 2015, 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 / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Frazione del limite autorizzato ⁽¹⁾	2017
quantità prodotta	dipendente dall'indicatore	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
<p>1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013, ET 2009/29/CE e D.Lgs. 30/2013</p> <p>2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae</p>				

Stime provinciali e totali per il macrosettore 4

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
Piacenza	271	30	16	15	56	49	0	30	488	-	-
Parma	40	32	16	15	-	1	-	347	10	-	-
Reggio Emilia	80	133	99	51	39	261	2	235	9	1	1
Modena	7	223	181	85	3	8	14	27	6	-	-
Bologna	102	187	118	84	21	1283	4	424	0	-	-
Ferrara	384	248	161	132	85	534	52	653	809	-	100
Ravenna	1094	266	101	88	2207	239	66	276	0	-	1554
Forlì - Cesena	118	14	7	6	21	38	0	77	-	-	-
Rimini	20	10	8	4	4	3	0	1	-	-	-
totali	2117	1142	706	481	2435	2415	139	2069	1322	1	1655

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	3	4	10	510	-
Parma	11	13	55	123	-
Reggio Emilia	12	0	77	49	6
Modena	0	0	88	18	15
Bologna	0	2	20	2	7
Ferrara	0	0	5	0	-
Ravenna	2	1	275	2	-
Forlì - Cesena	-	11	0	0	-
Rimini	0	0	0	1	22
totali	29	32	530	705	51

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 / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
quantità estratta	Tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
benzina venduta	Tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽³⁾	2017
numero distributori	Numero	comunale	Archivio ASIA - ISTAT ⁽⁴⁾	2017
metano distribuito	m ³	provinciale comunale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁵⁾	2017 2012
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. http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp				

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)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
Piacenza	-	-	-	-	-	-	-	162	-	-	2725
Parma	-	-	-	-	-	-	-	331	-	-	3727
Reggio Emilia	-	-	-	-	-	-	-	457	-	-	5322
Modena	-	-	-	-	-	-	-	400	-	-	5467
Bologna	-	-	-	-	-	-	-	586	-	-	8461
Ferrara	-	-	-	-	-	-	-	130	-	-	1377
Ravenna	2	0	-	-	2	1	-	242	-	-	1312
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-	-	-	242	-	-	2469
Rimini	-	-	-	-	-	-	-	296	-	-	2495
totali	2	0	-	-	2	1	-	2845	-	-	33355

	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 poi disaggregati a livello comunale mediante opportune variabili *proxy*, quali il numero di addetti per unità locale per categoria produttiva ATECO2007 o il numero di aziende.

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

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

Le fonti dati sono riportate in Tabella 3.6.1.

I risultati complessivi sono riportati al termine di questo capitolo.

Tabella 3.6.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata	tonnellate / kg tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata quantità lavorata	tonnellate tonnellate m ²	nazionale	ISPRA ⁽³⁾	2017
popolazione residente	unità	comunale	ISTAT ⁽⁴⁾	2017
numero addetti, numero aziende	unità	comunale	Archivio ASIA - ISTAT ⁽⁴⁾	2017 2012

1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013
2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae
3. fornitura diretta da parte di ISPRA
4. fornitura diretta su richiesta da parte del Servizio statistica, comunicazione, sistemi informativi geografici, partecipazione della regione Emilia Romagna

3.6.1. Verniciatura (0601)

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

Tabella 3.6.1.1. Stima emissioni di macroinquinanti per la verniciatura							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
45	248	163	163	2	14	1	13017

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)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
-	28	27	27	-	-	-	36

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)
27	110	65	49	0	2	3	4752

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)
38	33	27	9	13	0	-	11626

Stime provinciali e totali per il macrosettore 6

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
Piacenza	16	8	5	4	1	13	-	2700	-	-	-
Parma	7	22	15	14	0	2	-	2365	-	-	-
Reggio Emilia	33	56	41	38	2	0	1	3627	-	-	-
Modena	14	67	43	35	0	-	1	4689	-	-	-
Bologna	12	108	68	61	0	0	0	5856	-	-	-
Ferrara	3	63	41	38	0	1	0	2186	-	-	-
Ravenna	14	21	14	11	1	-	1	2625	-	-	-
Forlì - Cesena	13	56	40	34	12	-	-	3485	-	-	-
Rimini	0	18	14	12	0	-	-	1897	-	-	-
totali	111	420	282	248	15	16	4	29431	-	-	-

	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	1	12	-
Bologna	-	0	0	0	-
Ferrara	-	0	0	0	-
Ravenna	-	0	0	0	-
Forlì - Cesena	-	0	0	0	-
Rimini	-	0	0	0	-
totali	-	-	1	12	-

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.

Si evidenzia che il grafo fornito dal Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio della Regione Emilia-Romagna, utilizzato per la compilazione dell'inventario 2017, è frutto di matrici origine - destinazione calibrate a partire da un modello socio-economico differente dal precedente, utilizzato per la costruzione del grafo stradale utilizzato per l'inventario 2015.

Le consistenze del parco veicoli per classe, categoria Euro e combustibili sono riportate nelle Tabelle 3.7.2.

I risultati per attività e per tipo di combustibile sono riportati nelle Tabelle 3.7.3., 3.7.4, 3.7.5, 3.7.6, 3.7.7, 3.7.8 e 3.7.9. I risultati complessivi sono riportati al termine di questo capitolo.

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⁾	2017
grafo (elenco archi)	lunghezza, capacità, velocità, flussi per tipo veicolo riferito ad un'ora di riferimento	regionale	RER ⁽³⁾	2017
curve di deflusso	-	-	RER ⁽³⁾	2013
profilo temporale	-	regionale	RER ⁽³⁾	2013
consumo combustibile	tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁴⁾ Servizio Energia RER ⁽⁵⁾	2017
1. Tutti i veicoli tranne ciclomotori fonte ACI, elaborato da ARPA Lombardia 2. Ciclomotori, fornitura tramite ISPRA 3. Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio della Regione Emilia-Romagna 4. http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp 5. Servizio Energia Regione Emilia Romagna per i consumi metano				

Tabella 3.7.2.1. Parco automobili per categoria euro e tipo di carburante

Categoria Euro	benzina verde	diesel	elettrico	GPL	metano	totali
Conventional		23822		17749	9698	51269
ECE 15/04	147174					147174
Euro 1 - 91/441/EEC	43996	7927		5095	2997	60015
Euro 2 - 94/12/EC	169734	53646		16199	12285	251864
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	160047	183937		14795	14586	373365
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	366591	309352		126083	82805	884831
Euro 5 - EC 715/2007	168739	334188		67096	57473	627496
Euro 6 - EC 715/2007	144133	224692		48945	32141	449911
Elettrico			596			596
Totali	1200414	1137564	596	295962	211985	2846521

Tabella 3.7.2.2. Parco veicoli commerciali leggeri per categoria euro e tipo di carburante					
Categoria Euro	benzina verde	diesel	GPL	metano	totali
Conventional	4132	33057	1000	702	38891
Euro 1 - 93/59/EEC	1374	20809	347	208	22738
Euro 2 - 96/69/EC	2211	46307	259	340	49117
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	2097	71786	377	1348	75608
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	2155	68671	2026	6755	79607
Euro 5 - EC 715/2007	860	50955	854	4574	57243
Euro 6 - EC 715/2007	530	23351	807	2690	27378
totali	13359	314936	5670	16617	350582

Tabella 3.7.2.3. Parco veicoli commerciali pesanti per categoria euro e tipo di carburante					
Categoria Euro	benzina verde	diesel	elettrico	metano	totali
Conventional		15925			15925
EEV				343	343
Euro 1 - 91/542/EEC Stage I		4297		27	4324
Euro 2 - 91/542/EEC Stage II		11159		31	11190
Euro 3 – 1999/96/EC Step 1		16290		16	16306
Euro 4 - 1999/96/EC Step 2		3630			3630
Euro 5 - 1999/96/EC Step 3		13311			13311
Euro 6 – Reg EC 595/2009		6595			6595
Elettrico	491		179		670
totali	491	71207	179	417	72294

Tabella 3.7.3.1. 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)
17710	1900	1356	893	39	38718	486	4625

Tabella 3.7.3.3. Stima emissioni di gas climalteranti per automobili (0701)		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
7707	216	399

Tabella 3.7.4.1. 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)
4605	332	267	203	6	2331	15	296

Tabella 3.7.4.2. Stima emissioni di gas climalteranti per veicoli commerciali leggeri (0702)		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
1028	29	17

Tabella 3.7.5.1. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli commerciali pesanti (0703)							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
16298	914	707	546	14	4390	21	796

Tabella 3.7.5.2. Stima emissioni di gas climalteranti per veicoli commerciali pesanti (0703)		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
2152	86	143

Tabella 3.7.6.1. 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)
69	57	54	50	0	4119	1	2615

Tabella 3.7.6.2. Stima emissioni di gas climalteranti per ciclomotori (0704)		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
38	1	55

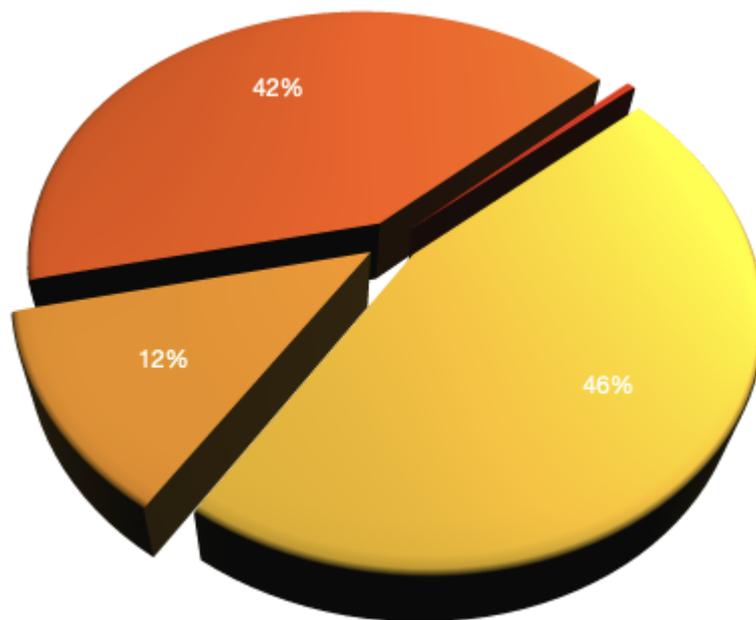
Tabella 3.7.7.1. Stima emissioni di macroinquinanti per motocicli (0705)							
NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
95	27	23	19	0	4619	1	935

Tabella 3.7.7.2. Stima emissioni di gas climalteranti per motocicli (0705)		
CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
74	1	70

Tabella 3.7.8.1. Stima emissioni evaporative per veicoli a benzina (0706)
COVnm (t)
1673

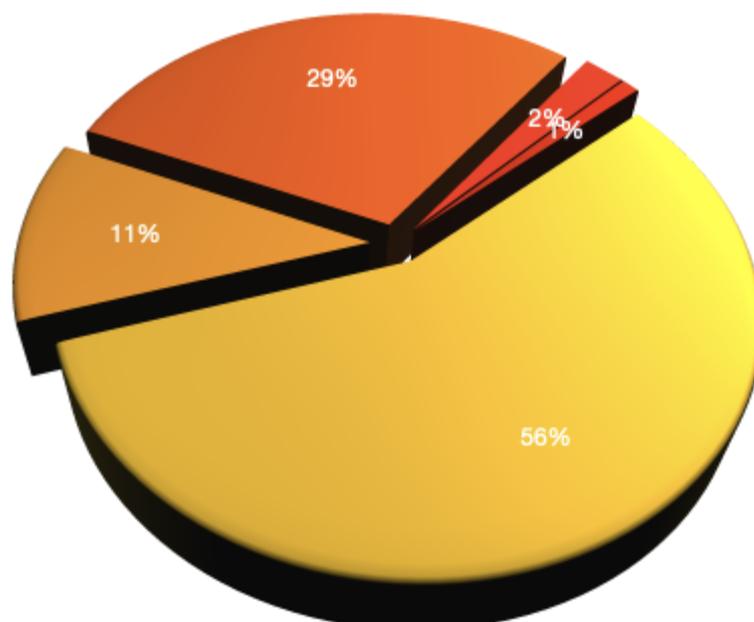
Tabella 3.7.9.1. Stima emissioni di macroinquinanti per tipologia di combustibile								
combustibile	NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
benzina	1414	76	76	76	13	22818	260	6286
metano	427	3	3	3	-	7149	47	1262
GPL	1034	7	7	7	-	17260	110	2300
diesel	35903	808	808	808	47	6950	108	1092
usura e freni	-	2336	1512	818	-	-	-	-

Tabella 3.7.9.2. Stima emissioni di gas climalteranti e microinquinanti per tipologia di combustibile								
combustibile	CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
benzina	2017	23	339	-	7	8	21	4
metano	428	3	188	-	2	2	-	1
GPL	1144	16	16	-	4	4	-	0
diesel	7411	290	140	-	19	21	123	82
usura e freni	-	-	-	40	-	203	-	4



● automobili ● veicoli commerciali leggeri ● veicoli pesanti ● ciclomotori ● motocicli

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



● automobili ● veicoli commerciali leggeri ● veicoli pesanti ● ciclomotori ● motocicli

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

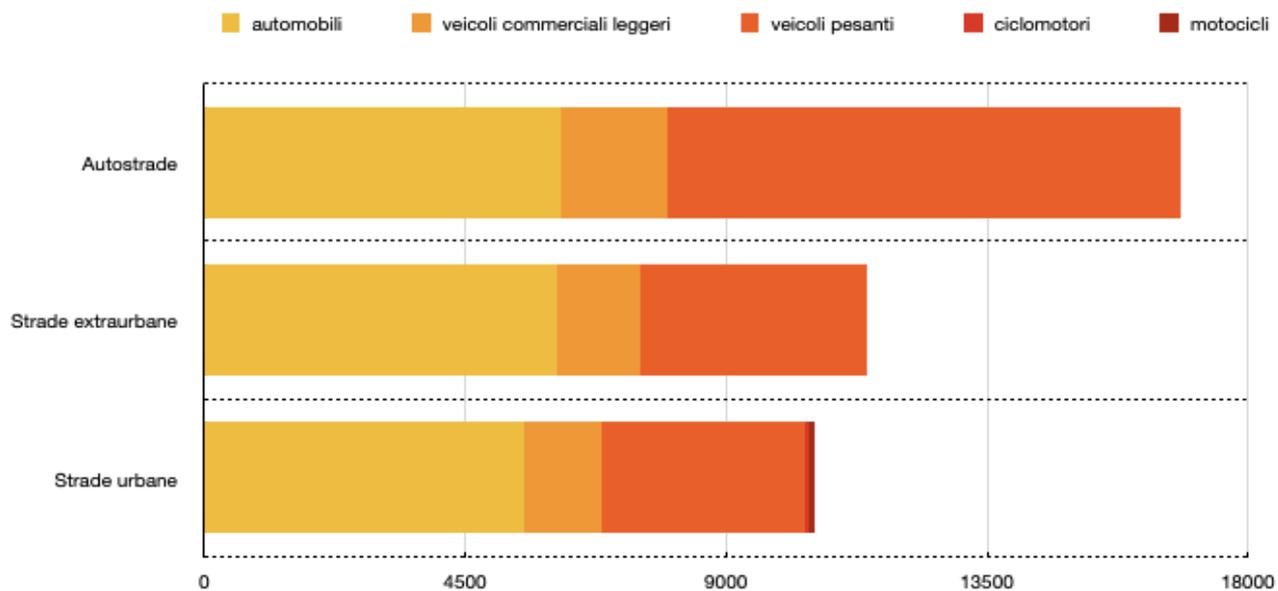


Figura 3.7.3. Ripartizione dei contributi delle diverse tipologie di veicoli e ambiti di percorrenza all'emissione di NOx

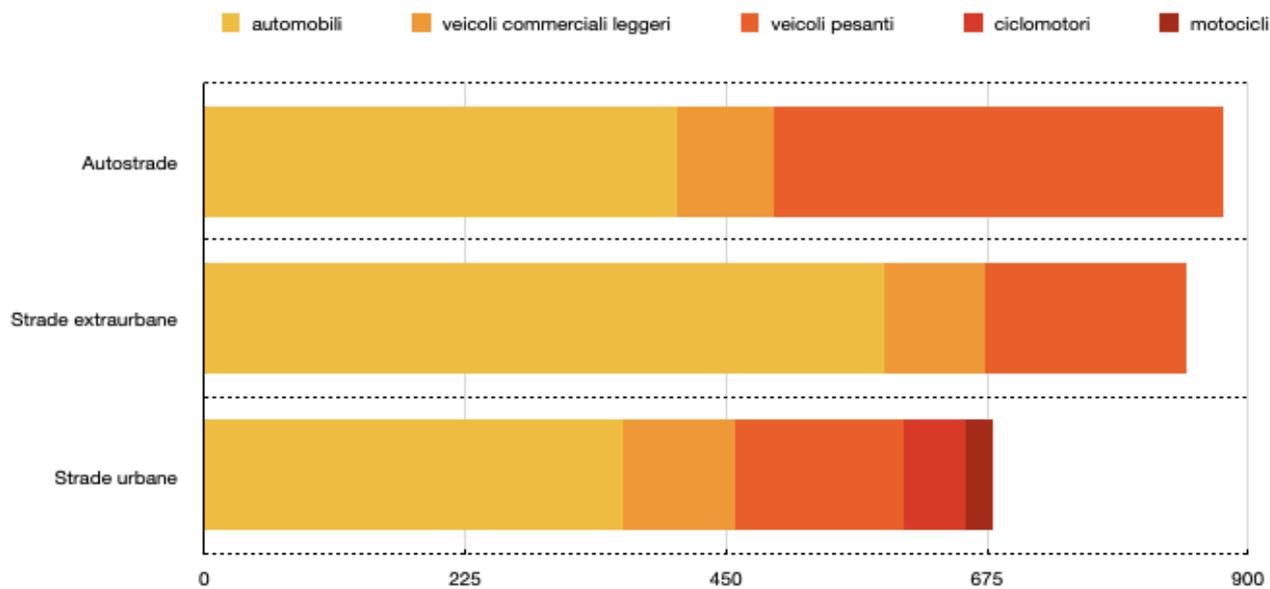


Figura 3.7.4. Ripartizione dei contributi delle diverse tipologie di veicoli e ambiti di percorrenza all'emissione di PM₁₀

Stime provinciali e totali per il macrosettore 7

	NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)	CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
Piacenza	3506	273	202	146	5	4155	47	778	934	27	51
Parma	4548	369	274	196	7	5832	61	1126	1268	38	74
Reggio Emilia	4378	374	279	197	7	6170	58	1305	1248	38	80
Modena	5912	503	376	265	9	8384	75	1703	1702	53	107
Bologna	9572	797	592	420	15	12781	132	2479	2734	82	164
Ferrara	2456	214	160	113	4	3811	33	847	710	22	49
Ravenna	2945	250	187	133	4	4375	38	936	821	26	56
Forlì - Cesena	3299	271	201	145	5	4846	48	988	948	28	58
Rimini	2162	178	133	96	3	3823	32	776	635	19	44
totali	38778	3230	2405	1711	60	54177	525	10939	11000	333	683

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	3	4	18	265	7
Parma	4	5	27	399	10
Reggio Emilia	5	5	28	433	10
Modena	7	7	39	597	14
Bologna	10	12	59	886	22
Ferrara	3	3	17	257	6
Ravenna	3	4	19	294	7
Forlì - Cesena	3	4	19	283	8
Rimini	2	3	13	194	5
totali	40	47	238	3608	90

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 popolano il settore 0804 (attività marittime) e sono state calcolate mediante il *modulo porti*. Tale modulo è aggiornato al dicembre 2012.

Le emissioni stimate concernono unicamente i movimenti in porto.

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 nelle Tabelle 3.8.1.2.e 3.8.1.3.

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⁾	2013
numero treni		comunale	Orario Tper ⁽²⁾	2017
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							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
102	13	13	12	1	28	0	12

Tabella 3.8.1.3. Stima emissioni di gas climalteranti per le linee ferroviarie non elettrificate		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
8	3	0

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 stima è stata svolta impiegando il *modulo porti*.

La trattazione ha riguardato il porto di Ravenna.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.8.2.1.

I risultati ottenuti sono riportati nelle Tabelle 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 composizione flotta	numero operazioni numero di navi per tipo	Capitaneria del porto di Ravenna ⁽¹⁾	2017
1. fornitura diretta ad ARPAE APA Ravenna			

Tabella 3.8.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti per il porto di Ravenna							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
923	98	-	-	30	112	-	66

Tabella 3.8.2.3. Stima emissioni di gas climalteranti per il porto di Ravenna		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
48	-	-

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 internazione 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 Tabelle 3.8.3.2. e 3.8.3.3.

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⁾	2017
tempi caratteristici per le fasi di landing and take off cycles (LTO)	minuti	SAB - Aeroporto Marconi di Bologna ⁽¹⁾ ARPA Lombardia ⁽²⁾	2017
quantità mezzi a terra suddivisi per tipologia	numero mezzi	ARPA Lombardia ⁽²⁾	2017

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)
278	5	5	5	23	282	0	67

Tabella 3.8.3.3. Stima emissioni di gas climalteranti per l'aeroporto di Bologna		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
63	1	0

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 nelle Tabelle 3.8.4.2 e 3.8.4.3.

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⁾	2017
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)
8366	415	415	415	24	2838	2	846

Tabella 3.8.3.3. Stima emissioni di gas climalteranti per i mezzi in agricoltura		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
755	32	13

Stime provinciali e totali per il macrosettore 8

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
Piacenza	1162	58	58	58	3	363	0	112	105	5	2
Parma	895	45	45	45	3	279	0	86	81	4	1
Reggio Emilia	919	51	51	50	3	285	0	90	82	5	2
Modena	995	49	49	49	3	335	0	100	90	4	2
Bologna	1332	57	57	57	26	657	0	177	159	5	2
Ferrara	1526	77	77	77	5	517	0	155	138	6	3
Ravenna	1969	151	53	53	33	482	0	175	143	4	2
Forlì - Cesena	659	33	33	33	2	274	0	76	60	3	1
Rimini	211	10	10	10	1	68	0	21	19	1	0
totali	9668	532	433	432	79	3260	2	991	875	36	14

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	0	0	2	1	1
Parma	0	0	2	1	1
Reggio Emilia	0	0	2	1	1
Modena	0	0	2	1	1
Bologna	0	0	2	1	1
Ferrara	0	0	3	1	1
Ravenna	9	1	421	4	1
Forlì - Cesena	0	0	1	1	1
Rimini	0	0	0	0	0
totali	9	3	436	10	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 agli impianti di compostaggio sono comprese nel settore 0910 (altri trattamenti di rifiuti) e sono stimate mediante il *modulo puntuali*.

Le informazioni sui quantitativi di rifiuti trattati nelle diverse tipologie di impianti censiti sono state fornite ed elaborate dal CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati – Arpaè Direzione Tecnica che ha curato anche la relativa compilazione.

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

Per quanto concerne le emissioni di metalli da parte degli inceneritori è stato svolto un approfondimento con il coinvolgimento dei gestori degli impianti, anche al fine di superare la potenziale criticità dovuta al fatto che la somma delle stime dei singoli parametri potrebbe risultare diversa al dato aggregato richiesto ai fini del rispetto delle prescrizioni autorizzative e restituito nei report. Tale approfondimento ha portato all'utilizzo di una metodologia condivisa per la restituzione di stime annuali che valutino in modo uniforme il contributo delle misure inferiori al limite di rilevabilità.

3.9.1. Incenerimento rifiuti (0902)

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

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

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.1.1.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.9.1.2 e 3.9.1.3.

Tabella 3.9.1.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2017
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti ARPAE ⁽³⁾	2017
1. documentazione a disposizione di ARPAE nell'ambito dell'attività istituzionale, AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013 2. fornitura diretta su richiesta del CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpae Direzione tecnica 3. elaborazioni CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo 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)
435	4	3	3	8	62	14	19

Tabella 3.9.1.3. Stima emissioni di gas climalteranti dovute all'incenerimento di rifiuti		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
822	74	-

3.9.2. Interramento di rifiuti solidi (0904)

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

La stima comprende le emissioni prodotte da 38 impianti.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.2.1.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.9.2.2. e 3.9.2.3.

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⁾ CTR Rifiuti ARPAE ⁽³⁾	2017
composizione biogas	%	puntuale	Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti ARPAE ⁽³⁾	2017
quantitativo di rifiuti trattati	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti ARPAE ⁽³⁾	2017
1. documentazione a disposizione di ARPAE nell'ambito dell'attività istituzionale, AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013 2. fornitura diretta su richiesta del CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpae Direzione tecnica 3. elaborazioni CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati 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)
134	0	0	0	3	158	4	26

Tabella 3.9.2.3. Stima emissioni di gas climalteranti dovute all'interramento di rifiuti		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
98	5	48208

3.9.3. Cremazione (0909)

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

La stima comprende le emissioni prodotte da 6 impianti.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.3.1.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.9.3.2. e 3.9.3.3.

Tabella 3.9.3.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
numero salme decessi	unità unità	regionale provinciale	SOCREM ⁽¹⁾ ISTAT ⁽²⁾	2017 2017
1. http://www.socrem.bologna.it 2. https://www.istat.it/it/archivio/4216				

Tabella 3.9.3.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'interramento di rifiuti							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
129	6	0	0	26	12	-	0

3.9.4. Altri trattamenti di rifiuti (0910)

La stima comprende le emissioni prodotte da 40 impianti, 25 dei quali di compostaggio.

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

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.4.1.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.9.4.2 e 3.4.9.3.

Tabella 3.9.4.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti ARPAE ⁽³⁾	2017
1. documentazione a disposizione di ARPAE nell'ambito dell'attività istituzionale, AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013 2. fornitura diretta su richiesta del CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpae Direzione tecnica 3. elaborazioni CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo 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)
8	6	3	3		1	125	4

Tabella 3.9.1.3. Stima emissioni di gas climalteranti dovute all'incenerimento di rifiuti		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
-	4	93

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)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
Piacenza	56	0	0	0	2	4	11	2	104	2	2
Parma	157	6	0	0	28	16	1	1	178	16	0
Reggio Emilia	24	0	0	0	0	28	11	8	20	1	9261
Modena	77	1	1	1	2	28	24	8	43	5	8970
Bologna	152	1	1	1	2	79	18	14	210	23	9499
Ferrara	65	3	2	2	1	17	8	4	26	18	6637
Ravenna	52	4	2	2	1	18	30	3	47	4	4835
Forlì - Cesena	80	1	0	0	1	36	25	8	161	1	9095
Rimini	44	1	0	0	1	7	14	3	130	15	3
totali	706	17	7	7	38	233	143	49	920	84	48302

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	1	0	36	6	0
Parma	0	0	6	16	0
Reggio Emilia	0	0	0	0	0
Modena	0	0	1	0	0
Bologna	0	0	1	0	0
Ferrara	0	0	1	0	0
Ravenna	0	0	1	3	0
Forlì - Cesena	0	0	1	1	0
Rimini	1	0	36	6	0
totali	2	2	47	27	0

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.

Le emissioni derivanti dall'azoto presente nei concimi impiegati nelle colture fertilizzate sono calcolate mediante il *modulo agricoltura*, mentre le emissioni per colture non fertilizzate e per gli allevamenti sono stimate tramite il *modulo diffuse*.

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

L'incenerimento di residui *in loco* non è stato considerato per mancanza di dati.

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 2017 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, N₂O, NH₃ dovute alle coltivazioni con fertilizzanti, esclusi i concimi animali, sono state stimate mediante il modulo agricoltura, i cui risultati confluiscono nel settore 1001.

Per la stima di emissioni di CH₄ dovute alla coltivazione del riso si è impiegato il modulo diffuse con l'applicazione della seguente relazione

$$E = SAU * FE$$

in cui SAU è la superficie coltivata a risaia per comune

e FE è il fattore di emissione per il CH₄.

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 Tabelle 3.10.1.2. e 3.10.1.3.

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 2017
quantità di azoto nel fertilizzante	tonnellate	provinciale nazionale	fertilizzante venduto: ISTAT ⁽²⁾ tenore di azoto per tipologia di fertilizzante: ISTAT ⁽²⁾	2017 2017
1. http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. http://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)
405	-	-	-	-	-	10183	25666

Tabella 3.10.1.3. Stima emissioni di gas climalteranti dovute alle coltivazioni con fertilizzanti		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
-	1237	2716

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 N₂O, NH₃, PM10 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 Tabelle 3.10.2.2. e 3.10.2.3.

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 2017
1. http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. http://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)
-	-	-	-	-	-	1093	10999

Tabella 3.10.2.3. Stima emissioni di gas climalteranti dovute alle coltivazioni senza fertilizzanti		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
-	874	-

3.10.3. 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 3.10.3.1, mediante l'impiego del *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione:

$$E_i = n_k * FE_i$$

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

I risultati ottenuti sono riportati in Tabelle 3.10.3.2. e 3.10.3.3. e Figure 3.10.1., 3.10.2. e 3.10.3.

Tabella 3.10.3.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
consistenza bestiame	numero capi	comunale	Anagrafe nazionale zootecnica ⁽¹⁾ Ufficio statistico regionale ⁽²⁾ SEER – Sorveglianza Epidemiologica Emilia Romagna ⁽³⁾	2017 2017 2017
1. https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/ 2. fornitura diretta 3. 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)
-	872	515	232	-	-	34604	58

Tabella 3.10.3.3. Stima emissioni di gas climalteranti dovute alla zootecnia		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
-	3680	70040

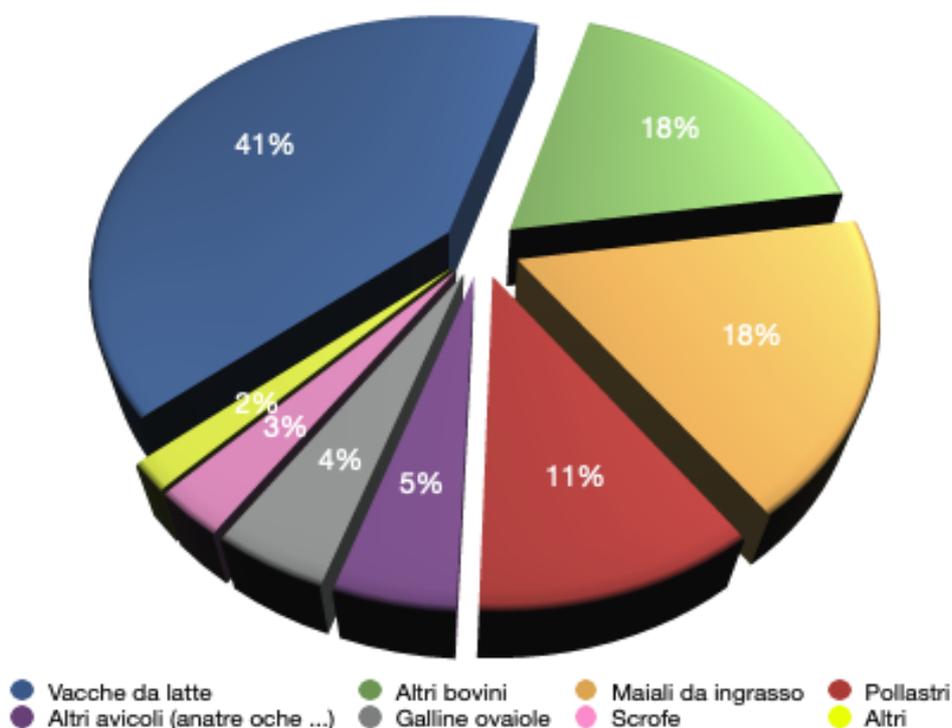


Figura 3.10.1. Ripartizione percentuale dell'emissione di NH₃ per le diverse specie allevate

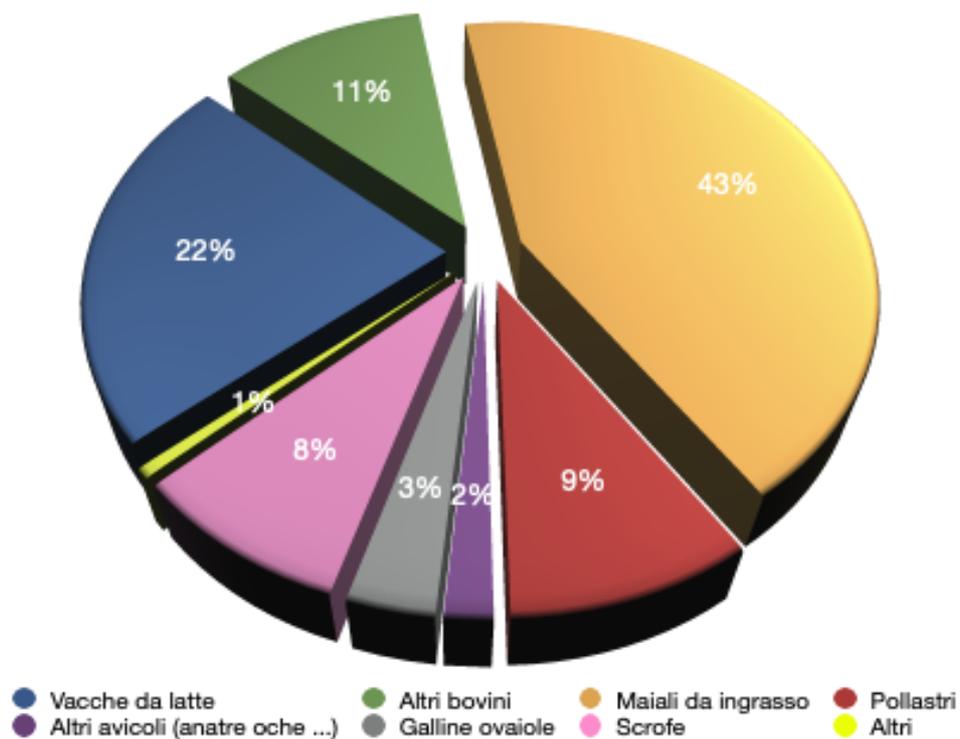


Figura 3.10.2. Ripartizione percentuale dell'emissione di CH₄ per le diverse specie allevate

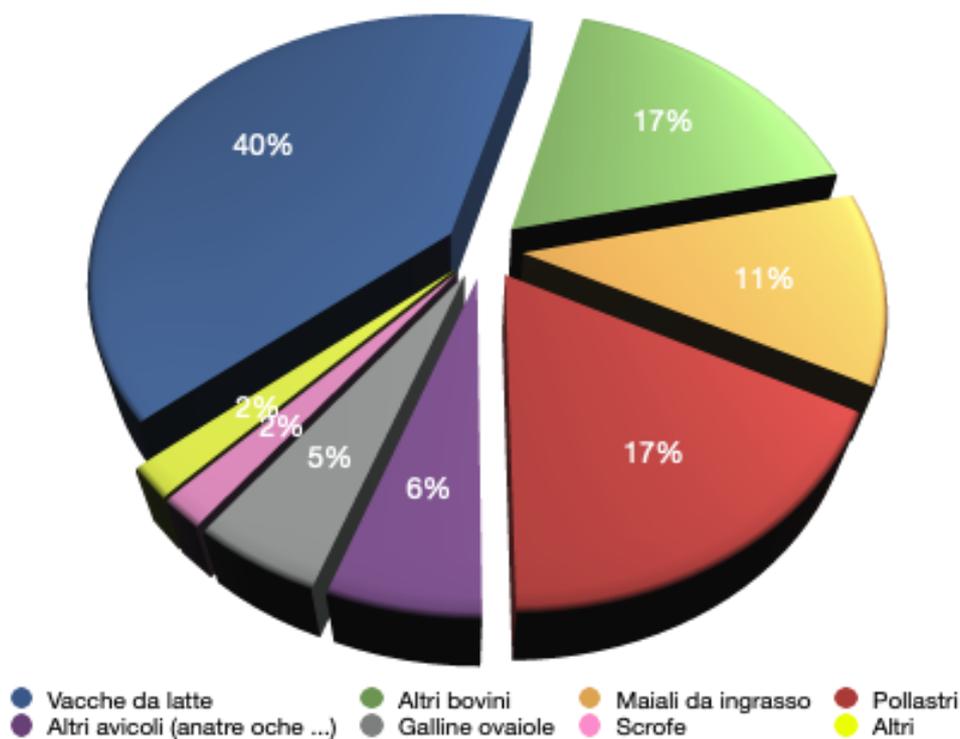


Figura 3.10.3. Ripartizione percentuale dell'emissione di N₂O per le diverse specie allevate

Stime provinciali e totali per il macrosettore 10

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
Piacenza	44	55	25	9	0	0	5157	4319	0	629	9799
Parma	10	70	31	11	0	0	7401	3972	0	919	17603
Reggio Emilia	32	86	37	12	0	0	8284	3466	0	940	17387
Modena	33	88	41	15	0	0	6605	4096	0	756	12725
Bologna	90	47	28	13	0	0	4331	5537	0	590	3526
Ferrara	71	62	39	18	0	0	3553	9249	0	453	5090
Ravenna	112	79	50	23	0	0	4671	3117	0	577	2256
Forlì - Cesena	10	358	246	122	0	0	5188	2139	0	811	3592
Rimini	3	28	19	9	0	0	690	828	0	116	778
totali	405	872	515	232	0	0	45880	36723	0	5791	72756

	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.

3.11. Macrosettore 11 - Altre sorgenti e assorbimenti

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).

La stima della CO₂ assorbita dalle foreste popola il settore 1131 ed è stata effettuata mediante il *modulo foreste*.

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⁾	2011-2015

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

3.11.2. Assorbimento di CO₂ (1131)

La stima degli assorbimenti forestali a livello regionale è stata effettuata sulla base dei dati di superficie forestale e di stock comunicati da ISPRA, utilizzando le superfici della carta forestale regionale per la disaggregazione a scala comunale e utilizzando il sistema INEMAR.

Il modello per la stima degli assorbimenti di CO₂, sviluppato da ISPRA seguendo le indicazioni delle linee guida LULUCF dell'IPCC⁽¹⁾, si basa su una curva di crescita della biomassa forestale indipendente dall'età, che considera lo stock di crescita come variabile indipendente e l'incremento attuale come variabile dipendente; tutti gli stock di carbonio presenti nei serbatoi sono stimati in funzione dello stock di crescita.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.11.2.1.

Tabella 3.11.2.1. 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
stock carbonio		regionale	Aggiornamento inventario nazionale ISPRA ⁽²⁾	2017
1. Servizio Parchi e Risorse forestali della Regione Emilia-Romagna 2. fornitura diretta da parte di ISPRA				

(1) IPCC Good practice guidance for land use, land use change and forestry (GPG LULUCF 2003); Reporting for Kyoto Protocol (Art. 3.3 and 3.4): GPG LULUCF, chapter 4

Stime provinciali e totali per il macrosettore 11

	CO ₂ (kt)	COVnm (t)
Piacenza	-723	4729
Parma	-769	8398
Reggio Emilia	-515	3814
Modena	-633	3545
Bologna	-867	6031
Ferrara	-57	655
Ravenna	-130	1317
Forlì - Cesena	-536	5269
Rimini	-108	1199
totali	- 4338	34957

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

4. Aggiornamento modulo traffico e ricalcolo stime emissive relative al 2015

I moduli del traffico hanno subito una evoluzione metodologica in ambito EEA, che ha implementato la nuova metodologia Copert (V), nonché una profonda revisione per ovviare ad alcuni inconvenienti. Inoltre sono cambiati anche i fattori di emissione dei mezzi pesanti (Guidebook 2018).

È stata semplificata la formula per il calcolo del fattore di emissione a caldo in funzione della velocità, valida per tutti i veicoli e gli inquinanti, nella quale sono i coefficienti a variare in funzione del tipo di veicolo e dell'inquinante.

È stato modificato il metodo di calcolo delle emissioni a freddo (Isf, dsf), che ha comportato l'utilizzo dei FE a freddo delle auto a benzina Euro 1 per la stima delle emissioni delle auto a benzina, metano e gpl durante la marcia a freddo, e la riduzione della frazione di percorrenza a freddo.

Sono stati inseriti nuovi FE per nuove categorie di veicoli:

- Automobili di cilindrata inferiore a 0.8 l
- Auto a metano, gpl, ibride, differenziate per classe di cilindrata
- Auto e bus elettrici con il solo inserimento di FE di particolato da usura, che ha comportato l'inserimento dei consumi elettrici (espressi in Tj) tra i tipi di alimentazione
- Mezzi pesanti Euro 5 con distinzione tra tecnologia EGR e SCR (Selective Catalytic Reduction) per l'abbattimento degli NOx

Sono conseguentemente state eliminate le distinzioni tra auto convertite o di fabbrica per quelle alimentate a metano e gpl.

Per i veicoli di cui la metodologia non pubblica fattori di emissione specifici, sono stati adottati i fattori relativi alla categoria più vicina.

La compilazione dell'inventario 2017 non prevede la distinzione dei mezzi pesanti Euro V in base alla tecnologia EGR e SCR per l'abbattimento degli NOx, ma si considera utilizzata la sola tecnologia SCR.

Anche il parco veicolare ha subito un aggiornamento, in quanto sono stati resi disponibili dal Servizio Trasporto Pubblico e Mobilità sostenibile della Regione Emilia Romagna dati più approfonditi sulla composizione del parco veicolare.

In particolare sono stati inseriti i bus urbani suddivisi per tipo di alimentazione e tipologia Copert. In precedenza, per tale categoria di mezzi, sono stati utilizzati i dati forniti da ACI ed elaborati da Arpa Lombardia, in ambito della Convenzione Inemar_TE, che non distinguevano né per tipologia di alimentazione, né tra autobus urbani e pullman. Pertanto, in precedenza, l'alimentazione degli autobus urbani è sempre stata considerata esclusivamente a gasolio e per la distinzione tra autobus urbani e pullman si è proceduto ripartendo il totale in base al dato del Conto Nazionale Trasporti, che stima una quota di bus urbani, sul totale bus + pullman, pari al 20.8%. La compilazione dell'inventario 2017 vede adesso la differenziazione per tipologia di alimentazione, includendo quindi i tipi veicolo autobus urbani ad alimentazione elettrica e a metano.

Per quanto riguarda i bus urbani a metano, attualmente il Guidebook 2018 fornisce i fattori di emissione relativi alle sole categorie Euro 1,2,3, e per EEV, e tutti questi fattori di emissione per NOx e PM10 sono più elevati rispetto a quelli relativi a bus alimentati a gasolio.

Il modello Copert V include invece anche i fattori di emissione per bus a metano Euro VI, aventi valori uguali a quelli di categoria EEV, pertanto molto maggiori a quelli di bus diesel Euro VI.

Ciò deriva da un problema di aggiornamento metodologico, già dibattuto da Ispra nelle sedi opportune e fatto presente agli autori di Copert (comunicazione diretta).

Per gli ossidi di azoto, i minori FE per i bus Euro VI diesel, rispetto a quelli EEV-VI CNG, possono essere dovuti alla presenza di sistemi di catalisi SCR che abbattano le emissioni di questi composti (Antonella Bernetti, comm. pers.).

Alcuni studi effettuati in Francia da ADEME (Agence de la transition écologique, prima Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) e riportati in uno studio comparativo sulle differenti motorizzazioni dei bus, condotto dalla Centrale d'Achat du Transport Public, September nel 2016

(<https://www.catp.fr/wp-content/uploads/2017/09/Etude-comparative-des-diff%C3%A9rentes-motorisations-de-bus-2017.pdf>) riportano fattori di emissione per bus CNG Euro VI, derivanti da prove su banchi a rullo, molto più bassi rispetto a quelli diesel di analogia categoria.

Per quanto riguarda le automobili ibride, ad esse è stato attribuito il combustibile benzina.

I consumi di energia elettrica per automobili elettriche sono stati calcolati considerando un consumo medio di 0.2 kwh/km ed una percorrenza media annuale di 10000 km. I consumi di energia elettrica per autobus elettrici sono stati forniti dal Servizio Trasporto Pubblico e Mobilità sostenibile della Regione Emilia Romagna.

Data l'evoluzione metodologica e la revisione profonda degli algoritmi e del parco veicoli si è reso necessario il ricalcolo delle stime emissive del 2015 dovute al traffico su strada.

Si è proceduto al ricalcolo del traffico 2015 usando la versione Inemar 7.0.9, utilizzata per la compilazione dell'inventario 2017. Sono state inoltre riportate variazioni al parco veicolare 2015, splittando il parco auto regionale ad alimentazione gpl, metano e ibrida per classe di cilindrata, e assumendo che le automobili che nel parco regionale ACI sono contrassegnate per la cilindrata come "fino a 1400" vengano associate a cilindrata da 0.8 a 1.4.

Per il parco bus urbani sono stati utilizzati i dati relativi al 2015 forniti dal Servizio Trasporto Pubblico e Mobilità sostenibile della Regione Emilia Romagna, suddivisi per tipo di alimentazione e tipologia Copert.

Si è proceduto al calcolo del consumo di energia elettrica per automobili elettriche pure in maniera analoga a quanto fatto per l'inventario 2017.

I risultati del ricalcolo sono riportati in Tabelle 4.1. e 4.2.

In figura 4.1. è riportato il confronto fra le stime per il macrosettore 7 ottenute per il 2015, il 2015 ricalcolato e il 2017.

Tabella 4.1. Stima emissioni di macroinquinanti per tipologia di combustibile per il 2015 ricalcolato								
combustibile	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
benzina	1443	93	93	93	13	24516	251	7349
metano	445	3	3	3	-	6965	45	1262
GPL	1060	7	7	7	-	17132	107	2346
diesel	35186	806	806	806	47	6805	108	1078
usura e freni	-	2357	1532	827	-	-	-	-

Tabella 4.2. Stima emissioni di gas climalteranti e microinquinanti per tipologia di combustibile								
combustibile	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
benzina	2019	24	374	-	7	8	21	4
metano	428	3	191	-	2	2	-	1
GPL	1147	17	17	-	4	4	-	0
diesel	7421	291	133	-	19	21	123	84
usura e freni	-	-	-	41	17	210	3582	4

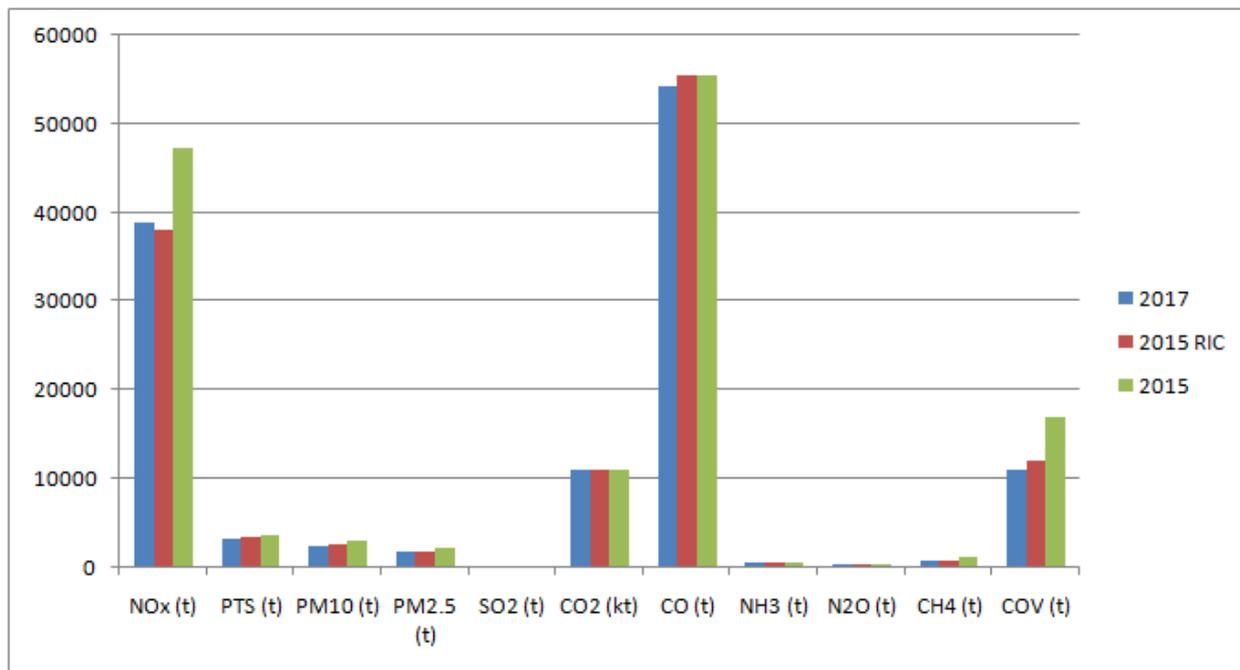


Figura 4.1. Confronto fra le stime del MS7 ottenute per il 2017, il 2015 ricalcolato e il 2015

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

010100 Produzione di energia elettrica

010101 Caldaie con potenza termica \geq 300MW

010102 Caldaie con potenza termica \geq 50 e $<$ 300MW

010103 Caldaie con potenza termica $<$ 50MW

010104 Turbine a gas

010105 Motori a combustione interna

010200 Teleriscaldamento

010201 Caldaie con potenza termica \geq 300MW

010202 Caldaie con potenza termica \geq 50 e $<$ 300MW

010203 Caldaie con potenza termica $<$ 50MW

010204 Turbine a gas

010205 Motori a combustione interna

010300 Raffinerie

010301 Caldaie con potenza termica \geq 300MW

010302 Caldaie con potenza termica \geq 50 e $<$ 300MW

010303 Caldaie con potenza termica $<$ 50MW

010304 Turbine a gas

010305 Motori a combustione interna

010306 Forni di raffineria

010400 Impianti di trasformazione di combustibili solidi

010401 Caldaie con potenza termica \geq 300MW

010402 Caldaie con potenza termica \geq 50 e $<$ 300MW

010403 Caldaie con potenza termica $<$ 50MW

010404 Turbine a gas

010405 Motori a combustione interna

010406 Forni di cokeria

010407 Altro (gassificazione o liquefazione del carbone, ecc.)
010500 Miniere di carbone - estrazione oli/gas - compressori per tubazioni
010501 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$
010502 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e $< 300\text{MW}$
010503 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
010504 Turbine a gas
010505 Motori a combustione interna
010506 Compressori per tubazioni

MACROSETTORE 2 Combustione non industriale

020100 Impianti commerciali ed istituzionali
020101 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$
020102 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e $< 300\text{MW}$
020103 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
020104 Turbine a gas
020105 Motori a combustione interna
020106 Altri sistemi (condizionatori, ecc.)
020107 Pizzerie con forno a legna
020200 Impianti residenziali
020201 Caldaie con potenza termica $\geq 50\text{ MW}$
020202 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
020203 Turbine a gas
020204 Motori a combustione interna
020206 Camino aperto tradizionale
020207 Stufa tradizionale a legna
020208 Camino chiuso o inserto
020209 Stufa o caldaia innovativa
020210 Stufa automatica a pellets o cippato o BAT legna
020300 Impianti in agricoltura, silvicoltura e acquacoltura
020301 Caldaie con potenza termica $\geq 50\text{ MW}$
020302 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
020303 Turbine a gas
020304 Motori a combustione interna
020305 Altri sistemi (condizionatori, ecc.)

MACROSETTORE 3 Combustione nell'industria

030100 Combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna
030101 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$

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.)
030200 Forni di processo senza contatto
030203 Cowpers di altiforni
030204 Forni per gesso
030205 Altri forni
030300 Processi di combustione con contatto
030301 Impianti di sinterizzazione e pellettizzazione
030302 Forni siderurgici per riscaldamento successivo
030303 Fonderie di ghisa e acciaio
030304 Produzione di piombo di prima fusione
030305 Produzione di zinco di prima fusione
030306 Produzione di rame di prima fusione
030307 Produzione di piombo di seconda fusione
030308 Produzione di zinco di seconda fusione
030309 Produzione di rame di seconda fusione
030310 Produzione di alluminio di seconda fusione
030311 Cemento
030312 Calce (incluse le industrie del ferro, dell'acciaio e di paste per la carta)
030313 Agglomerati bituminosi
030314 Vetro piano
030315 Contenitori di vetro
030316 Lana di vetro (eccetto l'uso di solventi)
030317 Altro vetro
030318 Lana minerale (eccetto l'uso di solventi)
030319 Laterizi e piastrelle
030320 Materiale di ceramica fine
030321 Industria cartiera (processi di essiccazione)
030322 Produzione di allumina
030323 Produzione di magnesio (da dolomite)
030324 Produzione di nickel (trattamenti termici)
030325 Produzione di smalto
030326 Altri processi con contatto

MACROSETTORE 4 - Processi produttivi

040100 Processi nell'industria petrolifera

040101 Lavorazione di prodotti petroliferi

040102 Cracking catalitico a letto fluido (FCC) – caldaia (CO)

040103 Impianti di recupero zolfo

040104 Immagazzinamento e trasporto di prodotti nelle raffinerie

040105 Altro

040200 Processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone

040201 Forni da coke (perdite dalle porte e spegnimento)

040202 Operazioni di carico degli altiforni

040203 Spillatura della ghisa di prima fusione

040204 Combustibili solidi senza fumi

040205 Acciaio (forno Martin-Siemens)

040206 Acciaio (forno basico ad ossigeno)

040207 Acciaio (forno elettrico)

040208 Laminatoi

040209 Impianti di sinterizzazione e pellettizzazione (eccetto 030301)

040210 Altro

040300 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi

040301 Produzione di alluminio (elettrolisi)

040302 Ferroleghie

040303 Produzione silicio

040304 Produzione magnesio (eccetto 030323)

040305 Produzione di nickel (eccetto 030324)

040306 Leghe metalliche

040307 Galvanizzazione

040308 Placcatura elettrica

040309 Altro

0403010 Estrusione di metalli

0403011 Uso di materiale da saldatura

040400 Processi nelle industrie chimiche inorganiche

040401 Acido solforico

040402 Acido nitrico

040403 Ammoniaca

040404 Solfato di ammonio

040405 Nitrato di ammonio

040406 Fosfato di ammonio

040407 Fertilizzanti composti (NPK)

040408 Urea
040409 Nerofumo
040410 Biossido di titanio
040411 Grafite
040412 Carbuo di calcio
040413 Cloro
040414 Fertilizzanti a base di fosforo
040415 Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici inorganici
040416 Altro
040500 Processi nelle industrie chimiche organiche
040501 Etilene
040502 Propilene
040503 1,2 dicloroetano (eccetto 040505)
040504 Cloruro di vinile (eccetto 040505)
040505 1,2 dicloroetano + cloruro di vinile (processo bilanciato)
040506 Polietilene a bassa densità
040507 Polietilene ad alta densità
040508 Cloruro di polivinile
040509 Polipropilene
040510 Stirene
040511 Polistirene
040512 Stirene-butadiene
040513 Lattice stirene-butadiene
040514 Gomma stirene-butadiene (SBR)
040515 Resine acrilonitrile butadiene stirene (ABS)
040516 Ossido di etilene
040517 Formaldeide
040518 Etilbenzene
040519 Anidride ftalica
040520 Acrilonitrile
040521 Acido adipico
040522 Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici organici
040523 Acido gliossilico
040525 Produzione di fitofarmaci
040526 Produzione di prodotti organici persistenti
040527 Altro
040528 Membrane bitume-polimero
040600 Processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti, bevande e altro

040601 Cartoncino grigio
040602 Pasta per la carta (processo al solfato)
040603 Pasta per la carta (processo al solfito)
040604 Pasta per la carta (processo semi-chimico al solfito neutro)
040605 Pane
040606 Vino
040607 Birra
040608 Alcolici
040610 Copertura tetti con asfalto
040611 Pavimentazione stradale con asfalto
040612 Cemento (decarbonatazione)
040613 Vetro (decarbonatazione)
040614 Calce (decarbonatazione)
040615 Produzione di batterie
040616 Estrazione di minerali
040617 Altro (incluso prodotti contenenti amianto)
040618 Uso di calce e dolomite
040619 Produzione e uso di polvere di soda
040620 Fibrocemento
040621 Tostatura di caffè
040622 Produzione di mangimi
040623 Cementifici e calcifici: frantumazione, trasporto e deposito
040624 Produzione di lievito
040625 Laterizi e ceramiche: macinazione, pressatura, smaltatura e altro
040626 Vetrerie: insilamento, trattamento superficiale, sabbiatura
040627 Prodotti da forno
040628 Industria delle carni
040629 Margarina e grassi
040630 Zucchero
040631 Industrie tessili: filatura, tessitura e altro
040800 Produzione di idrocarburi alogenati ed esafluoruro di zolfo
040801 Idrocarburi alogenati: emissioni di sottoprodotti
040802 Idrocarburi alogenati: emissioni diffuse
040803 Idrocarburi alogenati: altre emissioni
040804 Esafluoruro di zolfo: emissioni di sottoprodotti
040805 Esafluoruro di zolfo: emissioni diffuse
040806 Esafluoruro di zolfo: altre emissioni

MACROSETTORE 5 - Estrazione e distribuzione di combustibili

050100 Estrazione e primo trattamento di combustibili fossili solidi

050101 Miniere a cielo aperto

050102 Miniere sotterranee

050103 Immagazzinamento di combustibili solidi

050200 Estrazione, primo trattamento e caricamento di combustibili liquidi

050201 Attività su terraferma

050202 Attività off-shore

050300 Estrazione, primo trattamento e caricamento di combustibili gassosi

050301 Desolforazione su terraferma

050302 Attività a terra (oltre la desolforazione)

050303 Attività off-shore

050400 Distribuzione di combustibili liquidi (eccetto benzine)

050401 Terminali marittimi (navi cisterna, stoccaggio e trasporto)

050402 Altro trasporto interno e stoccaggio (incluse le condutture)

050500 Distribuzione di benzine

050501 Stazione di distribuzione delle raffinerie

050502 Trasporto e deposito (eccetto 050503)

050503 Stazioni di servizio (incluse il rifornimento di veicoli)

050600 Reti di distribuzione di gas

050601 Condotte

050603 Reti di distribuzione

050700 Estrazione di energia geotermica

MACROSETTORE 6 - Uso di solventi

060100 Verniciatura

060101 Verniciatura di autoveicoli

060102 Verniciatura: riparazione di autoveicoli

060103 Verniciatura: edilizia (eccetto 060107)

060104 Verniciatura: uso domestico (eccetto 060107)

060105 Verniciatura: rivestimenti

060106 Verniciatura: imbarcazioni

060107 Verniciatura: legno

060108 Altre applicazioni industriali di verniciatura

060109 Altre applicazioni non industriali di verniciatura

060200 Sgrassaggio, pulitura a secco e componentistica elettronica

060201 Sgrassaggio metalli

060202 Pulitura a secco

060203 Fabbricazione di componenti elettronici
060204 Altri lavaggi industriali
060300 Produzione o lavorazione di prodotti chimici
060301 Produzione / lavorazione poliestere
060302 Produzione / lavorazione cloruro di polivinile
060303 Produzione / lavorazione di schiuma di poliuretano
060304 Produzione / lavorazione di schiuma polistirolica
060305 Produzione / lavorazione della gomma
060306 Sintesi di prodotti farmaceutici
060307 Produzione di vernici
060308 Produzione di inchiostri
060309 Produzione di colle
060310 Soffiatura di asfalto
060311 Produzione di nastri adesivi, magnetici, film e fotografie
060312 Finiture tessili
060313 Conciatura di pelli
060314 Altro (pannelli truciolari, impregnazione carta, ecc...)
060400 Altro uso di solventi e relative attività
060401 Lana di vetro
060402 Lana di minerale
060403 Industria della stampa
060404 Estrazione di grassi e di oli alimentari e non
060405 Applicazioni di colle ed adesivi
060406 Conservazione del legno
060407 Trattamento antiruggine di veicoli
060408 Uso domestico di solventi (oltre la verniciatura)
060409 Deparaffinazione di veicoli
060411 Uso domestico di farmaci
060412 Altro (conservazione semi, ..)
060500 Uso di HFC, N20, NH3, PFC e SF6
060501 Anestesia
060502 Sistemi di refrigerazione e di condizionamento aria con uso di idrocarburi alogenati
060503 Sistemi di refrigerazione e condizionamento di aria senza uso di idrocarburi alogenati
060504 Produzione di schiume (eccetto 060304)
060505 Estintori
060506 Contenitori per aerosol
060507 Apparecchiature elettriche (eccetto 060203)
060508 Altro

MACROSETTORE 7 - Trasporto su strada

070100 Automobili

070101 Autostrade

070102 Strade extraurbane

070103 Strade urbane

070104 Autostrade - usura

070105 Strade extraurbane - usura

070106 Strade urbane - usura

070107 Risospensione

070200 Veicoli leggeri < 3,5 t

070201 Autostrade

070202 Strade extraurbane

070203 Strade urbane

070204 Autostrade - usura

070205 Strade extraurbane - usura

070206 Strade urbane - usura

070207 Risospensione

070300 Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus

070301 Autostrade

070302 Strade extraurbane

070303 Strade urbane

070304 Autostrade - usura

070305 Strade extraurbane - usura

070306 Strade urbane - usura

070307 Risospensione

070400 Ciclomotori (< 50 cm³)

070403 Strade urbane

070406 Strade urbane - usura

070407 Risospensione

070500 Motocicli > 50 cm³

070501 Autostrade

070502 Strade extraurbane

070503 Strade urbane

070504 Autostrade - usura

070505 Strade extraurbane - usura

070506 Strade urbane - usura

070507 Risospensione

070600 Veicoli a benzina – Emissioni evaporative

070601 Autostrade

070602 Strade extraurbane

070603 Strade urbane

MACROSETTORE 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

080100 Trasporti militari

080200 Ferrovie

080201 Locomotive di manovra

080202 Carrozze

080203 Locomotive

080300 Vie di navigazione interne

080301 Navi con motori ausiliari

080302 Barche a motore/chiatte

080303 Imbarcazioni private

080304 Navi da trasporto interno merci

080400 Attività marittime

080402 Traffico marittimo nazionale

080403 Pesca

080404 Traffico marittimo internazionale (petroliere internazionali)

080500 Traffico aereo

080501 Traffico nazionale (cicli LTO - < 1000 m)

080502 Traffico internazionale (cicli LTO - < 1000 m)

080503 Traffico nazionale di crociera (> 1000m)

080504 Traffico internazionale di crociera (> 1000m)

080505 Mezzi di supporto a terra

080600 Agricoltura

080700 Silvicultura

080800 Industria

080900 Giardinaggio ed altre attività domestiche

081000 Altri trasporti fuori strada

MACROSETTORE 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti

090200 Incenerimento rifiuti

090201 Incenerimento di rifiuti solidi urbani

090202 Incenerimento di rifiuti industriali (eccetto torce)

090203 Torce nelle raffinerie di petrolio

090204 Torce nell'industria chimica

090205 Incenerimento di fanghi da trattamento acque reflue
090206 Torce nell'estrazione di gas e oli
090207 Incenerimento di rifiuti ospedalieri
090208 Incenerimento di oli esausti
090400 Interramento di rifiuti solidi
090401 Discarica controllata di rifiuti
090402 Discarica non 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 100300)
090900 Cremazione
090901 Incenerimento di corpi
090902 Incenerimento di carcasse
091000 Altri trattamenti di rifiuti
091001 Trattamento acque reflue industriali
091002 Trattamento acque reflue nel settore residenziale e commerciale
091003 Spargimento di fanghi
091005 Compostaggio
091006 Produzione biogas
091007 Fosse biologiche
091008 Altra produzione di combustibile (RDF)

MACROSETTORE 10 - Agricoltura

100100 Coltivazioni con fertilizzanti
100101 Coltivazioni permanenti
100102 Terreni arabili
100103 Risaie
100104 Vivai
100105 Foraggiere
100106 Maggesi
100200 Coltivazioni senza fertilizzanti
100201 Coltivazioni permanenti
100202 Terreni arabili
100203 Risaie
100204 Vivai
100205 Foraggiere

100206 Maggesi
100300 Combustione stoppie
100301 Cereali
100302 Legumi
100303 Tuberi e radici
100304 Canna da zucchero
100305 Altro
100400 Fermentazione enterica
100401 Vacche da latte
100402 Altri bovini
100403 Ovini
100404 Maiali da ingrasso
100405 Cavalli
100406 Asini e muli
100407 Capre
100408 Galline ovaiole
100409 Pollastri
100410 Altri avicoli (anatre, oche, ..)
100411 Animali da pelliccia
100412 Scrofe
100413 Cammelli
100414 Bufalini
100415 Altro
100416 Conigli
100417 Struzzi
100500 Gestione reflui riferita ai composti organici
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, ..)
100510 Animali da pelliccia
100511 Capre
100512 Asini e muli

100513 Cammelli
100514 Bufalini
100515 Altro
100516 Conigli
100517 Struzzi
100600 Uso di fitofarmaci
100900 Gestione reflui riferita ai composti azotati
100901 Vacche da latte
100902 Altri bovini
100903 Maiali da ingrasso
100904 Scrofe
100905 Pecore
100906 Cavalli
100907 Galline ovaiole
100908 Pollastri
100909 Altri avicoli (anatre, oche, ..)
100910 Animali da pelliccia
100911 Capre
100912 Asini e muli
100913 Cammelli
100914 Bufalini
100915 Altro
100916 Conigli
100917 Struzzi
101000 Emissioni di particolato dagli allevamenti
101001 Vacche da latte
101002 Altri bovini
101003 Maiali da ingrasso
101004 Scrofe
101007 Galline ovaiole
101008 Pollastri
101009 Altri avicoli (anatre, oche, ..)
101014 Bufalini

MACROSETTORE 11 - Altre sorgenti e assorbimenti

110100 Foreste decidue non gestite
110104 Farnia (*Quercus robur*)
110105 Boschi di querce sessili (*Quercus petraea*)

110106 Altre querce decidue
110107 Leccio (*Quercus ilex*)
110108 Sughera (*Quercus suber*)
110109 Altre querce sempreverdi a foglia larga
110110 Faggio
110111 Betulla
110115 Altre decidue a foglia larga
110116 Altre sempreverdi a foglia larga
110117 Suoli (escluso CO2)
110200 Foreste non gestite di conifere
110204 Abete rosso norvegese (*Picea abies*)
110205 Picea di Sitka (*Picea sitchensis*)
110206 Altri abeti rossi
110207 Pino silvestre (*Pinus sylvestris*)
110208 Pino marittimo (*Pinus pinaster*)
110209 Pino d'Aleppo (*Pinus Halepensis*)
110210 Altri pini
110211 Abete bianco (*Abies alba*)
110212 Larice
110213 Altre conifere
110214 Suoli (escluso CO2)
110300 Incendi di foreste e altra vegetazione
110301 Dolosi
110302 Altro
110400 Praterie e altri tipi di bassa vegetazione
110401 Praterie
110402 Tundra
110403 Altra bassa vegetazione
110404 Altra vegetazione (macchia mediterranea)
110405 Suoli (escluso CO2)
110500 Zone umide (paludi, acquitrini)
110501 Paludi salmastre non drenate
110502 Paludi salmastre drenate
110503 Stagni
110504 Paludi non salmastre
110505 Acquitrini
110506 Zone allagate
110600 Acque

110601 Laghi
110602 Acque basse marine (<6m)
110603 Acque superficiali
110604 Acque di drenaggio
110605 Fiumi
110606 Fosse e canali
110607 Mare aperto (> 6m)
110700 Animali
110701 Termiti
110702 Mammiferi
110703 Altri animali
110800 Vulcani
110900 Infiltrazioni di gas (geyser)
111000 Lampi
111100 Foreste decidue gestite (SNAP94 cod 100700)
111104 Farnia (*Quercus robur*)
111105 Boschi di querce sessili (*Quercus petraea*)
111106 Altre querce decidue
111107 Leccio (*Quercus ilex*)
111108 Sughera (*Quercus suber*)
111109 Altre querce sempreverdi a foglia larga
111110 Faggio
111111 Betulla
111115 Altre decidue a foglia larga
111116 Altre sempreverdi a foglia larga
111117 Suoli (escluso CO₂)
111200 Foreste gestite di conifere
111204 Abete rosso norvegese (*Picea abies*)
111205 Picea di Sitka (*Picea sitchensis*)
111206 Altri abeti rossi
111207 Pino silvestre (*Pinus sylvestris*)
111208 Pino marittimo (*Pinus pinaster*)
111209 Pino d'Aleppo (*Pinus Halepensis*)
111210 Altri pini
111211 Abete bianco (*Abies alba*)
111212 Larice
111215 Altre conifere
111216 Suoli (escluso CO₂)

- 112100 Cambiamenti degli stock di carbonio nella foresta e di altre biomasse legnose
- 112101 Foreste tropicali
- 112102 Foreste temperate
- 112103 Foreste boreali
- 112104 Praterie/tundra
- 112105 Altro
- 112200 Trasformazione di foreste e praterie

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 altre categorie di polveri basandosi sulle distribuzioni granulometriche delle polveri caratteristiche di ogni attività, ossia come percentuale in peso di PTS, PM10, PM2.5 e talvolta anche PM1 e PM0.1.

Il modulo permette di calcolare le polveri fini sia nel caso di emissioni di polveri effettivamente misurate che di emissioni stimate tramite i moduli *puntuali e diffuse*.

Modulo emissioni aggregate

Il *modulo emissioni aggregate* viene eseguito a valle di ogni procedura di calcolo dei moduli descritti in precedenza per stimare i seguenti inquinanti: CO₂ equivalente, sostanze acidificanti, precursori ozono, PM10 totale, PM2.5 totale.

Nella presente compilazione è stato impiegato per il calcolo della CO₂ equivalente.

La formulazione dell'algoritmo di calcolo è la seguente:

$$E_{\text{inquinante aggregato}} = \sum k_i E_i$$

in cui E_i sono le emissioni degli inquinanti di partenza e

k_i è un coefficiente specifico per ogni tipo di inquinante aggregato ed incorpora già la conversione delle unità di misura fra gli inquinanti di partenza e quelli dell'inquinante calcolato.

I coefficienti utilizzati per il calcolo degli inquinanti aggregati a partire dagli inquinanti stimati dai singoli moduli di calcolo sono riportati di seguito.

inquinante di partenza	CO ₂ equivalente (kton)
CH ₄ (ton)	0.021
CO ₂ (kton)	1
HFC (kg)	0.001696
N ₂ O (ton)	0.31
NF ₃ (kg)	0.008
PFC (kg)	0.007841
SF ₆ (kg)	0.0239

Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per ogni macroinquinante

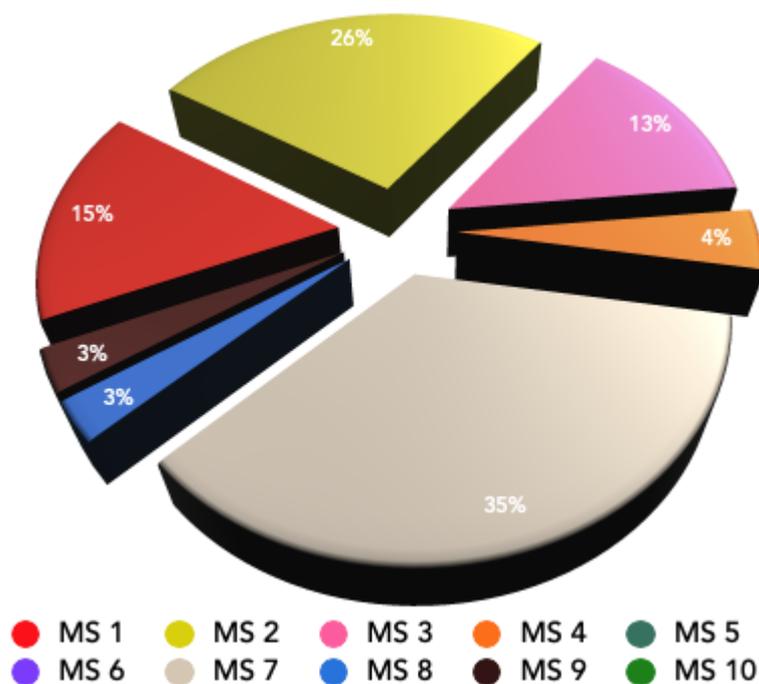


Figura A3.1. Ripartizione percentuale delle emissioni di CO₂

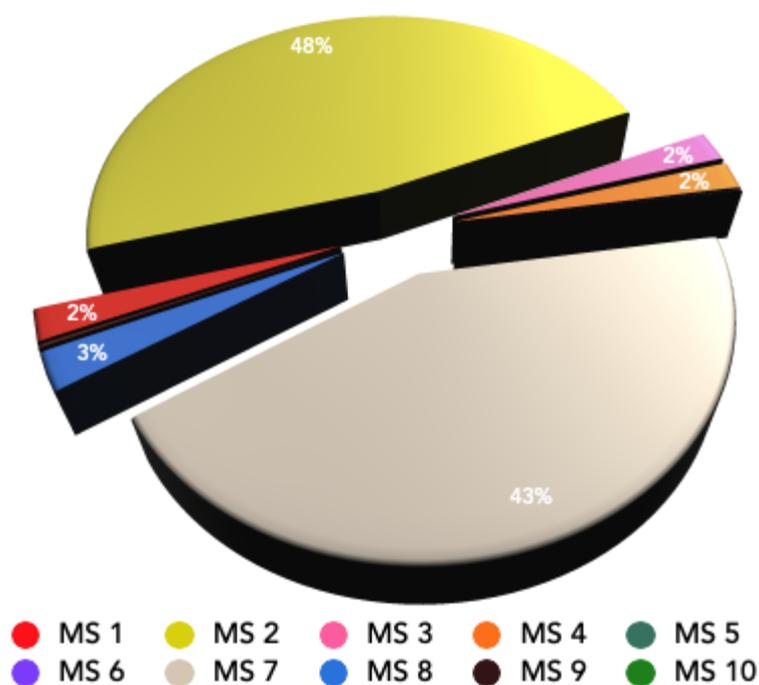


Figura A3.2. Ripartizione percentuale delle emissioni di CO

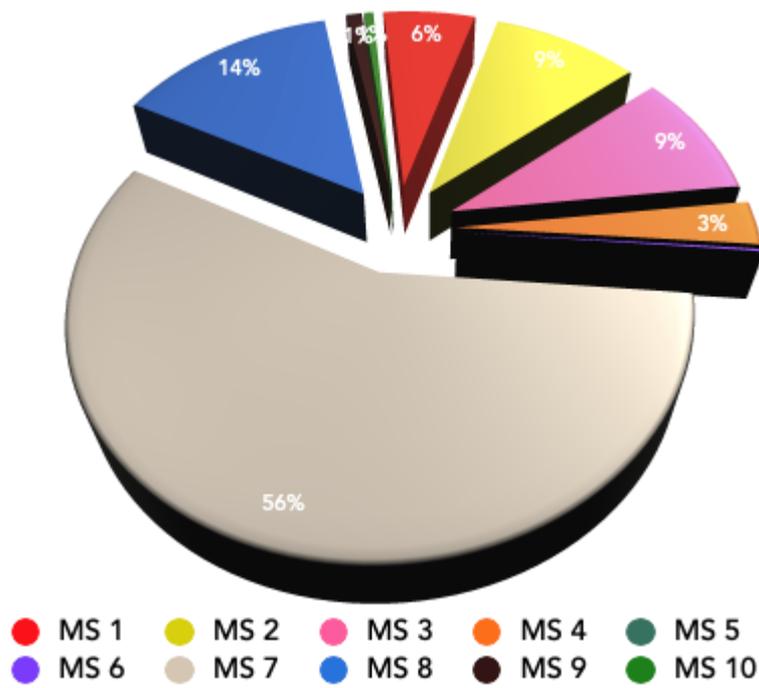


Figura A3.3. Ripartizione percentuale delle emissioni di NOx

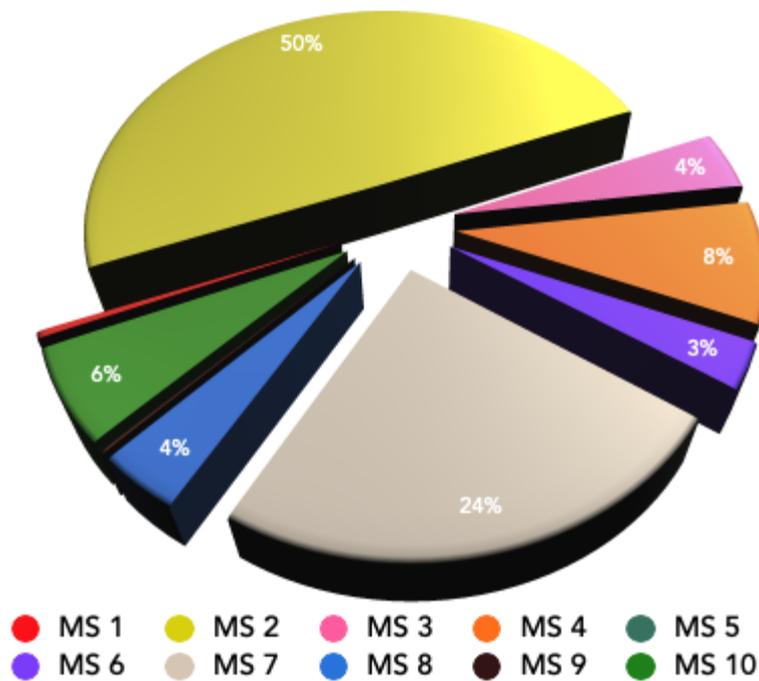


Figura A3.4. Ripartizione percentuale delle emissioni di PTS

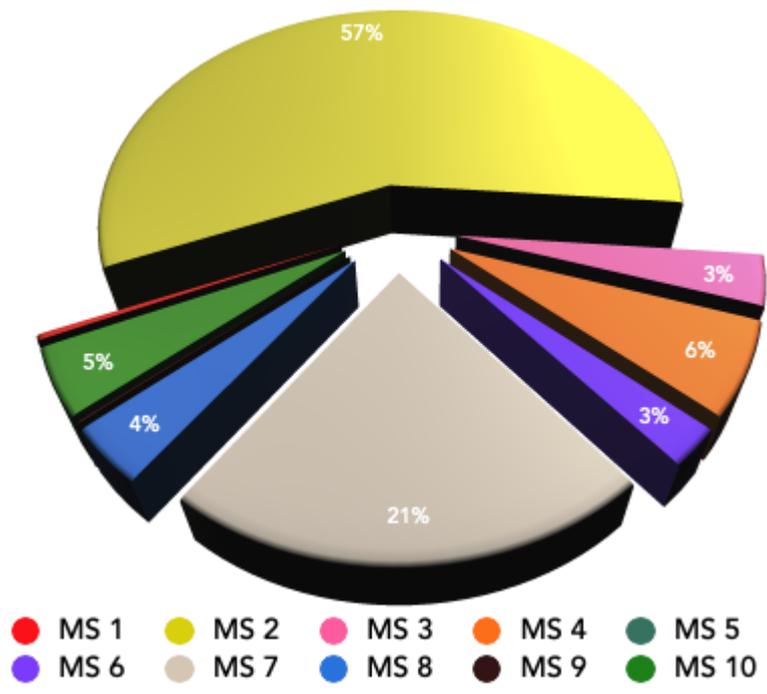


Figura A3.5. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM10

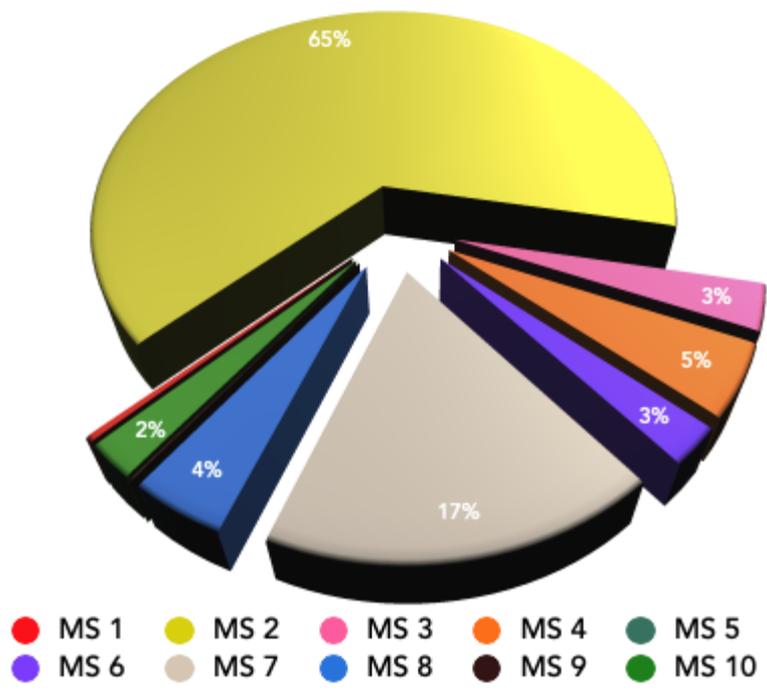


Figura A3.6. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM2.5

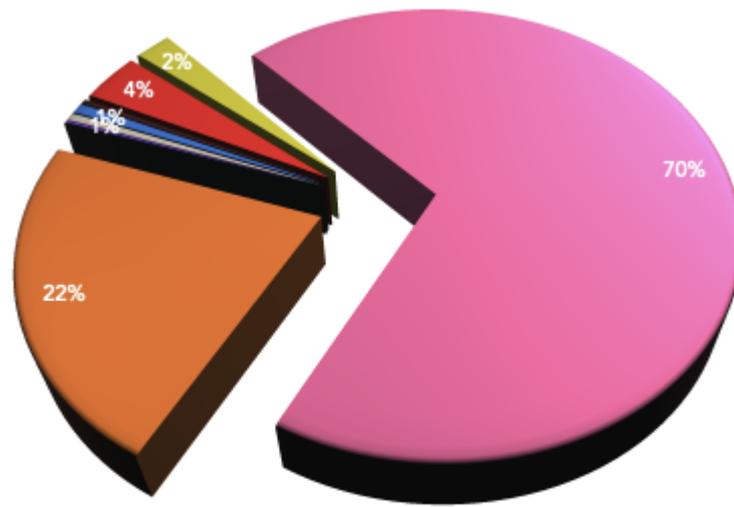


Figura A3.7. Ripartizione percentuale delle emissioni di SO₂

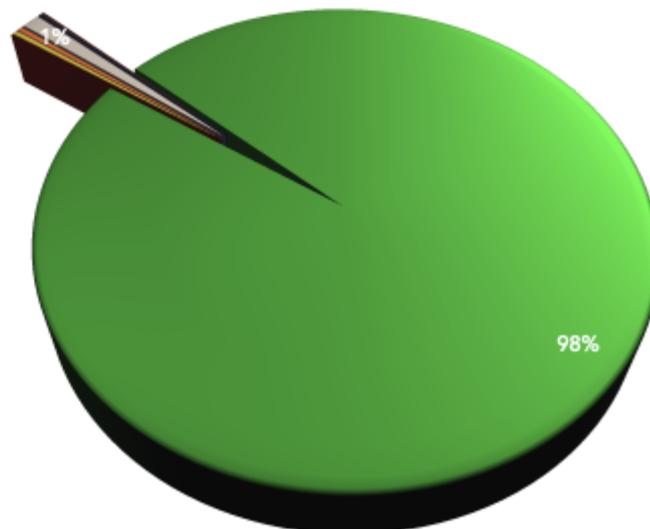


Figura A3.8. Ripartizione percentuale delle emissioni di NH₃

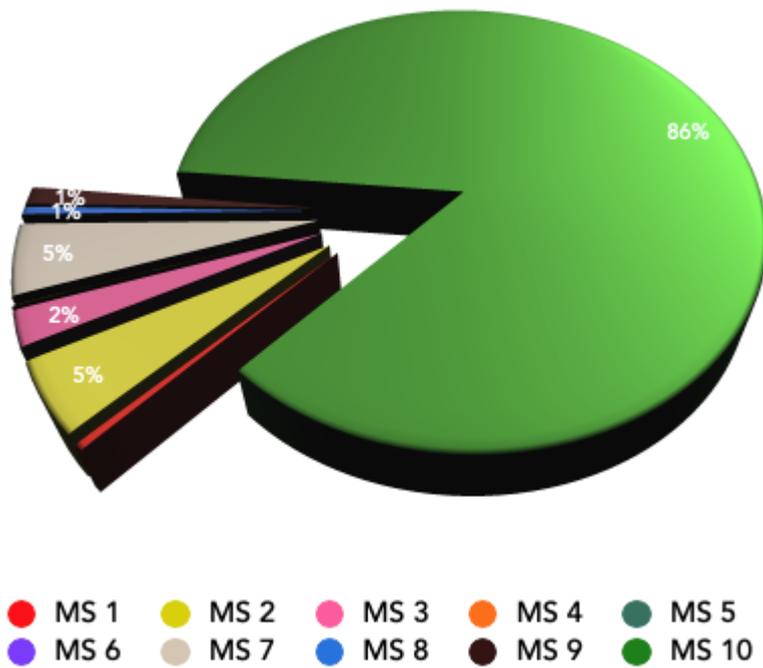


Figura A3.49. Ripartizione percentuale delle emissioni di N₂O

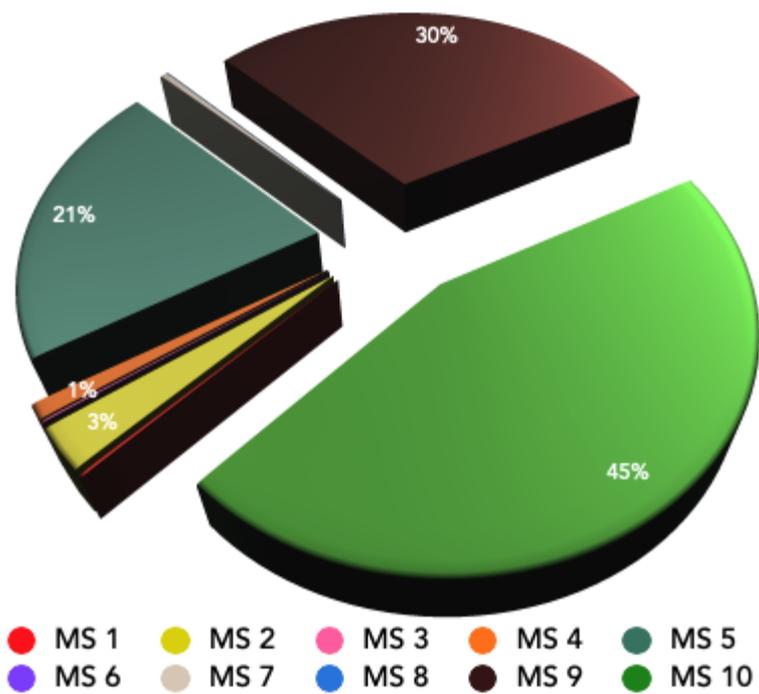


Figura A3.10. Ripartizione percentuale delle emissioni di CH₄

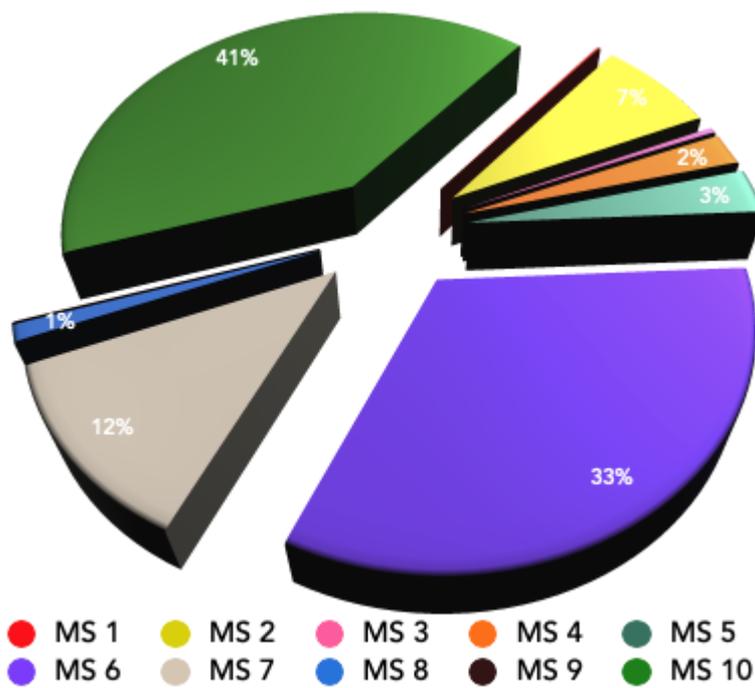


Figura A3.11. Ripartizione percentuale delle emissioni di COV

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)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	652	8	8	8	7	1454	0	36	1670	4	75
2	418	610	580	574	20	5400	12	564	464	26	418
3	1202	33	20	15	166	834	2	49	457	21	17
4	271	30	16	15	56	49	0	30	488	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	162	0	0	2725
6	16	8	5	4	1	13	0	2700	0	0	0
7	3506	273	202	146	5	4155	47	778	934	27	51
8	1162	58	58	58	3	363	0	112	105	5	2
9	56	0	0	0	2	4	11	2	104	2	2
10	44	55	25	9	0	0	5157	4319	0	629	9799
11	0	0	0	0	0	0	0	4729	-723	0	0
Totali	7327	1075	914	829	260	12272	5229	13481	3499	714	13089

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	6	11	109	43	0
2	1	16	2	33	207
3	16	11	43	105	0
4	3	4	10	510	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	3	4	18	265	7
8	0	0	2	1	1
9	1	0	36	6	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
Totali	30	46	220	963	215

Parma

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	21	0	0	0	0	11	1	5	106	0	5
2	736	831	790	782	30	7365	17	799	900	40	571
3	433	22	19	16	180	67	0	26	476	12	11
4	40	32	16	15	0	1	0	347	10	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	331	0	0	3727
6	7	22	15	14	0	2	0	2365	0	0	0
7	4548	369	274	196	7	5832	61	1126	1268	38	74
8	895	45	45	45	3	279	0	86	81	4	1
9	157	6	0	0	28	16	1	1	178	16	0
10	10	70	31	11	0	0	7401	3972	0	919	17603
11	0	0	0	0	0	0	0	8398	-769	0	0
Totali	6847	1397	1190	1079	248	13573	7481	17456	2250	1029	21992

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	0	0	0	0
2	2	22	3	45	278
3	9	12	25	160	0
4	11	13	55	123	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	4	5	27	399	10
8	0	0	2	1	1
9	0	0	6	16	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
Totali	26	52	118	744	289

Reggio - Emilia

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	47	1	1	1	15	7	0	8	184	0	8
2	981	839	797	789	33	7514	17	851	1286	47	590
3	1025	125	85	73	1926	263	1	77	730	29	27
4	80	133	99	51	39	261	2	235	9	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	457	0	0	5322
6	33	56	41	38	2	0	1	3627	0	0	0
7	4378	374	279	197	7	6170	58	1305	1248	38	80
8	919	51	51	50	3	285	0	90	82	5	2
9	24	0	0	0	0	28	11	8	20	1	9261
10	32	86	37	12	0	0	8284	3466	0	940	17387
11	0	0	0	0	0	0	0	3814	-515	0	0
Totali	7519	1665	1390	1211	2025	14528	8374	13938	3044	1061	32678

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	0	0	0	0
2	3	22	3	45	278
3	3	3	44	245	0
4	12	0	77	49	6
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	5	5	28	433	10
8	0	0	2	1	1
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
Totali	23	30	154	773	295

Modena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	1041	1043	992	981	39	9208	20	1034	1321	53	713
2	1686	250	168	146	4120	708	15	105	1343	50	53
3	7	223	181	85	3	8	14	27	6	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	5467
5	14	67	43	35	0	0	1	4689	0	0	0
6	5912	503	376	265	9	8384	75	1703	1702	53	107
7	995	49	49	49	3	335	0	100	90	4	2
8	77	1	1	1	2	28	24	8	43	5	8970
9	33	88	41	15	0	0	6605	4096	0	756	12725
10	0	0	0	0	0	0	0	3545	-633	0	0
11	1041	1043	992	981	39	9208	20	1034	1321	53	713
Totali	9765	2224	1851	1577	4176	18671	6754	15707	3872	921	28037

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	3	27	4	55	344
2	11	164	71	537	1
3	0	0	88	18	15
4	0	0	0	0	0
5	0	0	1	12	0
6	7	7	39	597	14
7	0	0	2	1	1
8	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	3	27	4	55	344
Totali	21	198	206	1220	375

Bologna

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	237	4	2	2	10	213	1	12	239	4	11
2	1440	1416	1345	1331	54	12460	28	1407	1808	72	967
3	437	30	26	19	537	487	0	30	281	22	29
4	102	187	118	84	21	1283	4	424	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	586	0	0	8461
6	12	108	68	61	0	0	0	5856	0	0	0
7	9572	797	592	420	15	12781	132	2479	2734	82	164
8	1332	57	57	57	26	657	0	177	159	5	2
9	152	1	1	1	2	79	18	14	210	23	9499
10	90	47	28	13	0	0	4331	5537	0	590	3526
11	0	0	0	0	0	0	0	6031	-867	0	0
Totali	13374	2647	2237	1988	665	27960	4514	22553	4564	798	22659

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	1	0	0	0	0
2	4	36	6	75	460
3	4	3	41	118	1
4	0	2	20	2	7
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	10	12	59	886	22
8	0	0	2	1	1
9	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
Totali	19	53	129	1082	491

Ferrara

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	1329	18	10	4	124	227	1	5	1324	5	77
2	461	455	433	428	17	3901	9	468	575	23	308
3	1235	71	41	22	261	174	5	34	548	10	12
4	384	248	161	132	85	534	52	653	809	0	100
5	0	0	0	0	0	0	0	130	0	0	1377
6	3	63	41	38	0	1	0	2186	0	0	0
7	2456	214	160	113	4	3811	33	847	710	22	49
8	1526	77	77	77	5	517	0	155	138	6	3
9	65	3	2	2	1	17	8	4	26	18	6637
10	71	62	39	18	0	0	3553	9249	0	453	5090
11	0	0	0	0	0	0	0	655	-57	0	0
Totali	7530	1211	964	834	497	9182	3661	14386	4073	537	13653

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	4	5	0	0	4
2	1	11	2	24	145
3	3	1	20	15	0
4	0	0	5	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	3	3	17	257	6
8	0	0	3	1	1
9	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
Totali	11	20	48	297	156

Ravenna

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	1843	30	22	21	245	794	9	68	1285	16	58
2	458	489	465	460	17	4179	9	498	574	24	327
3	154	23	18	9	244	63	0	13	256	9	7
4	1094	266	101	88	2207	239	66	276	0	0	1554
5	2	0	0	0	2	1	0	242	0	0	1312
6	14	21	14	11	1	0	1	2625	0	0	0
7	2945	250	187	133	4	4375	38	936	821	26	56
8	1969	151	53	53	33	482	0	175	143	4	2
9	52	4	2	2	1	18	30	3	47	4	4835
10	112	79	50	23	0	0	4671	3117	0	577	2256
11	0	0	0	0	0	0	0	1317	-130	0	0
Totali	8643	1313	912	800	2754	10151	4824	9270	2996	660	10407

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	25	5	228	24	0
2	1	12	2	25	154
3	1	1	17	63	0
4	2	1	275	2	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	3	4	19	294	7
8	9	1	421	4	1
9	0	0	1	3	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
Totali	41	24	963	415	162

Forlì - Cesena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)	CO₂ (kt)	N₂O (t)	CH₄ (t)
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	498	596	566	560	21	5224	12	577	600	27	402
3	32	4	3	3	90	4	0	1	25	5	1
4	118	14	7	6	21	38	0	77	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	242	0	0	2469
6	13	56	40	34	12	0	0	3485	0	0	0
7	3299	271	201	145	5	4846	48	988	948	28	58
8	659	33	33	33	2	274	0	76	60	3	1
9	80	1	0	0	1	36	25	8	161	1	9095
10	10	358	246	122	0	0	5188	2139	0	811	3592
11	0	0	0	0	0	0	0	5269	-536	0	0
Totali	4709	1333	1096	903	152	10422	5273	12862	1258	875	15618

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	2	15	2	32	196
3	1	0	14	1	0
4	0	11	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	3	4	19	283	8
8	0	0	1	1	1
9	0	0	1	1	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
Totali	6	30	37	318	205

Rimini

MS	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	475	479	455	450	18	4198	9	479	603	24	325
3	94	8	7	5	85	103	0	15	58	6	4
4	20	10	8	4	4	3	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	296	0	0	2495
6	0	18	14	12	0	0	0	1897	0	0	0
7	2162	178	133	96	3	3823	32	776	635	19	44
8	211	10	10	10	1	68	0	21	19	1	0
9	44	1	0	0	1	7	14	3	130	15	3
10	3	28	19	9	0	0	690	828	0	116	778
11	0	0	0	0	0	0	0	1199	-108	0	0
Totali	3009	732	646	586	112	8202	745	5515	1337	181	3649

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	1	12	2	25	156
3	0	1	15	437	0
4	0	0	0	1	22
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	2	3	13	194	5
8	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
Totali	3	16	31	657	183

