



*Giunta Regionale della Campania*

Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema

UOD 500604 Sviluppo sostenibile – Acustica  
Qualità dell'aria - Radiazioni  
Criticità ambientali in rapporto con la salute umana

**Inventario regionale delle emissioni per l'anno 2016**

(realizzato con il contributo dell'assistenza tecnica fornita dalla Techne Consulting S.r.l. – Roma)

Documento rev. 24/09/2019

**Dati anno 2016 aggregati per la pubblicazione**

(a cura della UOD 500604 rev. 19/05/2020)

## INDICE

1	PREMESSA .....	6
2	L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI .....	7
	<b>2.1 Metodologia</b> .....	<b>7</b>
	2.1.1 Inquinanti .....	7
	<b>2.2 Nomenclatura delle attività e dei combustibili</b> .....	<b>8</b>
	<b>2.3 Classificazione delle sorgenti di inquinamento</b> .....	<b>9</b>
	<b>2.4 Procedura per la stima delle emissioni delle differenti sorgenti</b> .....	<b>10</b>
	<b>2.5 Modelli di stima</b> .....	<b>13</b>
	2.5.1 Traffico stradale .....	13
	2.5.2 Movimentazione e sosta delle navi .....	28
	2.5.3 Emissioni da decollo ed atterraggio aeromobili .....	30
	2.5.4 Vegetazione.....	31
	2.5.5 Incendi forestali .....	34
3	RACCOLTA DATI PER LA STIMA DELLE EMISSIONI.....	36
	<b>3.1 Sorgenti puntuali</b> .....	<b>36</b>
	3.1.1 Metodologia seguita per la raccolta dati .....	36
	3.1.2 Riepilogo delle sorgenti selezionate e bilancio dell'indagine .....	37
4	FATTORI DI EMISSIONE .....	38
5	RIEPILOGO DEI RISULTATI.....	40
	<b>5.1 Emissioni totali per macrosettore</b> .....	<b>40</b>
	5.1.1 Inquinanti principali .....	40
	5.1.2 Metalli pesanti.....	43
	5.1.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici, benzene e black carbon .....	46
	5.1.4 Microinquinanti (HCB, PCB, Diossine e furani) .....	49
	<b>5.2 Gas serra</b> .....	<b>50</b>
	<b>5.3 Emissioni per tipologia di sorgente ed attività per l'anno 2016</b> .....	<b>51</b>
6	SINTESI REGIONALE ED ANDAMENTO TEMPORALE DELLE EMISSIONI .....	59
	<b>6.1 Inquinanti principali</b> .....	<b>59</b>
	6.1.1 Ossidi di azoto.....	59
	6.1.2 Particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron .....	61
	6.1.3 Particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron .....	63
	6.1.4 Particelle sospese totali .....	65
	6.1.5 Composti organici volatili.....	67
	6.1.6 Ossidi di zolfo .....	69
	6.1.7 Monossido di carbonio.....	71
	6.1.8 Ammoniaca .....	73
	<b>6.2 Metalli pesanti</b> .....	<b>74</b>

<b>6.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici, Benzene e Black Carbon .....</b>	<b>81</b>
<b>6.4 Microinquinanti (HCB, PCB, Diossine e furani).....</b>	<b>82</b>
<b>6.5 Gas serra.....</b>	<b>82</b>
6.5.1 Anidride Carbonica.....	82
6.5.2 Metano .....	83
6.5.3 Protossido di azoto.....	84

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Schema operativo per la stima delle emissioni .....	11
Figura 2 – Fattori di correzione per l'isoprene, i monoterpene e gli altri COVNM al variare della temperatura ..	33
Figura 3 – Fattori di correzione per l'isoprene al variare della radiazione solare .....	34
Figura 4 – Mappa delle emissioni totali di NOx (Mg) nel 2016 .....	60
Figura 5 – Emissioni totali di NOx (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario .....	60
Figura 6 – Mappa delle emissioni totali di PM10 (Mg) nel 2016 .....	62
Figura 7 – Emissioni totali di PM10 (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario .....	62
Figura 8 – Mappa delle emissioni totali di PM <sub>2,5</sub> (Mg) nel 2016.....	64
Figura 9 – Emissioni totali di PM <sub>2,5</sub> (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	64
Figura 10 – Mappa delle emissioni totali di PST (Mg) nel 2016 .....	66
Figura 11 – Emissioni totali di PST (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario .....	66
Figura 12 – Mappa delle emissioni totali di COVNM (Mg) nel 2016 .....	68
Figura 13 – Emissioni totali di COVNM (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario .....	68
Figura 14 – Mappa delle emissioni totali di SOx (Mg) nel 2016.....	70
Figura 15 – Emissioni totali di SOx (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	70
Figura 16 – Mappa delle emissioni totali di CO (Mg) nel 2016.....	72
Figura 17 – Emissioni totali di CO (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario .....	72
Figura 18 – Mappa delle emissioni totali di NH <sub>3</sub> (Mg) nel 2016.....	73
Figura 19 – Emissioni totali di NH <sub>3</sub> (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	74
Figura 20 – Emissioni totali di metalli pesanti, negli anni di riferimento dell'inventario.....	75
Figura 21 – Mappa delle emissioni totali di Arsenico nel 2016.....	76
Figura 22 – Mappa delle emissioni totali di Cadmio nel 2016.....	77
Figura 23 – Mappa delle emissioni totali di Cromo nel 2016.....	77
Figura 24 – Mappa delle emissioni totali di Mercurio nel 2016 .....	78
Figura 25 – Mappa delle emissioni totali di Nichel nel 2016.....	78
Figura 26 – Mappa delle emissioni totali di Piombo nel 2016.....	79
Figura 27 – Mappa delle emissioni totali di Rame nel 2016.....	79
Figura 28 – Mappa delle emissioni totali di Selenio nel 2016 .....	80
Figura 29 – Mappa delle emissioni totali di Zinco nel 2016.....	80
Figura 30 – Emissioni totali di IPA, negli anni di riferimento dell'inventario.....	81
Figura 31 – Emissioni totali di Benzene, negli anni di riferimento dell'inventario .....	82
Figura 32 – Emissioni totali di Black Carbon, negli anni di riferimento dell'inventario .....	82
Figura 33 – Emissioni totali di CO <sub>2</sub> (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario .....	83
Figura 34 – Emissioni totali di CH <sub>4</sub> (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario .....	83
Figura 35 – Emissioni totali di N <sub>2</sub> O (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	84

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Tipologie di veicoli considerati in <i>E-Pond</i> e loro corrispondenza con le definizioni del d.lgs. 30 Aprile 1992 n° 285. ....	14
Tabella 2 – Macroclassi, classi e specie vegetali .....	32
Tabella 3 – Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2016.....	41
Tabella 4 - Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2002.....	42
Tabella 5 - Emissioni totali di metalli pesanti per macrosettore – Anno 2016.....	44

Tabella 6 - Emissioni totali di metalli pesanti per macrosettore – Anno 2002.....	45
Tabella 7 - Emissioni totali di IPA, benzene e black carbon per macrosettore – Anno 2016 .....	47
Tabella 8 - Emissioni totali di IPA, benzene e black carbon per macrosettore – Anno 2002 .....	48
Tabella 9 - Emissioni totali di microinquinanti per macrosettore – Anno 2016.....	49
Tabella 10 - Emissioni totali di microinquinanti per macrosettore – Anno 2002.....	49
Tabella 11 - Emissioni totali di gas serra per macrosettore – Anno 2016.....	50
Tabella 12 - Emissioni totali di gas serra per macrosettore – Anno 2002.....	51
Tabella 13 - Emissioni totali di inquinanti principali da sorgenti diffuse per attività – Anno 2016.....	52
Tabella 14 - Emissioni totali di inquinanti principali da sorgenti areali per attività – Anno 2016.....	58
Tabella 15 - Emissioni totali di inquinanti principali da sorgenti lineari per attività – Anno 2016 .....	58

## 1 PREMESSA

La Regione Campania dotata di un Piano Regionale per la tutela della qualità dell'aria<sup>1</sup> ha avviato le attività per una revisione dello stesso. È in questo ambito che contestualmente si è reso necessario effettuare l'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera.

Il presente lavoro contiene la descrizione delle attività svolte per la compilazione della banca dati di gestione dell'inventario 2016 e della revisione dei fattori di emissione e dei vari modelli di stima. Inoltre riporta i risultati dell'inventario 2016 ed il confronto con l'inventario 2002 che è stato, nel corso del lavoro, adeguato alle metodologie attualmente adottate in modo da permettere un'analisi delle evoluzioni temporali delle emissioni.

Nello specifico il capitolo 2 riassume la metodologia di realizzazione dell'inventario delle emissioni di inquinanti dell'aria, il capitolo 3 descrive in dettaglio le procedure seguite per la raccolta dei dati e delle informazioni disponibili, il capitolo 4 descrive il lavoro svolto per la revisione delle metodologie di stima delle emissioni con le ultime modifiche ai fattori di emissione, recentemente rilasciate dall'*EMEP/EEA Task Force on Emission Inventory and Projection* nell'*Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*.

Infine nei capitoli 5 e 6 sono riepilogati i risultati e commenti a livello regionale.

---

<sup>1</sup>[Regione Campania, Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria](#)

## 2 L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI

### 2.1 Metodologia

---

Per *inventario delle emissioni* si intende una serie organizzata di dati relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e/o da attività antropiche.

L'inventario delle emissioni costituisce uno degli strumenti principali per lo studio dello stato attuale di qualità dell'aria, nonché per la definizione dei relativi Piani di tutela e risanamento.

Un inventario delle emissioni è una raccolta coerente di dati sulle emissioni dei singoli inquinanti raggruppati per:

- attività economica,
- intervallo temporale (anno, mese, giorno, ecc.),
- unità territoriale (regione, provincia, comune, maglie quadrate di 1 km<sup>2</sup>, ecc.),
- combustibile (per i soli processi di combustione).

Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere:

- tramite misure dirette, campionarie o continue;
- tramite stima.

La misura diretta delle emissioni può essere effettuata, ove è possibile, solo per alcuni impianti industriali, di solito schematizzati come sorgenti puntuali. Tra questi, solo per alcuni è attuata la misura in continuo. Per tutte le altre sorgenti, denominate sorgenti diffuse (piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.), si deve ricorrere a stime.

Le emissioni sono stimate a partire da dati quantitativi sull'attività presa in considerazione e da opportuni fattori di emissione. Si ottiene:

$$E = A \times F$$

dove:

E sono le emissioni;

A è l'attività (per esempio per gli impianti termici i consumi di combustibili);

F è il fattore di emissione per unità di attività espresso in grammi per unità di attività (ad esempio nel caso dei consumi di combustibili in grammi per gigajoule).

Tale approccio del tutto generale è applicato, a seconda delle attività prese in considerazione, esplicitando le metodologie per la determinazione dell'attività e la scelta degli opportuni fattori di emissione. Questi ultimi possono essere semplici fattori moltiplicativi o tenere conto, in forma funzionale, dei differenti parametri costruttivi ed operativi degli impianti, dei macchinari e dei processi.

#### 2.1.1 Inquinanti

Gli inquinanti presi in considerazione dall'inventario regionale delle emissioni sono i seguenti:

- principali inquinanti dell'aria:
  - ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub>+SO<sub>3</sub>);
  - ossidi di azoto (NO+NO<sub>2</sub>);
  - composti organici volatili, con l'esclusione del metano, (COVNM);

- monossido di carbonio (CO);
- particelle sospese totali (PST)
- particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM<sub>10</sub>)
- particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron (PM<sub>2,5</sub>)
- ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- metalli pesanti:
  - Arsenico,
  - Cadmio,
  - Nichel,
  - Piombo,
  - Cromo,
  - Mercurio,
  - Rame,
  - Selenio,
  - Zinco;
- principali idrocarburi policiclici aromatici (PAHs):
  - benzo[b]fluorantene (BBF)
  - benzo[k]fluorantene (BKF)
  - benzo[a]pirene (BAP)
  - indeno[123cd]pirene (INP)
- altri microinquinanti
  - esaclorobenzene (HCB)
  - policlorobifenili (PCB)
  - diossine e furani (PCCD, PCCF)
  - black carbon (BC)
- gas serra:
  - anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)
  - metano (CH<sub>4</sub>)
  - protossido di azoto (N<sub>2</sub>O).

Sono state inoltre registrate le emissioni di eventuali altri inquinanti documentati dalle aziende nell'ambito degli adempimenti autorizzativi.

## **2.2 Nomenclatura delle attività e dei combustibili**

---

La nomenclatura delle attività rilevanti per la valutazione delle emissioni di inquinanti dell'aria, prende come punto di partenza la classificazione delle attività per l'inventario delle emissioni atmosferiche come storicamente si è andata sviluppando a livello internazionale con la cosiddetta classificazione SNAP e a livello nazionale nella legislazione di settore. In particolare la classificazione internazionale è stata originariamente recepita a livello nazionale dall'Appendice A dell'Allegato tecnico al Decreto del Ministero dell'Ambiente 20 maggio 1991, concernente i criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria. Tale classificazione è stata successivamente confermata nell'Allegato 2 (Criteri per la redazione di inventari delle emissioni) al decreto 1 ottobre 2002, n. 261 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351). Il

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa” nell’Appendice V “Criteri per l’elaborazione degli inventari delle emissioni” fa esplicito riferimento al “EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook”. Quest’ultimo fa riferimento sia alla classificazione NFR finalizzata al reporting delle emissioni nazionali che alla SNAP come recentemente aggiornata mediante la nuova SNAP 2007.

La classificazione in uso nell’inventario della Regione Campania nel presente lavoro è stata rivista al fine di renderla coerente con l’attività di aggiornamento dei fattori di emissione e delle nuove metodologie di stima. La nuova classificazione mantiene la sua coerenza, pur nel suo maggior dettaglio, con la classificazione internazionale SNAP 2007 ed anche con la classificazione adottata dall’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) per l’inventario nazionale delle emissioni.

### **2.3 Classificazione delle sorgenti di inquinamento**

---

Le emissioni di inquinanti dell’aria sono strutturate dal punto di vista logico assegnandole alle seguenti classi di topologie: puntuale, lineare, areale, statistica. Dal punto di vista della gestione dei dati è compiuta una generalizzazione e semplificazione della struttura dei dati che unifica le strutture dei dati atte a contenere le informazioni relative agli oggetti non statistici (punti, linee, aree). Nel seguito queste entità sono dette Strutture.

Per la realizzazione dell’inventario sono introdotti una serie di criteri per la selezione tra le strutture di quelle sorgenti da caratterizzare singolarmente al fine della stima delle emissioni.

Ogni struttura è suddivisa in unità. Un apposito indicatore assegna le unità delle strutture alle differenti topologie (punti, linee, aree). Ad esempio una struttura quale una centrale termoelettrica a carbone può contenere unità puntuali (le sezioni della centrale) ed areali (il carbonile); una struttura autostradale conterrà differenti unità lineari (le tratte casello-casello).

Per **strutture (o sorgenti) puntuali** si intendono tutte le sorgenti di emissione che è possibile ed utile localizzare direttamente, tramite le loro coordinate geografiche, sul territorio.

In linea di principio, una volta escluse le attività mobili e quelle attività che per definizione o caratteristica intrinseca sono casualmente distribuite sul territorio (ad esempio l’utilizzo di prodotti domestici), tutte le altre attività possono essere caratterizzate localizzando precisamente le sorgenti di emissione. In questo senso è localizzabile, ad esempio, ogni singolo impianto per riscaldamento domestico o ogni stazione di servizio. Tuttavia la loro effettiva localizzazione e la conseguente quantificazione delle rispettive emissioni per singola sorgente, risponde a criteri di completezza dell’inventario e di economicità nella sua realizzazione e deve tenere conto dell’impatto locale (in termini di qualità dell’aria) delle emissioni. Va notato, inoltre, come in alcuni casi possa essere utile localizzare (all’interno di una stessa attività) soltanto le sorgenti principali e considerare come distribuite le altre; tale procedimento può essere adoperato, ad esempio, per la combustione nel settore terziario, all’interno del quale è utile localizzare soltanto i principali impianti e trattare gli altri in modo aggregato.

Per la selezione delle sorgenti puntuali rilevanti sono state individuate le seguenti soglie minime di inquinanti emessi:

- inquinanti principali e gas serra (coll’eccezione di monossido di carbonio e anidride carbonica), 5 t/anno.
- monossido di carbonio, 50 t/anno;



- metalli pesanti, benzene, IPA, microinquinanti 50 kg/anno;
- anidride carbonica, 5.000 t/anno.

Le soglie proposte sono state ampiamente validate sia a livello internazionale che a livello nazionale nell'applicazione della modellistica di diffusione degli inquinanti.

Ai fini dello studio dei fenomeni di trasporto e diffusione degli inquinanti sono di interesse, oltre la quantità emessa e le coordinate del luogo di emissione, l'altezza del punto di emissione e le caratteristiche dinamiche dell'emissione (portata dei fumi, velocità di efflusso, temperatura dei fumi).

Con il termine **strutture (o sorgenti) lineari** sono indicate le principali arterie (strade, linee fluviali, linee ferroviarie). Per tali arterie la stima delle emissioni è effettuata singolarmente e localizzandole precisamente sul territorio tramite le loro coordinate metriche Gauss-Boaga conformi alla CTR. Ove utile alla caratterizzazione delle emissioni, le arterie sono suddivise in tratti. Le arterie minori sono invece trattate in modo distribuito.

Le **strutture (o sorgenti) areali** sono quelle sorgenti che emettono su un'area ben definita sul territorio (porti, aeroporti, depositi di materiale pulvirulento, discariche, ecc.). Per tali strutture la stima delle emissioni è effettuata singolarmente e localizzandole precisamente sul territorio georeferenziando l'area dove le emissioni sono generate.

Infine, per **sorgenti diffuse** si intendono tutte quelle sorgenti non incluse nelle classi precedenti e che necessitano per la stima delle emissioni di un trattamento statistico. In particolare rientrano in questa classe sia le emissioni di origine puntiforme che, per livello dell'emissione, non rientrano nelle sorgenti localizzate o puntuali, sia le emissioni effettivamente di tipo areale (ad esempio le foreste) o ubiqua (ad esempio traffico diffuso, uso di solventi domestici, ecc.).

## **2.4 Procedura per la stima delle emissioni delle differenti sorgenti**

---

In Figura 1 è riportata una sintesi della procedura che è seguita per la stima delle emissioni delle differenti sorgenti, anche con riferimento alla definizione delle entità previste nel sistema (strutture ed unità statistiche).

Le emissioni da attività diffuse, nei casi più semplici, sono stimate a partire da indicatori statistici dell'attività e da opportuni fattori di emissione. La zona statistica di base scelta per la stima delle emissioni è il comune.

Si ottiene:

$$E_{ijk} = A_{ij} \times F_{jk}$$

dove:

- $E_{ijk}$  sono le emissioni dell'inquinante  $k$  dalla attività  $j$  nella zona statistica (comune)  $i$ ;
- $A_{ij}$  è l'attività  $j$  nella zona statistica (comune)  $i$  (per esempio, per gli impianti termici, i consumi di combustibili);
- $F_{jk}$  è il fattore di emissione dell'inquinante  $k$  dalla attività  $j$ , per unità di attività espresso in grammi per unità di attività (ad esempio nel caso dei consumi di combustibili in grammi per gigajoule).

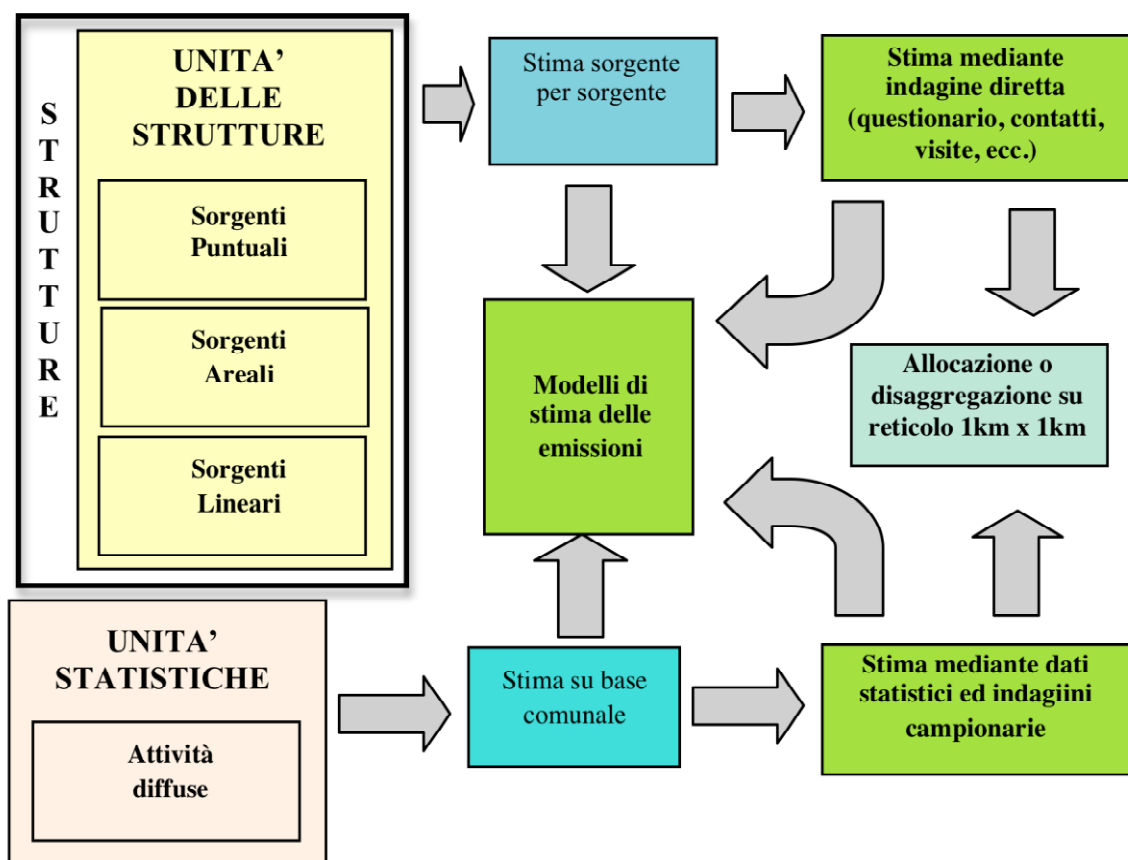


Figura 1 – Schema operativo per la stima delle emissioni

Per le emissioni diffuse, le emissioni lineari e quelle areali, nei casi più complessi sono stati utilizzati modelli di stima (realizzati dalla Techne Consulting sulla base di metodologie validate a livello internazionale).

In particolare sono adottati i modelli di stima nei seguenti casi:

- emissioni da traffico stradale: per la stima delle emissioni da traffico stradale (lineari e diffuse) è stato utilizzato il modello *E-Road*,
- emissioni da decollo ed atterraggio aeromobili: per la stima delle emissioni da decollo ed atterraggio degli aeromobili è stato utilizzato il modello *E-Airport*,
- emissioni da vegetazione: per la stima delle emissioni (diffuse) da vegetazione è stato utilizzato il modello *E-Forest*,
- emissioni da incendi forestali: per la stima delle emissioni (diffuse) da incendi forestali è stato utilizzato il modello *E-Fire*.

Per le strutture (escluse le strutture legati ai trasporti), la selezione originaria delle aziende è stata effettuata tramite le seguenti attività:

- nel caso di strutture puntuali, valutazione preliminare delle emissioni per singolo punto di emissione, come specificato nel seguito;
- nel caso di strutture puntuali, calcolo delle emissioni per l'intero impianto come somma delle emissioni di tutti i punti di emissione;

- valutazione se per l'intero impianto le emissioni totali superavano le soglie prefissate e se gli impianti sono considerati come sorgenti puntuali.

Le emissioni dalle strutture (escluse le strutture legati ai trasporti) sono state valutate

- utilizzando i valori dichiarati dalle aziende dove questi sono presenti nei questionari;
- utilizzando valori di concentrazione ai punti di emissione e dati relativi ai fumi prodotti quando dichiarati dalle aziende;
- utilizzando fattori di emissione dove non disponibili dati aziendali.

I risultati ottenuti dalle differenti metodologie sono stati quindi confrontati al fine di ottenere stime il più possibile attendibili.

Nel caso del calcolo delle emissioni sulla base delle concentrazioni ai punti di emissione, le emissioni, in chilogrammi, per singolo punto di emissione si calcolano in via generale come:

$$E_i = O_i * g * h$$

dove:

- $i$  = inquinante;
- $O_i$  = emissione media oraria dell'inquinante  $i$  (kg/h);
- $g$  = giorni effettivi di funzionamento per anno;
- $h$  = ore effettive di funzionamento per giorno.

L'emissione media oraria, dove non presente, si calcola come:

$$O_i = P * C_i * 10^{-6}$$

dove:

- $P$  = portata oraria dei fumi (Nm<sup>3</sup>/h);
- $C_i$  = concentrazione dell'inquinante  $i$  nei fumi (mg/Nm<sup>3</sup>).

In questo modo si ottengono delle emissioni teoriche in quanto:

- le aziende possono non aver dichiarato uno qualsiasi degli elementi (portata fumi, concentrazioni, ore) nel qual caso gli elementi mancanti sono stati valutati per analogia con casi simili o dalla analisi del processo produttivo;
- le concentrazioni possono essere state dichiarate più alte per essere certi di non essere smentiti da eventuali accertamenti;
- il numero di ore può essere riferito a tutto lo stabilimento e non al singolo impianto o specifico processo (ad esempio verniciatura).

A valle di una verifica di congruità, correttezza e completezza delle informazioni raccolte si è proceduto ad una fase di censimento diretto, finalizzato:

- alla verifica delle attualità e validità delle precedenti dichiarazioni;
- alla verifica delle eventuali discrepanze tra i dati stimati e i dati dichiarati;
- al completamento dell'universo informativo.

I dati reperiti per le strutture (escluse le strutture legati ai trasporti), sono stati validati con riferimento in particolare:

- alla verifica delle emissioni dichiarate raffrontate a quelle ottenute con l'utilizzo di fattori di emissione standard;
- nel caso di strutture puntuali, alla verifica delle emissioni dichiarate raffrontate a quelle ottenute sommando le emissioni calcolate per ogni singolo punto di emissione (la stima

delle emissioni per singolo punto di emissione è ottenuta secondo la metodologia specificata più avanti).

Nei casi particolari di attività che prevedono il rilascio degli inquinanti come emissioni diffuse e non solamente come emissioni convogliate nei punti di emissione (come per le emissioni di Composti Organici Volatili nei processi di verniciatura industriale), il calcolo delle emissioni totali degli inquinanti è stato effettuato tenendo in considerazione le quantità dichiarate di materie prime utilizzate nell'impianto (prodotti vernicianti e solventi), la loro percentuale nella composizione di composti organici volatili e i sistemi di abbattimento specifici adottati. Analoga procedura è stata seguita per le emissioni areali (ad esempio depositi di combustibili, discariche, aree di stoccaggio).

Per tutte le aziende inoltre, a completamento delle informazioni contenute nel questionario, è stato effettuato l'inserimento di emissioni di inquinanti non dichiarati dalle aziende ma di cui sia nota la presenza, e di cui il relativo valore di emissione è calcolato tramite l'utilizzo di appositi fattori di emissione standard.

Ove necessario sono state contattate nuovamente le aziende per richiedere chiarimenti ai fini di risolvere incongruenze sui valori delle emissioni dichiarate o effettuare eventuali integrazioni.

## 2.5 Modelli di stima

---

### 2.5.1 Traffico stradale

Per la stima delle emissioni da traffico stradale è stato utilizzato il modello **E<sup>2</sup>Road**, evoluzione del modello Sets.com. I fattori di emissione sono stati recentemente validati ed aggiornati.

Il modello **E<sup>2</sup>Road**, valuta gli inquinanti presi in esame dalla metodologia della *Task Force on Emissions Inventory and Projections* ovvero i precursori dell'ozono (CO, NO<sub>x</sub>, COV), i gas climalteranti (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), le sostanze acidificanti (NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>), il particolato (PST, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), le specie cancerogene (IPA e POPs), le sostanze tossiche (diossine e furani), i metalli pesanti, il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) ed il Black Carbon (BC).

La metodologia attuale rappresenta il quinto aggiornamento dall'iniziale metodologia CORINAIR 1985 (prodotta nel 1989) ed aggiornata una prima volta nel 1991 per l'inventario CORINAIR 1990. Questa versione era inclusa nella prima versione dell'Emission Inventory Guidebook. Il secondo aggiornamento della metodologia era inserito nel software COPERT II e presentato in un aggiornamento del Guidebook. La terza metodologia era implementata nel software COPERT III (prodotto nel 2000).

La versione a cui si fa riferimento nel presente lavoro è quella contenuta nell'*Air Pollutant Emission Inventory Guidebook (Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories following the LRTAP Convention's Reporting Guidelines and the EU National Emission Ceilings Directive)*, preparato dall'EMEP/EEA Task Force on Emission Inventories and Projections (TFEIP) e pubblicata dall'European Environment Agency (Versione 2016).

Nel modello **E<sup>2</sup>Road**, sono inoltre stati adeguati i fattori di emissione del benzene (attualmente non incluso nella metodologia EMEP/EEA), includendo anche i veicoli diesel.

Il modello **E<sup>2</sup>Road** permette di stimare le emissioni da traffico stradale seguendo la metodologia EMEP/EEA personalizzata per tenere conto delle peculiarità a livello locale.

Questa metodologia prende in considerazione cinque tipologie di veicoli come evidenziate in Tabella 1 dove sono altresì riportate le corrispondenze con la classificazione del codice della strada.

Tabella 1 - Tipologie di veicoli considerati in *E-Road* e loro corrispondenza con le definizioni del d.lgs. 30 Aprile 1992 n° 285.

Classificazione <i>E-Road</i>	Classificazione d.lgs. 285/1992
Automobili (portata minore di 2.5 t)	M1
Veicoli commerciali	N1, N2, N3
Trattori Stradali	N3
Autobus	M2, M3
Motocicli	L1, L3, L4, L5

La categoria delle automobili a benzina è ulteriormente scomposta, in base alla cilindrata (cc), in tre classi:

- cc<1400
- 1400<cc<2000
- cc>2000

e quindi in base all'applicazione delle normative delle Comunità Europea sulle caratteristiche dei motori ai fini della tutela dell'aria:

- PRE ECE (prima di ogni regolamento comunitario), fino al 1973
- ECE 15/00-01 (70/220/CEE & 74/290/CEE) dal 1973
- ECE 15/02 (77/102/CEE) dal 1978
- ECE 15/03 (78/665/CEE) dal 1982
- ECE 15/04 (83/351/CEE) dal 1985
- EURO I (91/441/CEE) dal 1993
- EURO II (94/12/CEE) dal 1996
- EURO III (98/69/CE – Stage 2000) dal 2001
- EURO IV (98/69/CE – Stage 2005) dal 2005.
- EURO V (715/2007/EC) dal 2010
- EURO VI fino al 2016 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 al 2019 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 dal 2020 (715/2007/EC)

Per le automobili a gasolio la suddivisione in base alla cilindrata è diversa, essendo i veicoli passeggeri suddivisi tra:

- cc<2000
- cc>2000,

e diverse sono le classi in base alle normative della Comunità Europea:

- PRE EURO (prima di ogni regolamento) fino al 1992
- EURO I (91/441/CEE) dal 1992
- EURO II (94/12/CEE) 1997 (iniezione diretta) e 1996 (iniezione indiretta) -2000
- EURO III (98/69/CEE Stage 2000) dal 2001

- EURO IV (98/69/CEE Stage 2005) dal 2006
- EURO V (715/2007/EC) dal 2010
- EURO VI fino al 2016 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 al 2019 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 dal 2020 (715/2007/EC)

Per le automobili a GPL non è prevista la suddivisione in base alla cilindrata mentre le classi in base alla normativa europea sono le stesse di quelle per le automobili diesel:

- PRE EURO (prima di ogni regolamento) fino al 1992
- EURO I (91/441/CEE) dal 1992
- EURO II (94/12/CEE) 1997 (iniezione diretta) e 1996 (iniezione indiretta) -2000
- EURO III (98/69/CEE Stage 2000) dal 2001
- EURO IV (98/69/CEE Stage 2005) dal 2006
- EURO V (715/2007/EC) dal 2010
- EURO VI fino al 2016 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 al 2019 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 dal 2020 (715/2007/EC)

Le automobili a gas naturale (GNL) e ad Etanolo (E85) sono introdotte per la sola classe di cilindrata:

- 1400<cc<2000

mentre le classi in base alla normativa europea sono:

- EURO IV (98/69/CEE Stage 2005) dal 2006
- EURO V (715/2007/EC) dal 2010
- EURO VI fino al 2016 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 al 2019 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 dal 2020 (715/2007/EC).

I veicoli commerciali a benzina sono suddivisi in due classi di portata (P):

- P<3.5t
- P>3.5t

Per la classe di portata P<3.5t le classi in base alla normativa europea sono le seguenti:

- PRE EURO (prima di ogni regolamento) fino al 1992
- EURO I (91/441/CEE) dal 1992
- EURO II (94/12/CEE) dal 1997 (iniezione diretta) e 1996 (iniezione indiretta) -2000
- EURO III (98/69/CEE Stage 2000) dal 2001
- EURO IV (98/69/CEE Stage 2005) dal 2006
- EURO V (715/2007/EC) dal 2010
- EURO VI fino al 2016 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 al 2019 (715/2007/EC)
- EURO VI dal 2017 dal 2020 (715/2007/EC).

Per la classe di portata P>3.5t è definita la sola classe in base alla normativa europea seguente:

- PRE EURO (prima di ogni regolamento)

Per gli autocarri a gasolio le classi di portata (P) in tonnellate sono:

- $P < 3.5$
- $3.5 < P < 7.5$
- $7.5 < P < 12$
- $12 < P < 14$
- $14 < P < 20$
- $20 < P < 26$
- $26 < P < 28$
- $28 < P < 32$
- $P > 32$

Per i trattori e le motrici stradali le classi di portata sono:  $14 < P < 20$

- $14 < P < 20$
- $20 < P < 28$
- $28 < P < 34$
- $34 < P < 40$
- $40 < P < 50$
- $50 < P < 60$

Per entrambi le classi di portata le classi in base alla normativa europea sono le seguenti:

- PRE EURO (prima di ogni regolamento) fino al 1992
- EURO I (91/441/CEE) dal 7/1993
- EURO II (94/12/CEE) dal 10/1995
- EURO III (98/69/CEE Stage 2000) dal 2001
- EURO IV (98/69/CEE Stage 2005) dal 2006
- EURO V (715/2007/EC) dal 2010
- EURO VI (715/2007/EC) dal 9/2014.

Gli autobus a gasolio sono suddivisi in:

- Autobus urbani
- Altri autobus (Coaches)

Per quanto riguarda le classi di portata gli autobus urbani sono classificati in:

- $P < 15$  t (MIDI)
- $15t < P < 18t$
- $P > 18$  t

Mentre gli altri autobus sono suddivisi in:

- $P < 18$  t
- $P > 18$  t

Per quanto riguarda la suddivisione per normativa comunitaria gli autobus, siano essi urbani o altri, sono classificati in:

- PRE EURO (ECE R49 e normative precedenti) fino al 30 settembre 1990 se non ad iniezione diretta, altrimenti sino al 1° ottobre 1996),

- EURO I (91/542/CEE Stage I: decorrenza per l'obbligo di omologazione dal 1° luglio 1993),
- EURO II (91/542/CEE Stage II: decorrenza per l'obbligo di omologazione dal 1° ottobre 1995),
- EURO III (1999/96/EC) Step I dal 2000,
- EURO IV (1999/96/EC) Step II dal 2005,
- EURO V (1999/96/EC) Step III dal 2008,
- EURO VI (715/2007/EC) dal 9/2014.

Gli autobus a metano non sono suddivisi per portata ma classificati per normativa:

- EURO I (91/542/CEE Stage I: decorrenza per l'obbligo di omologazione dal 1° luglio 1993),
- EURO II (91/542/CEE Stage II: decorrenza per l'obbligo di omologazione dal 1° ottobre 1995),
- EURO III (1999/96/EC) Step I dal 2000,
- EEV.

I motocicli sono suddivisi in quattro classi di cilindrata (cc):

- cc<50
- 50<cc<250
- 250<cc<750
- cc>750

A loro volta i motocicli di cilindrata inferiore a 50 cm<sup>3</sup> (ciclomotori) sono suddivisi in base all'applicazione delle normative delle Comunità Europea nelle classi:

- PRE EURO
- EURO I (97/24/CEE - Stage I) con decorrenza dell'omologazione dal 17 giugno 1999
- EURO II (97/24/CEE - Stage II) con decorrenza dell'omologazione dal 17 giugno 2002,
- EURO III (97/24/CEE - Stage II) con decorrenza dell'omologazione dal 2006;

mentre i motocicli di cilindrata superiore a 50 cm<sup>3</sup> sono suddivisi nelle classi:

- PRE EURO
- EURO I (97/24/CEE - Stage I) con decorrenza dell'omologazione dal 17 giugno 1999
- EURO II (Regolamento 2002/51/EC Stage I) con decorrenza dal 2003
- EURO III (Regolamento 2002/51/EC Stage II) con decorrenza dal 2006

La metodologia originaria definisce i consumi e le emissioni o come costanti o come funzioni della velocità. Nell'applicazione della metodologia a livello nazionale (ad esempio nel programma COPERT) le funzioni sono discretizzate in tre tipologie di guida (urbano, extraurbano, autostradale) a cui corrispondono tre velocità medie.

Il modello *E-Road*, al fine di definire in modo più dettagliato i reali modi di impiego dei mezzi, prevede la suddivisione delle percorrenze totali in tredici classi di velocità (10÷20, 20÷30, ..., 120÷130) e la definizione di distribuzioni di velocità per tipologia di veicolo a cui corrispondono specifici fattori di emissione valutati al centro dei singoli intervalli di velocità (alle velocità 15, 25, ..., 125 km/h).



Infine il modello permette la correzione delle emissioni per tenere conto degli effetti della pendenza della strada (-3%, -2%, -1%, 0, 1%, 2%, 3%) e, nel caso dei soli veicoli pesanti, del carico (a pieno carico, a mezzo carico, a vuoto).

### **2.5.1.1 Stima delle percorrenze**

La percorrenza  $m_{jkl}$  può essere ottenuta come:

$$m_{jkl} = h_{jl} \cdot v_{jl} \cdot q_{jkl}$$

dove:  $m_{jkl}$  sono le percorrenze per classe di velocità o più correttamente i veicoli chilometro per anno (quantità complessiva di chilometri percorsi dalla totalità dei veicoli di categoria  $j$  alimentati con il combustibile  $l$  in un anno nella classe di velocità  $k$ ),  $h_{jl}$  è il numero di veicoli di categoria  $j$  alimentati con il combustibile  $l$  circolanti nell'area della simulazione (o nel caso di una strada il numero di passaggi nel periodo preso in considerazione),  $v_{jl}$  è la percorrenza media dei veicoli di categoria  $j$  alimentati con il combustibile  $l$  nel periodo preso in considerazione (o nel caso di una singola strada la lunghezza della strada),  $q_{jkl}$  è la quota della percorrenza del veicolo di categoria  $j$  alimentato con il combustibile  $l$  effettuata nella classe di velocità  $k$ . Qui e nelle formule che seguono con categoria di veicolo si intende la combinazione di tipologia di veicolo, cilindrata/portata e normativa.

### **2.5.1.2 Stima dei consumi**

La formula di base per la stima dei consumi a caldo è la seguente:

$$C^{\text{hot}}_{jkl} = U^{\text{hot}}_{jkl} m_{jkl}$$

dove:  $j$  indica la tipologia di veicolo,  $k$  la classe di velocità,  $l$  il combustibile,  $C^{\text{hot}}$  sono i consumi espressi in grammi,  $U^{\text{hot}}$  sono i consumi unitari espressi in grammi per chilometro,  $m$  sono le percorrenze totali o più correttamente i veicoli chilometro per anno (quantità complessiva di chilometri percorsi dalla totalità dei veicoli in un anno).

La stima dei consumi è necessaria alla stima delle emissioni per una serie di inquinanti le cui emissioni dipendono dal consumo di combustibile (ad esempio ossidi di zolfo e piombo).

Inoltre la stima è utilizzata per calibrare il modello e dedurre le percorrenze medie per tipo classe e categoria di veicolo. La somma dei consumi per combustibile stimati dal modello è validata per confronto con il valore dei consumi rilevati statisticamente. La fonte dei dati per i consumi di combustibili nel trasporto stradale è il Bollettino petrolifero del Ministero delle Attività Produttive, per le stime a livello locale.

I consumi specifici a caldo delle automobili a benzina e gasolio sono calcolati, in funzione della velocità ( $V$ ) applicando la formula:

$$U^{\text{hot}}_{jkl} = (a_{jkl} + c_{jkl} \times V + e_{jkl} \times V^2) / (1 + b_{jkl} \times V + d_{jkl} \times V^2)$$

dove:  $U^{\text{hot}}$  sono i consumi unitari espressi in grammi per chilometro,  $j$  indica la tipologia di veicolo,  $k$  la classe di velocità,  $l$  il combustibile,  $V$  la velocità media della classe di velocità  $k$ . I coefficienti  $a_{jkl}$ ,  $b_{jkl}$ ,  $c_{jkl}$ ,  $d_{jkl}$ ,  $e_{jkl}$  per le singole tipologie di veicolo, classe di velocità e combustibile sono contenuti nel citato *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*.

Per quanto riguarda, invece i veicoli commerciali pesanti e gli autobus, i consumi specifici sono calcolati non solo in funzione della classe di velocità, ma anche del fattore di carico e della pendenza della strada. Le funzioni utilizzate, stimate nell'ambito del progetto

ARTEMIS, sono specifiche per ciascuna tipo, classe e categoria di veicolo, fattori di carico e classe di pendenza.

### **2.5.1.3 Stima delle emissioni a caldo dalle percorrenze**

Le emissioni di ossidi di azoto, monossido di carbonio, composti organici volatili, particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron, metano, protossido di azoto ed ammoniaca sono stimate a partire dalle percorrenze e da opportuni fattori di emissione.

La formula di base per la stima delle emissioni a caldo a partire dalle percorrenze è la seguente:

$$E^{\text{hot}}_{ijkl} = F^{\text{hot}, m}_{ijkl} m_{ijkl}$$

dove: i indica l'inquinante, j la categoria di veicolo, k la classe di velocità, l il combustibile,  $E^{\text{hot}}$  sono le emissioni espresse in grammi,  $F^{\text{hot}, m}$  sono i fattori di emissione espressi in grammi per chilometro, m sono le percorrenze totali o più correttamente i veicoli chilometro per anno (quantità complessiva di chilometri percorsi dalla totalità dei veicoli in un anno).

Una volta stimate le percorrenze per classe di velocità è sufficiente applicare il fattore di emissione (contenuti nel modello ed estratti dall'EMEP/EEA Guidebook) per stimare le emissioni a caldo.

La funzione con cui sono stimati i fattori di emissione di  $\text{NO}_x$ , CO, COVNM e  $\text{PM}_{10}$  è simile a quella utilizzata per la stima dei consumi specifici medi:

$$F^{\text{hot}, m}_{ijkl} = (a_{ijkl} + c_{ijkl} V + e_{ijkl} V^2) / (1 + b_{ijkl} V + d_{ijkl} V^2)$$

dove:  $F^{\text{hot}, m}$  sono i fattori di emissione espressi in grammi per chilometro, i indica l'inquinante, j la tipologia di veicolo, k la classe di velocità, l il combustibile, V la velocità media della classe di velocità k. I coefficienti  $a_{jkl}$ ,  $b_{jkl}$ ,  $c_{jkl}$ ,  $d_{jkl}$ ,  $e_{jkl}$  per i singoli inquinanti, tipologie di veicolo, classe di velocità e combustibile sono contenuti nel citato *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*.

Le emissioni di  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{NH}_3$ , che sono particolarmente importanti nelle automobili equipaggiate con marmitta catalitica in particolare nel periodo in cui il catalizzatore non ha ancora raggiunto la temperatura di esercizio, sono stimate dalla

$$E^{\text{hot}, m}_{ijl} = (a_{jls} m_{jl} + b_{jls}) F_{jls}$$

dove s = contenuto di zolfo nella benzina.

### **2.5.1.4 Stima delle emissioni a caldo dai consumi**

Le emissioni di metalli pesanti (cadmio, cromo, rame, nickel, selenio e zinco) diossine e furani sono direttamente correlate ai consumi di combustibili e sono trattate a parte rispetto alla metodologia delineata nel paragrafo precedente. In questo caso le emissioni sono stimate dai consumi di combustibile valutati dal modello e da opportuni fattori di emissione per quantità di combustibile consumato (contenuti nel modello ed estratti dall'EMEP/EEA Guidebook):

$$E^{\text{hot}}_{ijkl} = F^{\text{hot}, c}_{ijkl} C^{\text{hot}}_{jkl}$$

dove: i indica l'inquinante, j la categoria di veicolo, k la classe di velocità, l il combustibile,  $E^{\text{hot}}$  sono le emissioni espresse in grammi,  $C^{\text{hot}}$  sono i consumi espressi in grammi,  $F^{\text{hot}, c}$  sono i fattori di emissione espressi in grammi per grammo di combustibile consumato.

Una volta stimato il consumo totale a caldo è dunque sufficiente utilizzare i fattori di emissione basati sui consumi (contenuti nel modello ed estratti dall'EMEP/EEA Guidebook) per stimare le emissioni a caldo.

Inoltre, con riferimento agli ossidi di zolfo, le emissioni sono calcolate come:

$$E_{(SO_x)jkl}^{hot} = 2 s_l C_{jkl}^{hot}$$

dove  $s_l$  è il tenore di zolfo del combustibile  $j$ .

Con riferimento al piombo le emissioni, dai soli veicoli a benzina, sono calcolate come:

$$E_{(Pb)(benzina)jk}^{hot} = [(1-Q^{NPb}) T^{Pb} + Q^{NPb} T^{NPb}] C_{(benzina)jk}^{hot}$$

dove  $Q^{NPb}$  è la quota di benzina senza piombo consumata  $T^{Pb}$  è il tenore di piombo nella benzina con piombo e  $T^{NPb}$  è il tenore di piombo nella benzina senza piombo (che, nonostante il nome, contiene ancora una percentuale residua di piombo).

Tenori di zolfo dei combustibili e tenori di piombo nella benzina sono contenuti, anno per anno, nel modello.

Le emissioni di carbonio totale sono calcolate come:

$$E_{(C)jkl}^{hot} = C_{jkl}^{hot} / (12,011 + 1,0008 r_{lhc} + 16 r_{loc})$$

dove  $r_{lhc}$  è il rapporto tra gli atomi di idrogeno e quelli di carbonio nel combustibile e  $r_{loc}$  è il rapporto tra gli atomi di ossigeno e quelli di carbonio.

Le emissioni di anidride carbonica sono calcolate a partire dalle emissioni di carbonio sottraendo le quote di carbonio emesse come altri inquinanti e rapportando il totale all'anidride carbonica. In particolare:

$$E_{(CO_2)jkl}^{hot} = (E_{(C)jkl}^{hot} - E_{(CO)jkl}^{hot}/28,011 - E_{(COV)jkl}^{hot}/13,85 - E_{(PM10)jkl}^{hot}/12,011) * 44,011$$

### **2.5.1.5 Stima dell'effetto della pendenza della strada sui consumi e sulle emissioni a caldo**

La pendenza della strada ha l'effetto di aumentare o diminuire la resistenza di un veicolo alla trazione ed in conseguenza ad aumentare consumi ed emissioni.

Relativamente ai differenti veicoli e, rispettivamente, ai consumi, alle emissioni degli inquinanti calcolate sulla base dei consumi ed alle emissioni calcolate sulla base delle percorrenze, valgono le seguenti funzioni:

$$C_{ijklp} = q_{jp} C_{ijkl} f_{jklp}^c$$

$$E_{ijklc} = q_{jp} E_{ijkl} f_{jklp}$$

$i$ : ossidi di azoto, monossido di carbonio, composti organici volatili, particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron

$$E_{ijklc} = q_{jp} E_{ijkl} f_{jklp}^c$$

$i$ : ossidi di zolfo, piombo, carbonio totale, anidride carbonica, metalli pesanti (cadmio, cromo, rame, nickel, selenio e zinco) diossine e furani, dove:

$p$  classe di pendenza della strada;

$q_{jp}$  quota delle percorrenze del veicolo di categoria  $j$  alle pendenze di classe  $p$  (dato in ingresso al modello),

$E_{ijklp}$  emissioni dell'inquinante  $i$  (g/km) del veicolo di categoria  $j$  alimentato dal combustibile  $l$  alla classe di velocità  $k$  in pendenza  $p\%$ ;

- $E_{ijkl}$  emissioni dell'inquinante  $i$  (g/km) del veicolo di categoria  $j$  alimentato dal combustibile  $l$  alla classe di velocità  $k$  in pianura;
- $f_{jklp}^c$  fattore di correzione per i consumi alla pendenza  $p$  del veicolo di categoria  $j$  alimentato dal combustibile  $l$  alla classe di velocità  $k$  (contenuti nel modello ed estratti dall'EMEP/EEA Guidebook);
- $f_{ijklp}$  fattore di correzione per le emissioni dell'inquinante  $i$  alla pendenza  $p$  del veicolo di categoria  $j$  alimentato dal combustibile  $l$  alla classe di velocità  $k$  (contenuti nel modello ed estratti dall'EMEP/EEA Guidebook); valido per ossidi di azoto, monossido di carbonio, composti organici volatili, particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron.

La correzione non è applicata ai veicoli commerciali pesanti in quanto è già compresa nel calcolo del fattore di emissione. La correzione non è calcolata per metano, protossido di azoto ed ammoniaca.

### **2.5.1.6 Stima dell'effetto del carico sulle emissioni a caldo**

I fattori di emissione dei paragrafi precedenti sono validi per un carico medio pari a circa il 50% della massima portata.

Relativamente ai differenti veicoli e, rispettivamente, ai consumi, alle emissioni degli inquinanti calcolate sulla base dei consumi ed alle emissioni calcolate sulla base delle percorrenze, valgono le seguenti funzioni:

$$\begin{aligned} C_{ijklpc} &= q_{jc} C_{ijkl} g_{jklpc}^c \\ E_{ijklpc} &= q_{jc} E_{ijkl} g_{ijklpc} \end{aligned}$$

$i$ : ossidi di azoto, monossido di carbonio, composti organici volatili, particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron

$$E_{ijklpc} = E_{ijkl} g_{jklpc}^c$$

$i$ : ossidi di zolfo, piombo, carbonio totale, anidride carbonica, metalli pesanti (cadmio, cromo, rame, nickel, selenio e zinco) diossine e furani

dove:

- $c$  classe di carico
- $q_{jc}$  quota delle percorrenze del veicolo di categoria  $j$  al carico di classe  $c$  (dato in ingresso al modello),
- $E_{ijklc}$  emissioni dell'inquinante  $i$  (g/km) del veicolo di categoria  $j$  alimentato dal combustibile  $l$  alla classe di velocità  $k$  a pieno carico;
- $E_{ijkl}$  emissioni dell'inquinante  $i$  (g/km) del veicolo di categoria  $j$  alimentato dal combustibile  $l$  alla classe di velocità  $k$  a vuoto;
- $g_{jklpc}^c$  fattore di correzione per i consumi a pieno carico del veicolo di categoria  $j$  alimentato dal combustibile  $l$  alla classe di velocità  $k$  su strade con pendenza  $p$  (contenuti nel modello ed estratti dall'EMEP/EEA Guidebook);
- $g_{ijklpc}$  fattore di correzione per l'inquinante  $i$  a pieno carico del veicolo di categoria  $j$  alimentato dal combustibile  $l$  alla classe di velocità  $k$  su strade con pendenza  $p$  (contenuti nel modello ed estratti dall'EMEP/EEA Guidebook); valido per ossidi di azoto, monossido di carbonio, composti organici volatili, particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron.

La correzione non è applicata ai veicoli commerciali pesanti in quanto è già compresa nel calcolo del fattore di emissione. La correzione non è calcolata per metano, protossido di azoto ed ammoniaca.

### 2.5.1.7 Stima dei consumi e delle emissioni a freddo

Durante il funzionamento a freddo del veicolo si produce da un lato un extra-consumo di combustibile e dall'altro una differente modalità di combustione; entrambi i fenomeni portano ad un aumento delle emissioni. L'aumento delle emissioni è presente in tutti i tipi di veicoli, tuttavia per mancanza di conoscenze più approfondite è preso in considerazione solo per i veicoli leggeri. Le emissioni dovute al funzionamento a freddo sono ottenute stimando la quota extra di emissioni da aggiungere alle emissioni a caldo per ottenere le emissioni totali. La quantità extra di emissioni è stimata a partire dalla quota parte della percorrenza degli autoveicoli espletata con i motori a freddo.

La quantità extra di consumi dipende dalla temperatura ambiente e dalla velocità media ed è stimata come somma dei consumi mensili a partire dalla:

$$C_{jk}^{cold} = \sum_{jkmhnt} C_{coldjkmhnt}$$

dove j indica la tipologia di veicolo, k la classe di velocità, m il mese dell'anno, h la classe di velocità a freddo, n la classe di temperatura di avvio del motore, e t la classe di temperatura media diurna nel mese m.

La quantità extra di emissioni dipende dalla temperatura ambiente e dalla velocità media ed è stimata come somma delle emissioni mensili a partire dalla:

$$E_{ijk}^{cold} = \sum_{jkmhnt} E_{ijkmhn}^{cold}$$

dove i indica l'inquinante, j la tipologia di veicolo, k la classe di velocità, m il mese dell'anno, h la classe di velocità a freddo, n la classe di temperatura di avvio del motore e t la classe di temperatura media diurna nel mese m.

Anche in questo caso il modello *E-Pond* calcola le emissioni tenendo conto delle distribuzioni di velocità, temperatura, cilindrata e normativa (ad esempio tenendo conto dei differenti modelli di catalizzatore) interessanti la simulazione, fornendo una stima più dettagliata rispetto ad altri modelli che considerano solo valori medi per le suddette variabili.

I consumi, in tonnellate, del veicolo di categoria j, nel generico mese m della classe di velocità a freddo h e classe di temperatura n sono date dalla:

$$C_{jlmn}^{cold} = \beta_{jlm} \times m_{jlm} \times c_{jl}^{HOT} \times [(c^{COLD}/c^{HOT})_{jlmn} - 1]$$

le emissioni, in tonnellate, del veicolo di categoria j, nel generico mese m della classe di velocità a freddo l e classe di temperatura n sono date dalla:

$$E_{ijlmn}^{cold} = \beta_{jlm} \times m_{jlm} \times e_{ijl}^{HOT} \times [(e^{COLD}/e^{HOT})_{ijklmn} - 1]$$

dove:

- $m_{jlm}$  percorrenze totali del veicolo di categoria j, nel mese m, con classe di velocità l;
- $\beta_{jlm}$  quota delle percorrenze del veicolo di categoria j, nel mese m, con classe di velocità l percorse a freddo (il parametro dipende dalla lunghezza media del viaggio  $l_{viaggio}$ );
- $c_{jl}^{HOT}$  consumi a caldo per categoria di veicolo j e classe di velocità l;

- $(c^{COLD}/c^{HOT})_{ijlmn}$  rapporto tra consumi a freddo ed a caldo per categoria di veicolo j, classe di velocità l e mese m (a cui corrisponde una specifica classe di temperatura n);
- $e^{HOT}_{ijl}$  fattore di emissione a caldo per inquinante i, categoria di veicolo j e classe di velocità l;
- $(e^{COLD}/e^{HOT})_{ijlmn}$  rapporto tra fattore di emissione a freddo ed a caldo per inquinante i, categoria di veicolo j, classe di velocità l e mese m (a cui corrisponde una specifica classe di temperatura n).

I differenti parametri e coefficienti necessari alla stima sono contenuti nel modello ed estratti dal progetto ARTEMIS - COPERT. La correzione non è calcolata per metano, protossido di azoto ed ammoniaca.

### **2.5.1.8 Stima delle emissioni evaporative**

Le emissioni di COVNM da evaporazione nei veicoli a benzina si aggiungono alle emissioni di COVNM da combustione. Le emissioni evaporative sono suddivise in tre parti:

- perdite in movimento;
- perdite diurne;
- emissioni "hot soak".

Le perdite in movimento sono perdite evaporative che avvengono quando il veicolo è in uso. Le perdite sono dovute al riscaldamento del serbatoio provocato dai condotti di scarico dei gas, all'aria calda proveniente dal comparto motore che fluisce sotto il veicolo e riscalda il serbatoio, al combustibile di ritorno del comparto motore, e al calore irradiato dalla pavimentazione della strada.

Le perdite diurne sono causate dal riscaldamento e raffreddamento del serbatoio dovuti all'escursione termica giornaliera dell'ambiente. Temperature più basse causano la contrazione della miscela aria-vapore nel serbatoio, ogni seguente aumento della temperatura causa l'espansione della miscela aria-vapore e la fuoriuscita di vapore dal serbatoio.

Le emissioni "hot soak" sono generate dal riscaldamento del sistema di alimentazione del combustibile dovuto al calore disperso dal motore e dai condotti di scarico dei gas quando il veicolo è spento. Il calore proveniente dal motore può causare l'aumento della temperatura del combustibile nel carburatore ad un valore di circa 70° causando l'evaporazione dalla benzina della sua frazione più leggera.

Le emissioni "hot soak" sono tipicamente più basse per i veicoli ad iniezione poiché il sistema di alimentazione del combustibile è chiuso ed i vapori non possono disperdersi durante una "hot soak". Per i veicoli ad iniezione le emissioni "hot soak" sono dovute al riscaldamento del serbatoio da parte dei condotti di scarico dei gas e del combustibile di ritorno dal sistema ad iniezione.

Nell'ambito della metodologia le emissioni evaporative sono stimate per i soli veicoli leggeri a benzina (automobili, veicoli commerciali con peso a pieno carico < 3,5 P e motocicli) e per la loro stima i parametri critici sono la frazione di veicoli a benzina ad iniezione, il numero di viaggi giornalieri e la ripartizione di tali viaggi tra quelli terminati a motore caldo e quelli (più brevi) terminati a motore freddo o tiepido.

Le emissioni nella metodologia sono stimate distinte fra le differenti cilindrata ed i fattori di emissione sono modulati in funzione della cilindrata.

Le emissioni evaporative  $E_{jm}^{eva}$ , in tonnellate, delle autovetture leggere a benzina sono stimate a partire dalla formula seguente (in cui j indica la tipologia del veicolo espressa dalla cilindrata e dalla normativa ECE che rispetta ed m il mese):

$$E_{jm}^{eva} = S_{jm} + D_{jm} + R_{jm}$$

con:

$$S_{jm} = 365 \cdot h_j \cdot (S_{jm}^c + S_{jm}^{fi})$$

dove, sempre con riferimento alle autovetture leggere a benzina di cilindrata j:

- $S_{jm}$  emissioni "hot soak" della tipologia del veicolo j nel mese m
- $S_{jm}^c$  emissioni "hot soak" della tipologia del veicolo j con carburatore nel mese m
- $S_{jm}^{fi}$  emissioni "hot soak" della tipologia del veicolo j ad iniezione nel mese m
- $D_{jm}$  perdite diurne della tipologia del veicolo j nel mese m
- $R_{jm}$  perdite in movimento della tipologia del veicolo j nel mese m

con:

$$S_{jm}^c = (1 - q_j) \cdot x_j \cdot [(1 - w_{jm}) e^{s,hot}_{jm} + w_{jm} \cdot e^{s,warm}_{jm}]$$

$$S_{jm}^{fi} = q_j \cdot x_j \cdot e^{fi}_{jm}$$

$$D_{jm} = 365 \cdot h_j \cdot e^d_{jm}$$

$$R_{jm} = m_{jm} \cdot (p_{jm} \cdot e^{r,hot}_{jm} + w_{jm} \cdot e^{r,warm}_{jm})$$

dove:

- $h_j$  numero di autovetture
- $m_{jm}$  è la percorrenza del veicolo di categoria j nel mese m,
- $e^{du}_j$  fattore di emissione medio per le perdite diurne (contenuto nel modello ed estratto dall'EMEP/EEA Guidebook) senza controllo del veicolo di categoria j,
- $e^{dc}_j$  fattore di emissione medio per le perdite diurne (contenuto nel modello ed estratto dall'EMEP/EEA Guidebook) con dispositivo di abbattimento dei vapori di benzina [carbon canister] del veicolo di categoria j,
- $e^d_j$  fattore di emissione medio per le perdite diurne del veicolo di categoria j,: uguale a  $e^{dc}_j$  per veicoli a partire da EURO I, altrimenti uguale a  $e^{du}_j$ ,
- $q_j$  frazione dei veicoli a benzina ad iniezione,
- $x_j$  numero medio di viaggi per veicolo e giorno,
- $w_{jm}$  frazione dei viaggi conclusi con motori freddi o tiepidi nel mese m,
- $p_{jm}$  frazione dei viaggi conclusi con motori caldi nel mese m,
- $e^{s,hotu}_{jm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" con motori caldi dei veicoli a carburatore nel mese m (dipendente dalla volatilità del carburante RVP) senza controllo,
- $e^{s,hotc}_{jm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" con motori caldi dei veicoli a carburatore nel mese m (dipendente dalla volatilità del carburante RVP) con dispositivo di abbattimento dei vapori di benzina [carbon canister] ,
- $e^{s,hot}_{jm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" con motori caldi dei veicoli a carburatore nel mese m (dipendente dalla volatilità del carburante RVP): uguale a  $e^{s,hotc}_{jm}$  per veicoli a partire da EURO I, altrimenti uguale a  $e^{s,hotu}_{jm}$ ,
- $e^{s,warmu}_{jm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" con motori freddi o tiepidi dei veicoli a carburatore nel mese m (dipendente dalla volatilità del carburante RVP e dalla temperatura media dell'ambiente esterno  $T_e$ ) senza controllo,

- $e^{s,warmc}_{jm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" con motori freddi o tiepidi dei veicoli a carburatore nel mese m (dipendente dalla volatilità del carburante RVP e dalla temperatura media dell'ambiente esterno  $T_e$ ) con dispositivo di abbattimento dei vapori di benzina [carbon canister] ,
- $e^{s,warm}_{jm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" con motori freddi o tiepidi dei veicoli a carburatore nel mese m (dipendente dalla volatilità del carburante RVP e dalla temperatura media dell'ambiente esterno  $T_e$ ): uguale a  $e^{s,warmc}_{jm}$  per veicoli a partire da EURO I, altrimenti uguale a  $e^{s,warmu}_{jm}$ ,
- $e^{fi}_{ijm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" dei veicoli ad iniezione senza controllo nel mese m,
- $e^{fc}_{ijm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" dei veicoli ad iniezione con dispositivo di abbattimento dei vapori di benzina [carbon canister] nel mese m,
- $e^f_{ijm}$  fattore di emissione medio per emissioni "hot soak" dei veicoli ad iniezione nel mese m: uguale a  $e^{fc}_{ij}$  per veicoli a partire da EURO I, altrimenti uguale a  $e^{fu}_{ij}$ ,
- $e^{r,hotu}_{jm}$  fattore di emissione medio per perdite in movimento con motori caldi nel mese m senza controllo,
- $e^{r,hotc}_{jm}$  fattore di emissione medio per perdite in movimento con motori caldi nel mese m con dispositivo di abbattimento dei vapori di benzina [carbon canister] ,
- $e^{r,hot}_{jm}$  fattore di emissione medio per perdite in movimento con motori caldi nel mese m: uguale a  $e^{r,hotc}_{jm}$  per veicoli a partire da EURO I, altrimenti uguale a  $e^{r,hotu}_{jm}$ ,
- $e^{r,warmu}_{jm}$  fattore di emissione medio per le perdite in movimento con motori freddi o tiepidi nel mese m senza controllo,
- $e^{r,warmc}_{jm}$  fattore di emissione medio per le perdite in movimento con motori freddi o tiepidi nel mese m con dispositivo di abbattimento dei vapori di benzina [carbon canister] ,
- $e^{r,warm}_{jm}$  fattore di emissione medio per le perdite in movimento con motori freddi o tiepidi nel mese m: uguale a  $e^{r,warmc}_{jm}$  per veicoli a partire da EURO I, altrimenti uguale a  $e^{r,warmu}_{jm}$ .

I fattori di emissione e gli altri parametri necessari alla stima delle emissioni sono contenuti nel modello.

### **2.5.1.9 Stima delle emissioni di benzene**

Per la stima delle emissioni "a caldo" ed "a freddo" di benzene da veicoli a benzina è stata utilizzata la metodologia sviluppata per il CONCAWE (l'organizzazione delle compagnie petrolifere europee per l'ambiente la salute e la sicurezza) da *Automotive Emissions Management Group*.

Le emissioni dell'inquinante in esame sono espresse in funzione del contenuto di benzene nella benzina ( $p_b$ ) e degli aromatici totali escluso il benzene ( $p_a$ ).

Per i veicoli catalizzati le emissioni allo scarico sono date dalla seguente espressione:

$$E_{\text{scarico}}^{C6H6} = E_{\text{scarico}}^{COVNM} (\alpha_c + \beta_c \cdot p_b + \gamma_c \cdot p_a)/100.$$

Per i veicoli non catalizzati le emissioni allo scarico sono date dall'espressione:

$$E_{\text{scarico}}^{C6H6} = E_{\text{scarico}}^{COVNM} (\alpha_{nc} + \beta_{nc} \cdot p_b + \gamma_{nc} \cdot p_a)/100.$$

I parametri  $\alpha_c$ ,  $\beta_c$ ,  $\gamma_c$ ,  $\alpha_{nc}$ ,  $\beta_{nc}$ ,  $\gamma_{nc}$  necessari alla stima sono contenuti nel modello.

Le emissioni dei veicoli diesel e GPL sono espresse come percentuale delle emissioni di COVNM a partire dalla formula seguente:



$$E_{CH_6jl} = \alpha_j E_{COVjl}$$

dove: j indica la categoria di veicolo ed l il combustibile; anche in questo caso il parametro  $\alpha_j$  necessario alla stima è contenuto nel modello.

Le emissioni evaporative sono calcolate tenendo conto della sola percentuale di benzene nel combustibile, ipotizzando che il tenore di benzene nei COVNM emessi dipenda esclusivamente dal tenore di benzene nel combustibile.

#### **2.5.1.10 Stima delle emissioni di PM da abrasione**

All'interno del modello *ERoad* implementata una specifica metodologia per la valutazione delle emissioni di particelle sospese da abrasione dei freni, delle gomme e della superficie stradale. La stima in questi settori è ancora molto incerta soprattutto per quanto riguarda le emissioni da abrasione della strada. Le emissioni sono stimate a partire dalle percorrenze e da opportuni fattori di emissione.

Le formule di base per la stima delle emissioni a partire dalle percorrenze sono le seguenti:

$$\begin{aligned} E_{(PST)jkl}^{ag} &= F_{(PST)jkl}^{ag} m_{jkl} \\ E_{(PST)jkl}^{af} &= F_{(PST)jkl}^{af} m_{jkl} \\ E_{(PST)jkl}^{as} &= F_{(PST)jkl}^{as} m_{jkl} \end{aligned}$$

dove: j indica la categoria di veicolo, k la classe di velocità, l il combustibile,  $E^{ag}$ ,  $E^{af}$ ,  $E^{as}$  sono le emissioni da abrasione gomme, freni e strada espresse in grammi,  $F^{ag}$ ,  $F^{af}$ ,  $F^{as}$  sono i fattori di emissione da abrasione gomme, freni e strada espressi in grammi per chilometro, m sono le percorrenze totali o più correttamente i veicoli chilometro per anno (quantità complessiva di chilometri percorsi dalla totalità dei veicoli in un anno).

I fattori di emissione per l'**abrasione degli pneumatici** per i veicoli pesanti sono calcolati sulla base del fattore di emissione delle automobili a cui è applicato un fattore di correzione che dipende dal numero di assi e dal carico dei veicoli presi in considerazione. La formula applicata è la seguente:

$$F_{(PST)j}^{ag} = N_{assij}/2 FC_{caricoj} F_{(PST)AU}^{ag}$$

dove :

j indica il tipo di veicolo pesante  
 $F_{(PST)j}^{ag}$  è il fattore di emissione per i veicoli pesanti  
 $N_{assij}$  è il numero di assi specifico per ciascun tipo di veicolo  
 $FC_{caricoj}$  è il fattore di correzione per il carico  
 $F_{(PST)AU}^{ag}$  è il fattore di emissione delle automobili.

Da dati sperimentali si ha che:

$$FC_{caricoj} = 1.41 + (1,38 LF)$$

dove LF è il fattore di carico e varia tra 0 ed 1.

La dipendenza del fattore di emissione dalla velocità è ottenuta applicando la formula:

$$F_{(PST)jkl}^{ag} m_{jkl} = F_{(PST)jk}^{ag} S_k$$

dove :

$$S_k = 1.39 \text{ per velocità inferiori a } 40 \text{ km/h}$$

$$S_k = -0,00974 V + 1,78 \text{ per velocità tra 40 e 90 km/h}$$

$$S_k = 0,902 \text{ per velocità superiori a 90 km/h}$$

L'algoritmo di calcolo dei fattori di emissione per l'**abrasione dei freni** è analogo a quello adottato per il calcolo dei fattori di emissione per l'abrasione degli pneumatici.

In particolare si ha:

$$F_{(PST)j}^{af} = 3,13 FC_{caricoj} F_{(PST)AU}^{af}$$

dove :

j indica il tipo di veicolo pesante

$F_{(PST)j}^{af}$  è il fattore di emissione per i veicoli pesanti

$FC_{caricoj}$  è il fattore di correzione per il carico

$F_{(PST)AU}^{af}$  è il fattore di emissione delle automobili.

Dai dati sperimentali si ha che:

$$FC_{caricoj} = 1 + (0,79 LF)$$

dove LF è il fattore di carico e varia tra 0 ed 1.

La dipendenza del fattore di emissione dalla velocità è ottenuta applicando la formula:

$$F_{(PST)jkl}^{af} m_{jk} = F_{(PST)jk}^{af} S_k$$

dove :

$S_k = 1,67$  per velocità inferiori a 40 km/h

$S_k = -0,0270 V + 2,75$  per velocità tra 40 e 90 km/h

$S_k = 0,185$  per velocità superiori a 90 km/h

Per quanto riguarda l'**abrasione della strada** il numero limitato di dati osservati e la conseguente incertezza nei valori non permette la valutazione della dipendenza dei fattori di emissione dalla velocità, dal peso e dal carico dei veicoli. I fattori di emissione sono forniti solo in funzione del tipo di veicolo.

La stima delle emissioni di  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$  è effettuata a partire dalle emissioni di PST considerando la frazione di  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$  sul totale del PST.

Si ha quindi:

$$E_{(PM_{10})jkl}^{ag} = F_{(PST)jkl}^{ag} m_{jkl} f_{PM_{10}/PST}^{ag}$$

$$E_{(PM_{10})jkl}^{af} = F_{(PST)jkl}^{af} m_{jkl} f_{PM_{10}/PST}^{af}$$

$$E_{(PM_{10})jkl}^{as} = F_{(PST)jkl}^{as} m_{jkl} f_{PM_{10}/PST}^{as}$$

$$E_{(PM_{2,5})jkl}^{ag} = F_{(PM_{10})jkl}^{ag} m_{jkl} f_{PM_{2,5}/PST}^{ag}$$

$$E_{(PM_{2,5})jkl}^{af} = F_{(PST)jkl}^{af} m_{jkl} f_{PM_{2,5}/PST}^{af}$$

$$E_{(PM_{2,5})jkl}^{as} = F_{(PST)jkl}^{as} m_{jkl} f_{PM_{2,5}/PST}^{as}$$

dove:

$f_{PM_{10}/PST}^{ag}$  è la frazione di  $PM_{10}$  rispetto alle emissioni di PST per l'abrasione degli pneumatici,

$f_{PM_{10}/PST}^{af}$  è la frazione di  $PM_{10}$  rispetto alle emissioni di PST per l'abrasione dei freni,

$f_{PM_{10}/PST}^{as}$  è la frazione di  $PM_{10}$  rispetto alle emissioni di PST per l'abrasione della strada.

$f_{PM_{2,5}/PST}^{ag}$  è la frazione di  $PM_{2,5}$  rispetto alle emissioni di PST per l'abrasione degli

pneumatici,

$f_{PM_{2,5}/PST}^{af}$  è la frazione di  $PM_{2,5}$  rispetto alle emissioni di PST per l'abrasione dei freni,

$f_{PM_{2.5}/PST}^{as}$  è la frazione di  $PM_{2.5}$  rispetto alle emissioni di PST per l'abrasione della strada.

### 2.5.2 Movimentazione e sosta delle navi

Per la stima delle emissioni dalla navigazione nei porti e nelle linee di navigazione è utilizzato il modello **E<sup>2</sup> Ships**.

La metodologia che il modello adotta per la stima delle emissioni da trasporto marittimo è stata sviluppata originariamente dalla Techne Consulting, nell'ambito del progetto MEET (*Methodology for Estimate Air Pollutant Emissions from Transport*), finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma Trasporti del 4° Programma quadro di ricerca, sviluppo tecnologico e dimostrazione. Successivamente, la metodologia è stata aggiornata, sempre da Techne Consulting, ed inclusa nel capitolo 1.A.3.d.i “*International navigation, national navigation, national fishing and military (shipping)*” dell'*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2016*.

Le sostanze prese in considerazione sono:

- inquinanti principali: Monossido di Carbonio (CO); Composti Organici Volatili (COVNM); Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>); Ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>); Particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM<sub>10</sub>); Particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron (PM<sub>2,5</sub>);
- metalli pesanti: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cromo (Cr); Rame (Cu); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Selenio (Se); Zinco (Zn);
- gas climalteranti: Anidride Carbonica (CO<sub>2</sub>); Protossido di azoto (N<sub>2</sub>O);
- microinquinanti: Diossine e furani (PCDD-F); Policlorobifenile (PCB); Esaclorobenzene (HCB).

Con riferimento alle attività delle navi è consuetudine distinguere tra le seguenti fasi: (a) approccio e ormeggio nei porti; (b) stazionamento in porto; (c) partenza dal porto e (d) navigazione. In particolare la fase (a) inizia quando la nave inizia a decelerare e finisce quando ormeggia, mentre la fase (c) inizia quando la nave libera gli ormeggi e finisce quando ha raggiunto la velocità di crociera. Dopo il suo arrivo in porto la nave continua le sue emissioni in banchina (in fase di stazionamento). Infatti deve essere prodotta energia per i servizi ausiliari (l'illuminazione, il riscaldamento od il condizionamento, le pompe, la refrigerazione, ecc.). Per soddisfare tale richiesta di energia, usualmente sono utilizzati motori diesel ausiliari per fornire energia ai servizi ausiliari. Dal punto di vista dei consumi e delle emissioni possono essere individuate due fasi di manovra (a e c), una fase di stazionamento (b) ed una fase di crociera (d).

Per l'applicazione della metodologia sono necessarie una stima del numero di giorni, e frazioni di giorno, spesi nelle differenti fasi di navigazione:

- Crociera;
- Manovra;
- Stazionamento;
- Carico e scarico serbatoi;

per le seguenti classi di navi:

- Trasporto solidi alla rinfusa;
- Trasporto liquidi alla rinfusa;

- Carico generica;
- Porta container;
- Passeggeri/Ro-Ro/carico;
- Passeggeri;
- Traghetti veloci;
- Carico in navigazione interna;
- Vela;
- Rimorchiatore;
- Pesca;
- Altri;

equipaggiate con i seguenti propulsori:

- Caldaie a vapore;
- Motori ad alta velocità;
- Motori a media velocità;
- Motori a bassa velocità;
- Turbine a gas;
- Motori entro bordo per barche turistiche;
- Motori fuoribordo;

ed utilizzanti i seguenti combustibili:

- Olio combustibile [Bunker fuel oil];
- Olio distillato [Marine gas oil];
- Diesel [Marine diesel oil];
- Benzina [Gasoline].

La metodologia per la stima delle emissioni si basa sulla stima dei consumi di combustibile in base alla classe di propulsore ed alla potenza installata sulla nave, secondo la seguente formula:

$$E_{i,j,m} = \sum_p (C_p \times EF_{i,j,m,p}) \times 10^{-3}$$

dove:

E Emissioni (Mg)

C Consumo di combustibile (Mg)

EF Fattore di emissione (kg/Mg)

e Categoria di motore (principale, ausiliario)

i Inquinante

j Tipo di motore (Caldaie a vapore, Motori ad alta velocità, Motori a media velocità, Motori a bassa velocità, Turbine a gas, Motori entro bordo per barche turistiche, Motori fuoribordo)

m Tipo di carburante (Olio combustibile [Bunker fuel oil], Olio distillato [Marine gas oil], Diesel [Marine diesel oil], Benzina [Gasoline])

p Fase di navigazione (Crociera, Manovra, Stazionamento, Carico e scarico serbatoi).

I consumi effettivi possono essere ottenuti come:

$$C_{p,j,m} = T_p \times \sum_e (P_{e,p,j} \times LF_{e,p} \times c_{p,m})$$

dove:

C consumi giornalieri di combustibile in funzione della potenza (Mg)

- LF fattore di carico del motore (%)  
T tempo (ore)  
P potenza nominale del motore (kW)  
c consumo specifico di carburante per classe di propulsore e tonnellaggio (Mg/kWh)  
e Categoria di motore (principale, ausiliario)  
j tipo di motore (Caldaie a vapore, Motori ad alta velocità, Motori a media velocità, Motori a bassa velocità, Turbine a gas, Motori entrobordo per barche turistiche, Motori fuoribordo)  
m tipo di carburante (Olio combustibile [Bunker fuel oil], Olio distillato [Marine gas oil], Diesel [Marine diesel oil], Benzina [Gasoline])  
p fase di navigazione (Crociera, Manovra, Stazionamento, Carico e scarico serbatoi).

La potenza installata, è calcolata utilizzando una funzione di regressione sulla base della stazza lorda delle navi, divise per tipologia. I dati sono altamente correlati e le regressioni sono significative con un livello di confidenza maggiore del 99%. La potenza dei motori ausiliari è calcolata con una funzione che collega la potenza dei motori ausiliari a quella dei motori principali.

I fattori di emissione, nonché altre indicazioni sul modello sono reperibili nell'*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2016.*

### **2.5.3 Emissioni da decollo ed atterraggio aeromobili**

Per la stima delle emissioni da decollo e atterraggio aeromobili, è stato utilizzato il modello ***E<sup>2</sup> Airport***.

Il modello fornisce la stima delle emissioni dei principali inquinanti dell'aria prodotte dal movimento degli aerei nell'aeroporto. La stima non prende in considerazione le emissioni determinate da altre attività aeroportuali quali, ad esempio, le caldaie, i gruppi elettrogeni, i veicoli a terra ecc. Tali emissioni sono trattate come parte delle emissioni da combustione nel terziario e da traffico.

L'emissione è calcolata in base alla seguente formula:

$$E = \sum_k E_k = \sum_k 10^{-3} F_k LTO_k$$

dove:

- k modello di aereo,  
E emissioni totali in tonnellate,  
E<sub>k</sub> emissioni da parte del modello di aereo k,  
F<sub>k</sub> fattore di emissione in chilogrammi per ciclo LTO dell'anidride carbonica da parte del modello di aereo k,  
LTO<sub>k</sub> numero di cicli LTO (Landing-Takeoff) effettuati da parte del modello di aereo k.

Per ciclo LTO si intendono tutte le operazioni effettuate dagli aerei in volo e a terra. Quindi sono presi in considerazione: discesa e approccio da un'altezza di circa 3000 piedi (915 m) dal livello del suolo, contatto con il terreno, rullaggio in arrivo, sosta con i motori al minimo e arresto, accensione e sosta con i motori al minimo, rullaggio in partenza, decollo e salita fino a circa 3000 piedi dal livello del suolo.

Ai fini della stima delle emissioni, le operazioni sopra elencate possono essere raggruppate in 4 fasi: approccio, rullaggio e sosta in arrivo e partenza, decollo e salita. Per ciascuna di queste fasi ogni classe di aereo è caratterizzata da tempi medi caratteristici di operazione.

Il modello di calcolo prevede le seguenti classi di aereo:

- Aviogetti giganti (“Jumbo jet”)
- Aviogetti a lungo raggio
- Aviogetti a medio raggio
- Aviogetti uso “business”
- Aviogetti a turboelica commerciali
- Aviogetti a turboelica uso “business”
- Aerei a Pistoni
- Elicotteri
- Aerei Militari

Per ognuna di queste classi e per le quattro fasi sopra definite devono essere introdotti i tempi tipici di operazione.

I fattori di emissione per ciclo LTO sono calcolati nel modello in base alla seguente formula:

$$F_k = \sum_l F_{kl} T_{lm} / 60$$

dove:

- l fasi operative in cui è suddiviso il ciclo LTO,
- m classe di aerei,
- $F_{kl}$  fattore di emissione orario dell'inquinante i da parte del modello di aereo k nella fase operativa l,
- $T_{lm}$  il tempo caratteristico speso nella fase l dalla classe di aerei m cui appartiene il modello di aereo k.

I fattori di emissione e gli altri parametri necessari alla stima delle emissioni sono contenuti nel modello.

#### 2.5.4 Vegetazione

Per la stima delle emissioni da vegetazione è stato utilizzato il modello *Forest*, evoluzione del modello AirForest.com. Il modello fornisce la stima delle emissioni dei composti organici volatili prodotte dalla vegetazione, suddivise per classe secondo la nomenclatura delle attività SNAP e per fascia altimetrica secondo la classificazione ISTAT (pianura, collina, montagna).

L'emissione in tonnellate di composti organici volatili è calcolata in base alla seguente formula:

$$E^{COVNM} = \sum_{ij} E^{COVNM}_{ij} = \sum_{k \in i} (E^I_{kj} + E^M_{kj} + E^A_{kj}) =$$

$$= 10^{-8} \sum_k B_k S_{kj} [F^{L,30}_k \sum_m (F_i^{L,T^g}_{mj} F_i^{L,L}_{mj} t^g_m) \delta_{km} + F^{M,30}_k \sum_m (F_i^{M,T^g}_{mj} t^g_m + F_i^{M,T^n}_{mj} t^n_m) \delta_{km}]$$

$$+ F^{A,30}_k \sum_m (F_i^{A,T^g}_{mj} t^g_m + F_i^{A,T^n}_{mj} t^n_m) \delta_{km}]$$

dove:

- i attività,
- j fascia altimetrica (pianura, collina, montagna),
- k specie vegetale (appartenente alla classe i),
- m mese,
- $E^{COVNM}$  emissioni totali di composti organici volatili,
- $E^I$  emissioni di isoprene,
- $E^M$  emissioni dei monoterpeni,
- $E^A$  emissioni di altri composti,

$B_k$  fattore di biomassa in g biomassa/m<sup>2</sup> relativo alla specie vegetale k,  
 $S_{kj}$  superficie in ettari coperta dalla specie k nella fascia altimetrica j,  
 $F_k^{I,30}$  fattore di emissione di isoprene della specie k a 30°C in µg/h per g biomassa,  
 $F_k^{M,30}$  fattore di emissione di monoterpeni della specie k a 30°C in µg/h per g biomassa,  
 $F_k^{A,30}$  fattore di emissione di altri composti della specie k a 30°C in µg/h per g biomassa,  
 $F_i^{I,T_{mj}^g}$  fattore di correzione per la temperatura dell'isoprene (in funzione della temperatura efficace giornaliera nella fascia altimetrica j,  $T_{mj}^g$ ) emesso dalla classe i,  
 $F_i^{I,L_{mj}}$  fattore di correzione per la radiazione solare (in funzione della radiazione solare fotosinteticamente attiva  $L_j$ , pari al 45-50% della radiazione solare totale, nella fascia altimetrica j) emesso dalla classe i,  
 $F_i^{M,T_{mj}^g}$  fattore di correzione per la temperatura dei monoterpeni (in funzione della temperatura efficace giornaliera nella fascia altimetrica j,  $T_{mj}^g$ ) emessi dalla classe i,  
 $F_i^{M,T_{mj}^n}$  fattore di correzione per la temperatura dei monoterpeni (in funzione della temperatura efficace notturna nella fascia altimetrica j,  $T_{mj}^n$ ) emessi dalla classe i,  
 $F_i^{A,T_{mj}^g}$  fattore di correzione per la temperatura di altri composti (in funzione della temperatura efficace giornaliera nella fascia altimetrica j,  $T_{mj}^g$ ) emessi dalla classe i,  
 $F_i^{A,T_{mj}^n}$  fattore di correzione per la temperatura degli altri composti (in funzione della temperatura efficace notturna nella fascia altimetrica j,  $T_{mj}^n$ ) emessi dalla classe i,  
 $t_m^g$  numero di ore di giorno nel mese m,  
 $t_m^n$  numero di ore di notte nel mese m;  
 $\delta_{km}$  fattore che tiene conto che, per quanto riguarda le specie decidue, le emissioni sono presenti solo durante il periodo che va da aprile a settembre e che le emissioni di isoprene sono assunte nulle durante la notte.

Le emissioni sono stimate per le specie vegetali riportate in Tabella 2.

Tabella 2 – Macroclassi, classi e specie vegetali

Macroclasse	Classe	Specie
Conifere e Macchia mediterranea	Fustaie di resinose	Abete bianco
		Abete rosso
		Larice
		Pini
		Altre resinose
	Resinose miste	
	Macchia mediterranea	Macchia mediterranea
Decidue emettitrici di isoprene	Fustaie di latifoglie emettitrici di isoprene	Sughere
		Rovere
		Cerro
		Altre querce
Decidue non emettitrici di isoprene	Fustaie di latifoglie non emettitrici di isoprene	Castagno
		Faggio
		Pioppi
		Altre latifoglie
		Latifoglie miste

Tabella 2 – Macroclassi, classi e specie vegetali

Macroclasse	Classe	Specie
		Fustaie di latifoglie e resinose consociate
	Cedui semplici	Cedui semplici
	Cedui composti	Cedui composti

I fattori di correzione per la temperatura dell'isoprene ( $F^I$ ), dei monoterpeni ( $F^M$ ) e degli altri COVNM ( $F^A$ ) sono calcolati attraverso le seguenti funzioni:

$$F^{I,T} = e^{(C_{T1}(T - T_s)/R T_s T)} / (1 + e^{(C_{T2}(T - T_M)/R T_s T)})$$

$$F^{M,T}, F^{A,T} = e^{\beta(T - T_s)}$$

dove:

$C_{T1}$ ,  $C_{T2}$ ,  $T_M$  e  $\beta$  sono costanti empiriche;

$R$  è la costante dei gas;

$T_s$  è la temperatura standard di 303 K.

In Figura 2 sono visualizzati gli andamenti dei fattori di correzione al variare della temperatura per l'isoprene, i monoterpeni e per gli altri COV.

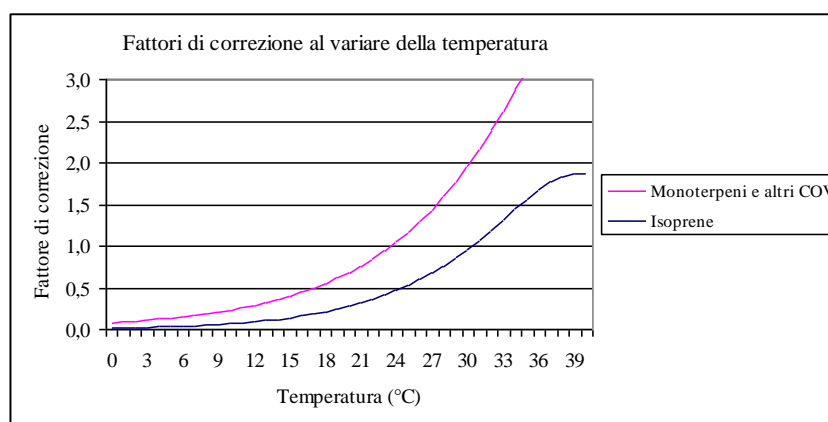


Figura 2 – Fattori di correzione per l'isoprene, i monoterpeni e gli altri COVNM al variare della temperatura

Il fattore di correzione per la radiazione solare è calcolato come:

$$F^{IL} = \alpha C_{L1} L / (1 + \alpha L^2)^{1/2}$$

dove:

$\alpha$  e  $C_{L1}$  sono costanti empiriche;

$L$  è la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) espressa in  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

In Figura 3 sono visualizzati gli andamenti dei fattori di correzione per l'isoprene al variare della radiazione solare.



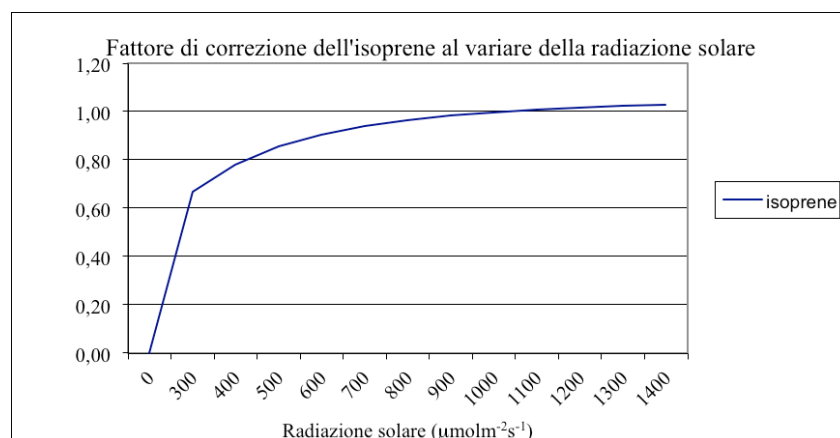


Figura 3 – Fattori di correzione per l'isoprene al variare della radiazione solare

### 2.5.5 Incendi forestali

Per la stima delle emissioni da incendi forestali è stato utilizzato il modello **E<sup>2</sup> Fire**, evoluzione del modello AirFire.com. I fattori di emissione sono stati aggiornati nell'ambito del presente lavoro.

Gli inquinanti dell'aria presi in considerazione dal modello aggiornato sono: Monossido di Carbonio (CO), Anidride Carbonica (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>), Protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), Particelle Sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM<sub>10</sub>), Composti organici volatili (COV), Ossidi di azoto (SO<sub>x</sub>), Ammoniaca (NH<sub>3</sub>), Diossine e Furani (PCDD-F), Benzo(a)pirene (BAP), Benzo(b)fluorantene (BBF), Benzo(k)fluorantene (BKF), Indeno(123 cd)pirene, (INP), Esaclorobifenili (HCB), Policlorobenzene (PCB).

Nel modello sono prese in considerazione le differenti colture come definite dal Corpo Forestale dello Stato nell'apposito foglio notizie incendi:

- Resinose alto fusto
- Latifoglie alto fusto
- Miste alto fusto
- Ceduo semplice
- Ceduo composto
- Macchia mediterranea.

Il calcolo delle emissioni E<sub>j</sub> dell'inquinante j segue la metodologia sviluppata in ambito dell'International Panel on Climate Change (IPCC) e richiede la valutazione della quantità di biomassa bruciata, il cui valore va moltiplicato per il fattore d'emissione relativo a ciascun inquinante considerato F<sub>j</sub>:

$$E_j = M F_j$$

La quantità di biomassa a secco bruciata è data da:

$$M = \alpha \sum_i A_i B_i$$

dove i è la tipologia di vegetazione, A<sub>i</sub> è l'area (in ettari) della superficie incendiata coperta dalla coltura i, B<sub>i</sub> è la quantità media a secco di biomassa (in tonnellate per ettaro) emersa dal terreno nella coltura i, α l'efficienza dell'incendio, ovvero la frazione di biomassa distrutta definitivamente: in caso di incendio completo deve essere posta uguale ad 1 mentre in caso di

incendio parziale deve esprimere la valutazione della quantità di biomassa effettivamente bruciata.

## 3 RACCOLTA DATI PER LA STIMA DELLE EMISSIONI

Nel seguito sono descritte le metodologie adottate per la fase della raccolta dati delle sorgenti puntuali (paragrafo 3.1) e delle sorgenti diffuse, lineari ed areali (paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

### 3.1 Sorgenti puntuali

---

#### 3.1.1 Metodologia seguita per la raccolta dati

Il censimento ha interessato gli impianti produttivi e/o impianti termici industriali già noti e censiti nel precedente inventario relativo all'anno 2002 e nuovi impianti individuati nel corso del lavoro.

La selezione degli impianti alla base del censimento del 2002 si è basata originariamente sull'analisi delle richieste di autorizzazione ai sensi del D.P.R. 203/88 conservate negli archivi provinciali della Regione Campania (ora parte V del D. Lgs 152/2006).

L'elenco delle aziende è stato nuovamente analizzato ed integrato alla luce dei cambiamenti intercorsi nel tessuto produttivo nell'intervallo di tempo trascorso.

Inoltre sono state individuate e censite nuove aziende mai valutate prima, in particolar modo aziende con impianti di combustione alimentati con bioenergie quali: biomasse, biogas e bioliquidi, per la produzione di energia elettrica e/o calore.

Il lavoro di reperimento di informazioni e selezione degli impianti per l'aggiornamento dell'inventario al 2016 è stato condotto mediante una raccolta della documentazione autorizzativa e delle dichiarazioni delle ditte esistenti presso gli organi competenti ma soprattutto mediante una verifica censuaria diretta tramite invio di appositi questionari e richieste dati.

Il questionario inviato è composto dalle seguenti parti, nelle quali si richiedono:

- le generalità dell'azienda (Scheda 1),
- le generalità dello stabilimento produttivo (Scheda 2),
- una descrizione sintetica del processo produttivo (Scheda 3),
- un riepilogo delle sezioni o linee produttive (unità) di cui si compone lo stabilimento (Scheda 4),
- la descrizione dei punti di emissione (camini) (Scheda 5),
- le caratteristiche degli effluenti dai punti di emissione e delle tecniche di abbattimento (Scheda 6),
- con riferimento a ciascuna unità, le emissioni di inquinanti e tutti gli altri elementi che la caratterizzano (attività, capacità produttiva, materie prime utilizzate, consumi di combustibile ecc.) (Scheda 7),
- i dati relativi ai consumi di combustibile per usi civili dell'intero stabilimento (Scheda 8);
- infine Note e commenti (Scheda 9).

Allegata al questionario è stata inviata una guida alla compilazione dello stesso.

Per quanto riguarda le aziende che gestiscono allevamenti è stata inviata una richiesta semplificata per censire il dato dei capi allevati all'anno 2016.

### **3.1.2 Riepilogo delle sorgenti selezionate e bilancio dell'indagine**

Per l'aggiornamento al 2016 la lista di aziende iniziale è stata desunta dal censimento effettuato per la redazione dell'inventario 2002.

Questa è stata nuovamente controllata ed integrata con alcune ditte mai valutate prima provenienti da informazioni accessibili al pubblico e reperibili online, in particolar modo sono stati utilizzati i seguenti registri:

- Registro integrato delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti (E-PRTR) della Commissione europea e dell'Agenzia europea dell'ambiente  
<http://prtr.ec.europa.eu/#/home>
- Registro italiano delle autorizzazioni ad emettere Gas ad Effetto Serra (AGES-ETS)  
<https://www.registroets.it/> dell'ISPRA
- Impianti sottoposti a Procedura di AIA di competenza statale e regionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare  
<http://aia.minambiente.it/intro.aspx>

Per alcune di queste nuove ditte è stato necessario richiedere dati anche per l'anno 2002 che tuttavia difficilmente sono stati forniti.

Per quanto riguarda il censimento dei nuovi impianti a bioenergie (biomasse, biogas, bioliquidi), dalla documentazione del Gestore dei Servizi Energetici<sup>2</sup> risultano installati, sul territorio campano al 2016, 73 impianti per una potenza complessiva di 245 MW.

Il GSE fornisce informazioni più dettagliate nel sistema informativo geografico Atlaimpianti<sup>3</sup> da cui si può estrarre l'elenco degli impianti installati per comune, suddivisi per fonte energetica e corredati dal dato di potenza nominale (kW). Non essendoci però informazioni sui gestori si è resa necessaria la collaborazione dell'ufficio regionale di statistica a cui è stato richiesto l'accesso alle informazioni riservate del Sistema Statistico Nazionale (SISTAN).

Contestualmente a tale richiesta facendo una ricerca dei documenti autorizzativi disponibili in rete, sono stati individuati alcuni gestori di impianti di combustione a fonte rinnovabile, che, in conseguenza, sono stati censiti tramite apposito questionario.

Per gli anni considerati nell'inventario, i dati relativi alla superficie sono stati lasciati invariati rispetto al 2002. Sono stati utilizzati i dati ISTAT provinciali disaggregati a livello comunale sulla base della superficie boscata ricavata dalla cartografia. I dati sono stati utilizzati per la stima delle emissioni di COVNM con il modello **E<sup>2</sup> Forest** utilizzando le temperature dei singoli anni. Successivamente i dati sono stati disaggregati a livello comunale utilizzando i dati della cartografia regionale. I rilevamenti delle temperature medie mensili massime e minime per fascia altimetrica, necessari per la stima delle emissioni, sono stati forniti da ARPAC e dal Centro Funzionale Multirischi di Protezione Civile Regione Campania.

---

<sup>2</sup> [GSE, Rapporto statistico, Energia da fonti rinnovabili in Italia, Anno 2016](#)

<sup>3</sup> [GSE, Atlaimpianti](#)

## 4 FATTORI DI EMISSIONE

L'azione di aggiornamento dei fattori di emissione si è necessaria in conseguenza del continuo processo di revisione ed aggiornamento delle informazioni e delle metodologie di supporto alla realizzazione degli inventari delle emissioni di inquinanti dell'aria che è ormai usuale, nel corso degli ultimi anni, a livello europeo.

Tale processo di revisione è stato sospinto dalla sempre maggiore consapevolezza dell'importanza degli inventari delle emissioni nei processi decisionali relativi alla gestione della qualità dell'aria.

I più recenti prodotti di questo processo di revisione continua a livello internazionale sono stati:

- L'aggiornamento della classificazione delle attività di interesse per l'inquinamento atmosferico SNAP (SNAP 2007);
- L'aggiornamento dei fattori di emissione dei gas serra contenuto nel documento 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan (IPCC 2006);
- L'aggiornamento della metodologia di stima delle emissioni di inquinanti da traffico aereo contenuta nell'*EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook* e quella specifica per il PM riassunta nel documento: *Eurocontrol, Aircraft Particulate Matter Emission Estimation through all Phases of Flight (2005)*.
- L'aggiornamento dei fattori di emissione degli inquinanti principali e dei metalli pesanti con il rilascio dell'*EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016: Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories* che segue le Guidelines for Reporting Emission Data under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and the EU National Emission Ceilings Directive; il Guidebook è stato preparato dalla Convention's Task Force on Emission Inventories and Projections (TFEIP), con il lavoro degli expert panels della Task Force e della European Environment Agency (EEA); l'aggiornamento è stato di ampie dimensioni ed ha comportato la revisione dei fattori di emissione di un gran numero di attività in particolare con riguardo al PM;
- I successivi aggiornamenti dei fattori di emissione rilasciati nel corso degli anni 2017-2018 con particolare con riferimento ai fattori di emissione dei Trasporti stradali (in particolare NO<sub>x</sub> da automobili e veicoli commerciali leggeri Euro 6), dei piccoli impianti di combustione, della Combustione nell'industria, dell'industria alimentare, della produzione di metalli non ferrosi, delle coltivazioni e suoli agricoli;
- Il completamento ed aggiornamento della base dati dei fattori di emissione del benzene realizzato in una sua autonoma attività da Techne Consulting (sono stati aggiornati i fattori di emissione di: Impianti di combustione civili ed industriali, Processi produttivi, Trasporti su strada, Aeroporti, Porti, Combustione delle stoppie, Incendi forestali).

Nell'ambito del presente incarico è stato effettuato l'aggiornamento della base dati dei fattori di emissione e, dove pertinente, delle metodologie di stima nei modelli menzionati nel paragrafo 2.4.

Una ulteriore attività di aggiornamento dei fattori di emissione è stata svolta a riguardo delle attività:

- 05060100 Condotte di gas
- 05060300 Reti di distribuzione di gas (Networks)

in particolare sono stati aggiornati i fattori di emissione di CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> e COVNM sulla base delle nuove valutazioni sulle perdite dalla distribuzione del gas di fonte SNAM fornite da ISPRA.

La nuova base dati dei fattori di emissione è stata utilizzata per la valutazione delle emissioni al 2016 e, per coerenza interna, nella rivalutazione delle emissioni al 2002. In particolare sono state ricalcolate tutte le emissioni relative al 2002 con i fattori di emissione.

## **5 RIEPILOGO DEI RISULTATI**

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati delle emissioni totali per classe di inquinanti e per macrosettore per tutti gli anni dell'inventario.

### **5.1 Emissioni totali per macrosettore**

---

#### **5.1.1 Inquinanti principali**

Le emissioni totali degli inquinanti principali per macrosettore e le relative percentuali sul totale sono riportate in Tabella 3 per il 2016 e Tabella 4 per il 2002.

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

Tabella 3 – Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2016

Valori assoluti (Mg)	CO	COVNM	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PST	SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	302,9	107,5	1.281,4	26,7	26,3	32,8	246,9	1,3
02 Impianti combust. non industriali	85.540,4	10.925,4	2.933,5	14.240,5	13.891,1	15.018,4	313,5	1.347,9
03 Imp. comb. industr., processi con comb.	2.640,4	272,9	4.032,9	118,9	113,2	124,8	734,3	22,7
04 Processi senza combustione	17,8	1.469,6	5,5	758,7	214,0	1.674,8	5,2	4,4
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	785,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	1,6	26.725,0	1,9	109,4	100,8	116,7	0,0	42,2
07 Trasporti Stradali	92.219,6	16.572,0	29.424,0	2.698,5	2.136,7	3.315,6	47,8	276,9
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1.690,4	545,5	7.401,9	321,1	319,9	321,3	1.510,5	0,8
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	3.481,1	396,5	321,1	273,2	254,9	281,8	12,1	373,7
10 Agricoltura	0,0	5.141,5	0,0	1.960,6	272,5	2.614,9	0,0	22.841,5
11 Altre sorgenti/natura	5.263,4	6.020,4	147,6	639,5	639,5	865,8	49,2	68,9
Totale	191.157,6	68.961,9	45.549,8	21.147,0	17.968,9	24.366,9	2.919,6	24.980,3
Valori percentuali (%)	CO	COVNM	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PST	SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	0,2	0,2	2,8	0,1	0,1	0,1	8,5	0,0
02 Impianti combust. non industriali	44,7	15,8	6,4	67,3	77,3	61,6	10,7	5,4
03 Imp. comb. industr., processi con comb.	1,4	0,4	8,9	0,6	0,6	0,5	25,2	0,1
04 Processi senza combustione	0,0	2,1	0,0	3,6	1,2	6,9	0,2	0,0
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	38,8	0,0	0,5	0,6	0,5	0,0	0,2
07 Trasporti Stradali	48,2	24,0	64,6	12,8	11,9	13,6	1,6	1,1
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,9	0,8	16,3	1,5	1,8	1,3	51,7	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	1,8	0,6	0,7	1,3	1,4	1,2	0,4	1,5
10 Agricoltura	0,0	7,5	0,0	9,3	1,5	10,7	0,0	91,4
11 Altre sorgenti/natura	2,8	8,7	0,3	3,0	3,6	3,6	1,7	0,3

Tabella 4 - Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2002

Valori assoluti (Mg)	CO	COVNM	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PST	SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	269,2	37,9	1.697,1	115,3	87,5	159,7	3.111,3	19,1



Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

Tabella 4 - Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2002

Valori assoluti (Mg)	CO	COVNM	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PST	SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
02 Impianti combust. non industriali	83.424,9	11.999,6	2.723,5	16.231,0	15.836,6	17.131,4	341,1	1.506,8
03 Imp. comb. industr., processi con comb.	5.744,1	926,4	11.145,2	281,2	272,1	300,2	2.530,5	49,1
04 Processi senza combustione	30,8	2.580,4	47,1	1.619,1	950,2	2.724,1	1,6	0,2
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	1.212,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	36.180,0	7,3	45,1	34,6	46,6	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	170.748,5	44.286,2	61.622,2	4.929,1	4.330,6	5.611,2	1.686,4	571,4
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1.897,0	555,5	8.100,3	357,1	355,1	345,4	1.299,5	1,2
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	2.928,6	3.323,4	261,0	229,3	215,3	235,2	12,9	2.682,3
10 Agricoltura	0,0	5.278,6	0,0	2.653,1	355,1	2.958,5	0,0	18.948,4
11 Altre sorgenti/natura	3.015,3	5.219,2	84,5	366,3	366,3	496,0	28,2	39,5
<b>Totale</b>	<b>268.058,4</b>	<b>111.600,3</b>	<b>85.688,3</b>	<b>26.826,6</b>	<b>22.803,5</b>	<b>30.008,3</b>	<b>9.011,5</b>	<b>23.817,9</b>
Valori percentuali (%)	CO	COVNM	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PST	SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	0,1	0,0	2,0	0,4	0,4	0,5	34,5	0,1
02 Impianti combust. non industriali	31,1	10,8	3,2	60,5	69,4	57,1	3,8	6,3
03 Imp. comb. industr., processi con comb.	2,1	0,8	13,0	1,0	1,2	1,0	28,1	0,2
04 Processi senza combustione	0,0	2,3	0,1	6,0	4,2	9,1	0,0	0,0
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	32,4	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	63,7	39,7	71,9	18,4	19,0	18,7	18,7	2,4
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,7	0,5	9,5	1,3	1,6	1,2	14,4	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	1,1	3,0	0,3	0,9	0,9	0,8	0,1	11,3
10 Agricoltura	0,0	4,7	0,0	9,9	1,6	9,9	0,0	79,6
11 Altre sorgenti/natura	1,1	4,7	0,1	1,4	1,6	1,7	0,3	0,2

### **5.1.2 Metalli pesanti**

Le emissioni totali dei metalli pesanti per macrosettore e le relative percentuali sul totale sono riportate in Tabella 5 per il 2018 e Tabella 6 per il 2002.

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

Tabella 5 - Emissioni totali di metalli pesanti per macrosettore – Anno 2016

Valori assoluti (kg)	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	15,2	29,3	9,8	18,3	28,9	10,4	705,1	34,0	47,9
02 Impianti combust. non industriali	8,5	295,4	522,9	136,5	21,9	45,5	613,7	11,7	11.635,9
03 Impianti combust. industriali e processi con combustione	24,2	18,6	43,3	54,6	25,0	120,1	95,0	14,8	171,2
04 Processi senza combustione	52,6	22,4	277,6	162,8	2,0	208,9	959,0	262,6	3.464,4
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	638,4	2,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,4	25,4	64,2	76,6	15,1	27,2	86,6	0,3	5.078,8
08 Altre sorgenti mobili e macchine	15,4	1,8	21,1	218,9	0,3	687,6	10,1	10,1	172,5
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	2,5	5,6	5,7	58,9	2,2	2,4	59,2	1,7	1.354,1
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totale</b>	<b>118,8</b>	<b>398,5</b>	<b>1.583,1</b>	<b>728,5</b>	<b>95,3</b>	<b>1.102,2</b>	<b>2.528,7</b>	<b>335,3</b>	<b>21.924,9</b>
Valori percentuali (%)	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	12,8	7,3	0,6	2,5	30,3	0,9	27,9	10,2	0,2
02 Impianti combust. non industriali	7,2	74,1	33,0	18,7	23,0	4,1	24,3	3,5	53,1
03 Impianti combust. industriali e processi con combustione	20,3	4,7	2,7	7,5	26,2	10,9	3,8	4,4	0,8
04 Processi senza combustione	44,3	5,6	17,5	22,3	2,1	19,0	37,9	78,3	15,8
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	40,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,3	6,4	4,1	10,5	15,9	2,5	3,4	0,1	23,2
08 Altre sorgenti mobili e macchine	13,0	0,4	1,3	30,0	0,3	62,4	0,4	3,0	0,8
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	2,1	1,4	0,4	8,1	2,3	0,2	2,3	0,5	6,2
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

Tabella 6 - Emissioni totali di metalli pesanti per macrosettore – Anno 2002

Valori assoluti (kg)	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	23,9	2,0	357,3	51,2	3,2	1.278,7	34,7	8,7	279,0
02 Impianti combust. non industriali	8,5	269,0	476,1	124,3	23,6	41,4	558,7	10,8	10.593,7
03 Impianti combust. industriali e processi con combustione	121,0	35,0	352,5	286,0	97,6	514,4	724,8	49,8	1.568,3
04 Processi senza combustione	103,7	128,6	349,9	45,3	7,9	367,3	2.222,6	551,0	1.914,7
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,5	31,6	78,0	98,2	20,4	33,7	99,0	0,4	6.330,8
08 Altre sorgenti mobili e macchine	13,5	2,0	20,7	263,6	0,4	610,4	8,1	8,7	189,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	2,2	4,0	7,6	75,3	2,7	4,0	65,1	1,4	1.287,6
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totale</b>	<b>273,4</b>	<b>472,1</b>	<b>1.642,1</b>	<b>944,9</b>	<b>155,8</b>	<b>2.849,8</b>	<b>3.713,1</b>	<b>630,8</b>	<b>22.163,0</b>
Valori percentuali (%)	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
1zs01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	8,8	0,4	21,8	5,4	2,0	44,9	0,9	1,4	3,1
02 Impianti combust. non industriali	3,1	57,0	29,0	13,2	15,1	1,5	15,0	1,7	117,6
03 Impianti combust. industriali e processi con combustione	44,3	7,4	21,5	30,3	62,6	18,0	19,5	7,9	17,4
04 Processi senza combustione	37,9	27,2	21,3	4,8	5,1	12,9	59,9	87,3	21,2
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,2	6,7	4,8	10,4	13,1	1,2	2,7	0,1	70,3
08 Altre sorgenti mobili e macchine	4,9	0,4	1,3	27,9	0,3	21,4	0,2	1,4	2,1
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,8	0,8	0,5	8,0	1,7	0,1	1,8	0,2	14,3
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

### **5.1.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici, benzene e black carbon**

Le emissioni totali di Idrocarburi Policiclici Aromatici, Benzene e Black Carbon per macrosettore e le relative percentuali sul totale sono riportate in Tabella 7 per il 2002 e Tabella 8 per il 2016.

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

Tabella 7 - Emissioni totali di IPA, benzene e black carbon per macrosettore – Anno 2016

Valori assoluti (kg)	BAP	BBF	BKF	INP	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BC
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	0,8	2,5	0,5	1,2	2.031,8	84.104,4
02 Impianti combust. non industriali	2.569,2	2.368,0	894,4	1.504,7	1.148.707,8	1.529.294,2
03 Impianti combust. industriali, processi con combust.	0,2	0,2	0,1	0,0	4.772,4	1.189,6
04 Processi senza combustione	13,4	29,4	29,4	6,7	554,5	4.514,4
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot.	0,0	0,0	0,0	0,0	232,7	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	41,6	57,1	48,2	42,1	556.641,7	934.879,3
08 Altre sorgenti mobili	2,6	4,7	0,0	0,1	12.344,8	119.909,5
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	154,6	342,1	82,8	0,0	739,7	71.728,6
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	354,2	212,5	106,3	141,7	24.103,5	27.546,9
<b>Totale</b>	<b>3.136,6</b>	<b>3.016,6</b>	<b>1.161,6</b>	<b>1.696,6</b>	<b>1.750.129,0</b>	<b>2.773.166,9</b>
Valori percentuali (%)	BAP	BBF	BKF	INP	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BC
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	3,0
02 Impianti combust. non industriali	81,9	78,5	77,0	88,7	65,6	55,1
03 Impianti combust. industriali, processi con combust.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
04 Processi senza combustione	0,4	1,0	2,5	0,4	0,0	0,2
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	1,3	1,9	4,1	2,5	31,8	33,7
08 Altre sorgenti mobili	0,1	0,2	0,0	0,0	0,7	4,3
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	4,9	11,3	7,1	0,0	0,0	2,6
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	11,3	7,0	9,1	8,4	1,4	1,0

Tabella 8 - Emissioni totali di IPA, benzene e black carbon per macrosettore – Anno 2002

Regione Campania  
 Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
 Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

Valori assoluti (kg)	BAP	BBF	BKF	INP	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BC
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	0,1	0,3	0,1	0,2	165,8	15.828,9
02 Impianti combust. non industriali	2.503,6	2.296,7	869,1	1.469,2	1.136.759,9	1.447.286,6
03 Impianti combust. industriali, processi con combust.	0,5	0,6	0,2	0,1	14.353,9	3.823,5
04 Processi senza combustione	8,2	18,1	18,1	4,1	2.746,9	9.184,5
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot.	0,0	0,0	0,0	0,0	458,2	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0
07 Trasporti Stradali	32,3	54,9	45,9	35,5	1.181.985,2	1.904.936,9
08 Altre sorgenti mobili	3,7	6,5	0,0	0,2	13.287,2	137.442,1
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	124,4	275,3	66,7	0,0	7.776,7	57.705,0
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	202,9	121,7	60,9	81,2	13.808,4	15.781,0
<b>Totale</b>	<b>2.875,7</b>	<b>2.774,0</b>	<b>1.060,9</b>	<b>1.590,4</b>	<b>2.371.344,0</b>	<b>3.591.988,4</b>
Valori percentuali (%)	BAP	BBF	BKF	INP	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BC
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
02 Impianti combust. non industriali	87,1	82,8	81,9	92,4	47,9	40,3
03 Impianti combust. industriali, processi con combust.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1
04 Processi senza combustione	0,3	0,7	1,7	0,3	0,1	0,3
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	1,1	2,0	4,3	2,2	49,8	53,0
08 Altre sorgenti mobili	0,1	0,2	0,0	0,0	0,6	3,8
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	4,3	9,9	6,3	0,0	0,3	1,6
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	7,1	4,4	5,7	5,1	0,6	0,4

#### 5.1.4 Microinquinanti (HCB, PCB, Diossine e furani)

Le emissioni totali dei microinquinanti per macrosettore e le relative percentuali sul totale sono riportate nelle tabelle in Tabella 9 per il 2016 e Tabella 10 per il 2002.

Tabella 9 - Emissioni totali di microinquinanti per macrosettore – Anno 2016

Valori assoluti (g)	HCB	PCB	PCDD/F
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	3,4	0,7	0,2
02 Impianti combust. non industriali	110,4	1,1	13,5
03 Impianti combust. industriali e processi con combustione	2,9	56,2	0,2
04 Processi senza combustione	0,1	0,0	4,7
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,0	0,0	1,3
08 Altre sorgenti mobili e macchine	6,8	13,2	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	34,3	0,4	0,6
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,0	0,2
<b>Totale</b>	<b>157,8</b>	<b>71,7</b>	<b>20,7</b>
Valori percentuali (%)	HCB	PCB	PCDD/F
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	2,2	1,0	0,9
02 Impianti combust. non industriali	69,9	1,5	65,4
03 Impianti combust. industriali e processi con combustione	1,8	78,4	0,9
04 Processi senza combustione	0,0	0,0	22,6
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,0	0,0	6,3
08 Altre sorgenti mobili e macchine	4,3	18,4	0,1
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	21,7	0,6	2,7
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,1	1,2

Tabella 10 - Emissioni totali di microinquinanti per macrosettore – Anno 2002

Valori assoluti (g)	HCB	PCB	PCDD/F
01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	0,1	0,2	0,0
02 Impianti combust. non industriali	103,4	1,2	16,1
03 Impianti combust. industriali e processi con combustione	9,3	175,6	0,1
04 Processi senza combustione	120.400,0	0,1	3,2
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,0	0,0	1,2
08 Altre sorgenti mobili e macchine	5,5	11,5	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	45,7	0,4	8,4
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,0	0,1
<b>Totale</b>	<b>120.564,1</b>	<b>189,2</b>	<b>29,3</b>
Valori percentuali (%)	HCB	PCB	PCDD/F



01 Combustione industria energia e trasform. fonti energ.	0,0	0,1	0,1
02 Impianti combust. non industriali	0,1	0,7	55,1
03 Impianti combust. industriali e processi con combustione	0,0	92,8	0,4
04 Processi senza combustione	99,9	0,1	11,1
05 Estrazione distribuzione combust. fossili/energ.geot	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,0	0,0	4,1
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,0	6,1	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,2	28,7
10 Agricoltura	0,0	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,0	0,5

## 5.2 Gas serra

Le emissioni totali dei gas serra per macrosettore e le relative percentuali sul totale sono riportate in Tabella 11 per il 2016 e Tabella 12 per il 2002.

Tabella 11 - Emissioni totali di gas serra per macrosettore – Anno 2016

Valori assoluti (Mg)	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
01 Combust. industria energia e trasform. fonti energ.	482,8	3.169.337,6	70,4
02 Impianti combust. non industriali	21.214,9	4.660.665,3	204,6
03 Impianti combust. Indust. e processi con combust.	328,9	1.775.149,1	29,5
04 Processi senza combustione	0,1	653.176,7	0,0
05 Estrazione distribuz. combust. fossili/energ.geot	5.010,3	94,8	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	310,4	7.746.262,1	143,6
08 Altre sorgenti mobili e macchine	36,8	561.721,4	115,8
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	34.859,7	15.365,0	25,7
10 Agricoltura	43.102,0	0,0	3.965,0
11 Altre sorgenti/natura	231,2	77.180,4	12,8
<b>Totale</b>	<b>105.577,0</b>	<b>18.658.952,4</b>	<b>4.567,6</b>
Valori percentuali (%)	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
01 Combust. industria energia e trasform. fonti energ.	0,5	17,0	1,5
02 Impianti combust. non industriali	20,1	25,0	4,5
03 Impianti combust. Indust. e processi con combust.	0,3	9,5	0,6
04 Processi senza combustione	0,0	3,5	0,0
05 Estrazione distribuz. combust. fossili/energ.geot	4,7	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,3	41,5	3,1
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,0	3,0	2,5
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	33,0	0,1	0,6
10 Agricoltura	40,8	0,0	86,8
11 Altre sorgenti/natura	0,2	0,4	0,3

Tabella 12 - Emissioni totali di gas serra per macrosettore – Anno 2002

Valori assoluti (Mg)	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
01 Combust. industria energia e trasform. fonti energ.	14,6	750.749,1	5,0
02 Impianti combust. non industriali	19.320,0	4.610.403,5	195,8
03 Impianti combust. Indust. e processi con combust.	2.082,3	4.573.605,1	69,9
04 Processi senza combustione	0,4	1.405.172,3	0,0
05 Estrazione distribuz. combust. fossili/energ.geot	9.407,0	87,7	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	1.668,7	9.393.378,4	230,8
08 Altre sorgenti mobili e macchine	38,3	616.497,2	156,9
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	366.008,7	23.001,6	60,1
10 Agricoltura	32.245,9	0,0	4.010,3
11 Altre sorgenti/natura	132,4	44.214,9	7,3
<b>Totale</b>	<b>430.918,3</b>	<b>21.417.109,8</b>	<b>4.736,1</b>
Valori percentuali (%)	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
01 Combust. industria energia e trasform. fonti energ.	0,0	3,5	0,1
02 Impianti combust. non industriali	4,5	21,5	4,1
03 Impianti combust. Indust. e processi con combust.	0,5	21,4	1,5
04 Processi senza combustione	0,0	6,6	0,0
05 Estrazione distribuz. combust. fossili/energ.geot	2,2	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,4	43,9	4,9
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,0	2,9	3,3
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	84,9	0,1	1,3
10 Agricoltura	7,5	0,0	84,7
11 Altre sorgenti/natura	0,0	0,2	0,2

### 5.3 Emissioni per tipologia di sorgente ed attività per l'anno 2016

Nel seguito del paragrafo è riportato per l'anno 2016 il dettaglio delle emissioni da sorgenti diffuse (Tabella 13), e delle strutture lineari (

Tabella 14), areali (Tabella 15) e puntuali (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

Tabella 13 - Emissioni totali di inquinanti principali da sorgenti diffuse per attività – Anno 2016

Valori assoluti (Mg)			CO	COVNM	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PST	SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	
02010400	Terziario	Caldaie < 20 MWth	Comb. vegetali	51,6	4,5	1,0	6,2	6,1	6,4	0,1	1,0
			G. P. L.	26,5	5,3	105,8	5,3	5,3	26,5	0,6	0,0
			Gas naturale	87,0	7,1	166,2	0,8	0,8	0,8	1,2	0,0
			Gasolio	0,4	0,0	7,8	0,2	0,2	0,2	5,2	0,0
02010720	Terziario	Caminetti e forni a legna	Comb. vegetali	1.209,6	181,4	15,1	254,0	248,0	266,1	3,3	22,4
02020300	Domestico	Caldaie < 20 MWth	Comb. vegetali	5.651,3	494,5	113,0	678,2	664,0	706,4	15,5	104,5
			G. P. L.	68,5	13,7	274,1	13,7	13,7	68,5	1,5	0,0
			Gas naturale	473,9	38,8	904,8	4,3	4,3	4,3	6,5	0,0
			Gasolio	3,9	0,2	72,0	1,6	1,6	1,6	48,5	0,0
02020620	Domestico	Caminetti	Comb. vegetali	3.6097,0	5414,6	451,2	7.580,4	7.399,9	7.941,3	99,3	667,8
02020621	Domestico	Caminetti Avanzati	Comb. vegetali	1.5481,8	1.354,7	309,6	1.470,8	1.432,1	1.548,2	42,6	143,2
02020630	Domestico	Stufe tradizionali	Comb. vegetali	18.048,5	2.707,3	225,6	3.429,2	3.339,0	3.609,7	49,6	315,8
02020631	Domestico	Stufe ad alta efficienza	Comb. vegetali	7741,6	677,4	154,8	735,4	716,1	774,2	21,3	71,6
02020632	Domestico	Stufe a pellets	Comb. vegetali	488,2	16,3	130,2	47,2	47,2	50,4	17,9	19,5
02030300	Agricoltura	Caldaie < 20 MWth	Comb. vegetali	110,6	9,7	2,2	13,3	13,0	13,8	0,3	2,0
03010400	Industria	Caldaie < 20 MWth	Gas naturale	600,1	40,0	1.369,5	13,7	13,7	13,7	4,3	16,3
03031200	Produzione di Calce		Non definito	135,6	2,1	95,7	0,0	0,0	0,0	22,1	0,0
03031300	Produzione di Agglomerati bituminosi		Non definito	56,6	5,1	17,0	0,0	0,0	0,0	12,4	0,0
03031500	Produzione di Contenitori di vetro		Non definito	9,6	9,6	192,5	0,0	0,0	0,0	125,1	0,0
03031900	Produzione di Laterizi		Non definito	35,9	0,0	34,9	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0
03031950	Produzione di piastrelle		Non definito	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
03032000	Produzione di Materiali di ceramica fine		Non definito	0,8	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
04031500	Produzione di Agglomerati bituminosi (processi)		Non definito	0,0	5,1	0,0	3,7	1,2	5,9	0,0	0,0
04060500	Produzione di Pane		Non definito	0,0	1.040,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04060610	Produzione di Vino Rosso		Non definito	0,0	55,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04060620	Produzione di Vino Bianco		Non definito	0,0	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04060800	Produzione di alcolici		Non definito	0,0	233,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04061110	Pavimentazione stradale con asfalto		Non definito	0,0	35,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04061320	Produzione di Contenitori di vetro (Processi)		Non definito	0,0	0,0	0,0	24,1	21,2	26,9	0,0	0,0
04061400	Produzione di Calce (Processi)		Non definito	0,0	0,0	0,0	14,0	2,1	28,0	0,0	0,0
04062300	Estrazione (Cave)		Non definito	0,0	0,0	0,0	249,0	24,9	507,9	0,0	0,0
04062400	Costruzioni e demolizioni (cantieri)		Non definito	0,0	0,0	0,0	218,4	21,8	728,0	0,0	0,0
04062810	Produzione di Laterizi (Processi)		Non definito	0,0	2,3	0,0	82,5	73,0	91,1	0,0	0,0
04062820	Produzione di Piastrelle (Processi)		Non definito	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
04062900	Produzione di Materiali di ceramica fine (Processi)		Non definito	0,0	0,4	0,0	0,6	0,6	0,6	0,0	0,0

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

04063100	Torrefazione caffè	Non definito	0,0	27,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04064200	Produzione di calcestruzzo	Non definito	0,0	0,0	0,0	80,5	13,3	169,6	0,0	0,0
05040130	Terminali marittimi comb. liquidi - carico olio combustibile	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040210	Movimentazione (escluso terminali marittimi) gasolio autobotti	Non definito	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050212	Movimentazione di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico autobotti con recupero vapori allo scarico	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050230	Depositi di benzina (eccetto stazioni di servizio) - tetto galleggiante	Non definito	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050300	Stazioni di servizio (incluso rifornimento di veicoli)	Non definito	0,0	17,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05060100	Condotte di gas	Non definito	0,0	36,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05060300	Reti di distribuzione di gas (Networks)	Non definito	0,0	452,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06010200	Applicazione di vernici per la riparazione di veicoli	Non definito	0,0	1.458,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06010300	Applicazione di vernici in edilizia	Non definito	0,0	1.557,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06010400	Applicazione di vernici per uso domestico (eccetto legno)	Non definito	0,0	6.076,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06010600	Applicazione di vernici per costruzione di navi	Non definito	0,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06010702	Applicazione di vernici nell'industria del legno (con sistemi di abbattimento)	Non definito	0,0	824,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06010802	Applicazione di vernici in altri settori industriali (con sistemi di abbattimento)	Non definito	0,0	2.011,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06010900	Applicazione di vernici in settori non industriali	Non definito	0,0	2.873,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06020100	Sgrassaggio metalli	Non definito	0,0	335,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06020201	Pulitura a secco - ciclo chiuso	Non definito	0,0	160,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06040300	Industria della stampa	Non definito	0,0	553,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06040500	Applicazione di colle e adesivi	Non definito	0,0	1.077,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06040800	Uso di solventi domestici (eccetto verniciatura ed aerosol incluso in 0605)	Non definito	0,0	7.001,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06040900	Deparaffinazione di veicoli	Non definito	0,0	68,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06041200	Industria pelli e cuoio (eccetto concia delle pelli)	Non definito	0,0	962,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07010200	Automobili Strade Extraurbane	Benzina	2.786,4	375,0	862,6	8,8	8,8	8,8	2,1	80,2
		Diesel	382,3	88,7	3.335,0	167,8	167,8	167,8	6,0	5,3
		G. P. L.	1.144,0	131,8	459,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
		Gas naturale	153,0	30,8	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2
07010300	Automobili Strade Urbane	Benzina	6.014,3	742,0	500,6	8,6	8,6	8,6	4,4	51,3

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

		Diesel	1.060,0	179,2	3.702,0	192,4	192,4	192,4	9,9	5,5
		G. P. L.	1336,4	255,9	277,4	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5
		Gas naturale	60,4	18,6	29,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
07020200	Veicoli leggeri < 3.5 t Strade Extraurbane	Benzina	523,8	59,2	224,0	1,5	1,5	1,5	0,2	6,4
		Diesel	1.201,9	206,5	2.445,1	282,2	282,2	282,2	3,6	1,9
07020300	Veicoli leggeri < 3.5 t Strade Urbane	Benzina	1.865,6	163,4	117,8	1,5	1,5	1,5	0,6	4,3
		Diesel	1.307,2	215,8	3.116,3	223,8	223,8	223,8	3,8	2,0
07030200	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus Strade Extraurbane	Benzina	102,1	10,2	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diesel	1.740,9	394,3	7.400,6	197,2	197,2	197,2	5,7	3,3
07030300	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus Strade Urbane	Benzina	8,1	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diesel	352,6	92,6	1.278,9	38,3	38,3	38,3	0,9	0,4
07040000	Motocicli cc < 50 cm3	Benzina	65.211,7	9.365,4	2643,5	290,7	290,7	290,7	5,5	13,7
07050200	Motocicli cc > 50 cm3 Strade Extraurbane	Benzina	1.079,2	85,5	35,9	1,5	1,5	1,5	0,1	0,2
07050300	Motocicli cc > 50 cm3 Strade Urbane	Benzina	3.192,2	408,9	61,3	3,5	3,5	3,5	0,2	0,6
07060102	Emissioni Evaporative Automobili Strade Extraurbane	Benzina	0,0	107,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07060103	Emissioni Evaporative Automobili Strade Urbane	Benzina	0,0	1.703,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07060202	Emissioni Evaporative Veic.leggeri <3.5t Strade Extraurbane	Benzina	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07060203	Emissioni Evaporative Veic.leggeri <3.5t Strade Urbane	Benzina	0,0	31,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07060400	Emissioni Evaporative Motocicli cc<50cm3	Benzina	0,0	1.373,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07060502	Emissioni Evaporative Motocicli cc>50cm3 Strade Extraurbane	Benzina	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07060503	Emissioni Evaporative Motocicli cc>50cm3 Strade Urbane	Benzina	0,0	235,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07070102	Freni Automobili Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	79,1	31,6	80,7	0,0	0,0
07070103	Freni Automobili Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	95,4	38,2	97,3	0,0	0,0
07070202	Freni Veic.leggeri <3.5t Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	35,6	14,2	36,3	0,0	0,0
07070203	Freni Veic.leggeri <3.5t Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	39,9	16,0	40,7	0,0	0,0
07070302	Freni Veic. pesanti >3.5t e Autobus Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	61,1	24,4	62,3	0,0	0,0
07070303	Freni Veic. pesanti >3.5t e Autobus Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	7,5	3,0	7,6	0,0	0,0
07070400	Freni Motocicli cc<50cm3	Non definito	0,0	0,0	0,0	82,8	33,1	84,4	0,0	0,0
07070502	Freni Motocicli cc>50cm3 Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,4	0,0	0,0
07070503	Freni Motocicli cc>50cm3 Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	1,8	0,7	1,8	0,0	0,0
07080102	Gomme Automobili Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	84,5	59,2	141,2	0,0	0,0
07080103	Gomme Automobili Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	69,4	48,6	115,9	0,0	0,0
07080202	Gomme Veic.leggeri <3.5t Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	36,3	25,4	60,6	0,0	0,0
07080203	Gomme Veic.leggeri <3.5t Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	29,4	20,6	49,1	0,0	0,0

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

07080302	Gomme Veic. pesanti >3.5t e Autobus Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	55,4	38,8	92,5	0,0	0,0
07080303	Gomme Veic. pesanti >3.5t e Autobus Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	4,8	3,4	8,1	0,0	0,0
07080400	Gomme Motocicli cc<50cm3	Non definito	0,0	0,0	0,0	52,4	36,7	87,6	0,0	0,0
07080502	Gomme Motocicli cc>50cm3 Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,7	0,0	0,0
07080503	Gomme Motocicli cc>50cm3 Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	1,1	0,8	1,9	0,0	0,0
07090102	Abrasione strada Automobili Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	88,4	47,7	176,8	0,0	0,0
07090103	Abrasione strada Automobili Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	58,3	31,5	116,6	0,0	0,0
07090202	Abrasione strada Veic.leggeri <3.5t Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	23,4	12,6	46,8	0,0	0,0
07090203	Abrasione strada Veic.leggeri <3.5t Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	15,6	8,4	31,3	0,0	0,0
07090302	Abrasione strada Veic. pesanti >3.5t e Autobus Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	57,9	31,3	115,9	0,0	0,0
07090303	Abrasione strada Veic. pesanti >3.5t e Autobus Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	4,7	2,5	9,3	0,0	0,0
07090400	Abrasione strada Motocicli cc<50cm3	Non definito	0,0	0,0	0,0	41,0	22,1	82,0	0,0	0,0
07090502	Abrasione strada Motocicli cc>50cm3 Strade Extraurbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	0,0	0,0
07090503	Abrasione strada Motocicli cc>50cm3 Strade Urbane	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5	1,8	0,0	0,0
08020000	Ferrovie	Diesel	26,8	11,6	131,2	3,6	3,4	3,8	0,3	0,0
08030300	Navigazione interna Imbarcazioni private	Diesel	0,3	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
08040300	Pesca	Diesel	71,0	26,9	753,6	14,4	13,4	14,4	6,7	0,0
08060000	Fuoristrada in agricoltura	Diesel	909,5	279,8	2.913,4	144,5	144,5	144,5	8,3	0,7
08080000	Fuoristrada in industria	Diesel	25,4	8,0	77,8	5,0	5,0	5,0	0,2	0,0
09070000	Combustione all'aperto di residui agricoli (eccetto combustione stoppie sul campo)	Non definito	3469,3	55,2	275,3	269,8	254,4	274,8	10,5	104,8
09090100	Cremazione corpi umani	Non definito	0,1	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
09100530	Produzione di compost-processo wet	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
09100620	Produzione di biogas escluso recupero da discariche - (wet weight)	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1
10010100	Coltivazioni permanenti - fertilizzate	Non definito	0,0	117,5	0,0	169,0	9,5	169,0	0,0	825,9
10010200	Terreni arabili - fertilizzati	Non definito	0,0	370,7	0,0	1.360,9	93,9	1.360,9	0,0	2.606,6
10010600	Maggesi - fertilizzati	Non definito	0,0	51,2	0,0	73,6	4,1	73,6	0,0	359,8
10020500	Praterie - non fertilizzate	Non definito	0,0	125,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10040100	Bovini selezionati da latte - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10040200	Altri bovini - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10040300	Ovini - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10040400	Maiali - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Regione Campania  
 Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
 Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

10040500	Cavalli - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10040600	Asini e muli - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10040700	Capre - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10041200	Scrofe - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10041400	Bufali - fermentazione intestinale	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10050100	Gestione letame - Bovini selezionati da latte	Non definito	0,0	1.081,2	0,0	54,4	35,5	114,8	0,0	3.698,3
10050200	Gestione letame - Altri bovini	Non definito	0,0	783,8	0,0	39,5	26,1	74,0	0,0	2.561,4
10050300	Gestione letame - Maiali	Non definito	0,0	53,7	0,0	18,7	0,8	73,1	0,0	495,9
10050400	Gestione letame - Scrofe	Non definito	0,0	3,0	0,0	0,4	0,0	2,7	0,0	18,4
10050500	Gestione letame Ovini	Non definito	0,0	41,6	0,0	9,8	3,0	25,8	0,0	126,3
10050600	Gestione letame Cavalli	Non definito	0,0	73,6	0,0	3,0	1,9	5,9	0,0	73,1
10050700	Gestione letame - Galline (da uova)	Non definito	0,0	233,5	0,0	46,7	2,8	168,4	0,0	277,3
10050800	Gestione letame - Pollastri	Non definito	0,0	116,6	0,0	25,9	2,2	74,5	0,0	165,2
10050900	Gestione letame - Altri pollami (anatre, oche, etc.)	Non definito	0,0	131,4	0,0	14,2	2,7	37,6	0,0	94,3
10051100	Gestione letame - Capre	Non definito	0,0	26,4	0,0	2,3	0,7	6,3	0,0	30,5
10051200	Gestione letame - Asini e muli	Non definito	0,0	9,8	0,0	0,6	0,4	1,5	0,0	26,2
10051400	Gestione letame - Bufali	Non definito	0,0	1.890,7	0,0	135,9	88,8	406,2	0,0	11.448,0
10060110	Applicazione di pesticidi in Agricoltura	Non definito	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11010501	Rovere spontanea - pianura	Non definito	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11010502	Rovere spontanea - collina	Non definito	0,0	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11010503	Rovere spontanea - montagna	Non definito	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11010601	Altre querce decidue spontanea - pianura	Non definito	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11010602	Altre querce decidue spontanea - collina	Non definito	0,0	718,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11010603	Altre querce decidue spontanea - montagna	Non definito	0,0	887,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11010802	Sughera spontanea - collina	Non definito	0,0	59,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11010803	Sughera spontanea - montagna	Non definito	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11011001	Faggio spontanea - pianura	Non definito	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11011002	Faggio spontanea - collina	Non definito	0,0	62,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11011003	Faggio spontanea - montagna	Non definito	0,0	330,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11011501	Altre latifoglie decidue spontanea - pianura	Non definito	0,0	97,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11011502	Altre latifoglie decidue spontanea - collina	Non definito	0,0	231,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11011503	Altre latifoglie decidue spontanea - montagna	Non definito	0,0	245,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11020401	Abete rosso norvegese spontanea - pianura	Non definito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11020402	Abete rosso norvegese spontanea - collina	Non definito	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11020403	Abete rosso norvegese spontanea - montagna	Non definito	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11020702	Pino silvestre spontanea - collina	Non definito	0,0	353,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11020703	Pino silvestre spontanea - montagna	Non definito	0,0	229,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Regione Campania  
Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

11020801	Pino marittimo spontanea - pianura	Non definito	0,0	99,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021101	Abete spontanea - pianura	Non definito	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021102	Abete spontanea - collina	Non definito	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021103	Abete spontanea - montagna	Non definito	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021201	Larice spontanea - pianura	Non definito	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021202	Larice spontanea - collina	Non definito	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021203	Larice spontanea - montagna	Non definito	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021501	Altre conifere spontanea - pianura	Non definito	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021502	Altre conifere spontanea - collina	Non definito	0,0	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11021503	Altre conifere spontanea - montagna	Non definito	0,0	17,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11030100	Incendi provocati dall' uomo	Non definito	5.263,4	280,4	147,6	639,5	639,5	865,8	49,2	68,9
11040401	Macchia mediterranea pianura	Non definito	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11040402	Macchia mediterranea collina	Non definito	0,0	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11040403	Macchia mediterranea montagna	Non definito	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11110501	Rovere a governo - pianura	Non definito	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11110502	Rovere a governo - collina	Non definito	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11110503	Rovere a governo - montagna	Non definito	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11110601	Altre querce decidue a governo - pianura	Non definito	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11110602	Altre querce decidue a governo - collina	Non definito	0,0	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11110603	Altre querce decidue a governo - montagna	Non definito	0,0	26,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11110802	Sughera a governo - collina	Non definito	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11110803	Sughera a governo - montagna	Non definito	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11111001	Faggio a governo - pianura	Non definito	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11111002	Faggio a governo - collina	Non definito	0,0	83,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11111003	Faggio a governo - montagna	Non definito	0,0	54,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11111501	Altre latifoglie decidue a governo - pianura	Non definito	0,0	84,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11111502	Altre latifoglie decidue a governo - collina	Non definito	0,0	1.083,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11111503	Altre latifoglie decidue a governo - montagna	Non definito	0,0	706,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totale complessivo</b>			<b>185.667,6</b>	<b>65.699,0</b>	<b>24.571,8</b>	<b>20.404,8</b>	<b>17.365,7</b>	<b>23.461,0</b>	<b>604,1</b>	<b>3.5467,9</b>

Tabella 14 - Emissioni totali di inquinanti principali da sorgenti areali per attività – Anno 2016

Valori assoluti (Mg)		CO	COVNM	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PST	SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
05040210	Movimentazione (escluso terminali marittimi) gasolio autobotti	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Regione Campania  
 Direzione Generale Difesa del suolo e l'ecosistema  
 Aggiornamento dell'inventario delle Emissioni per l'Anno 2016

05050212	Movimentazione di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico autobotti con recupero vapori allo scarico	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050230	Depositi di benzina (eccetto stazioni di servizio) - tetto galleggiante	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
08040100	Porti	270,8	69,9	2.013,3	78,3	78,3	78,3	507,0	0,0
08050100	Traffico aereo nazionale (cicli LTO < 1000 m)	91,3	53,4	98,1	0,4	0,4	0,4	8,5	0,0
08050200	Traffico aereo internazionale (cicli LTO < 1000 m)	116,0	71,9	130,9	0,5	0,5	0,5	11,2	0,0
09040110	Discarica controllata	2,6	320,6	0,0	3,3	0,5	6,9	0,0	251,6
<b>Totale complessivo</b>		<b>480,7</b>	<b>526,1</b>	<b>2.242,3</b>	<b>82,6</b>	<b>79,8</b>	<b>86,2</b>	<b>526,6</b>	<b>251,6</b>

Tabella 15 - Emissioni totali di inquinanti principali da sorgenti lineari per attività – Anno 2016

Valori assoluti (Mg)	CO	COVNM	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PST	SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
07 Trasporti stradali	2.697,7	276,9	2.901,2	252,7	167,0	347,6	4,7	68,3
08 Altre sorgenti mobili e macchine (Linee di navigazione)	179,2	22,6	1.283,1	74,3	74,3	74,3	968,4	0,0
<b>Totale complessivo</b>	<b>2.876,9</b>	<b>299,5</b>	<b>4.184,3</b>	<b>327,0</b>	<b>241,2</b>	<b>421,9</b>	<b>973,1</b>	<b>68,3</b>

## 6 SINTESI REGIONALE ED ANDAMENTO TEMPORALE DELLE EMISSIONI

### 6.1 Inquinanti principali

#### 6.1.1 Ossidi di azoto

Con riferimento agli ossidi di azoto, le emissioni relative al 2016 (circa 45.500 Mg) sono dovute principalmente ai *Trasporti* che complessivamente contribuiscono per circa il 81% alle emissioni totali, di queste circa il 65% sono dovute ai *Trasporti stradali* (circa 29.400 Mg) e più del 16% alle *Altre Sorgenti mobili* (circa 7.400 Mg). Gli *Impianti di combustione industriale e processi con combustione* contribuiscono per circa il 9% (con circa 4.000 Mg), mentre gli *Impianti di combustione non industriali* contribuiscono per il 6,4% (con poco più di 2.900 Mg).

Per quanto riguarda le sorgenti puntuali, con emissioni di ossidi di azoto superiori a 150 Mg, vanno segnalati al 2016 i contributi notevoli rilevati nei seguenti Comuni:

- Comune di Acerra (Na)
- Comune di Maddaloni (Ce)
- Comune di San Marco Evangelista (Ce)
- Comune di Teverola (Ce)

In Figura 4 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di ossidi di azoto per l'anno 2016. È evidente la maggiore concentrazione delle emissioni nelle principali aree urbane dove più forte è il contributo del traffico stradale, nelle città con presenza di porti importanti (Napoli e Salerno) e nei comuni con le grandi sorgenti puntuali.

L'evoluzione dal 2002 (Figura 5) è caratterizzata da una forte riduzione delle emissioni dovuta ai Trasporti stradali ed al settore industriale a causa degli effetti della crisi economica e, per i trasporti stradali, al rinnovo del parco circolante. Da rilevare come, facendo riferimento all'ultimo decennio, la riduzione dei consumi nel settore dei trasporti stradali è pari a circa il 5% annuo dal 2007 al 2013 e rallenta al 3% annuo nell'ultimo biennio. I consumi di gasolio nel frattempo dopo la discesa dal 2007 al 2013 hanno una lieve ripresa nel 2016 mentre prosegue la riduzione dei consumi di benzina.

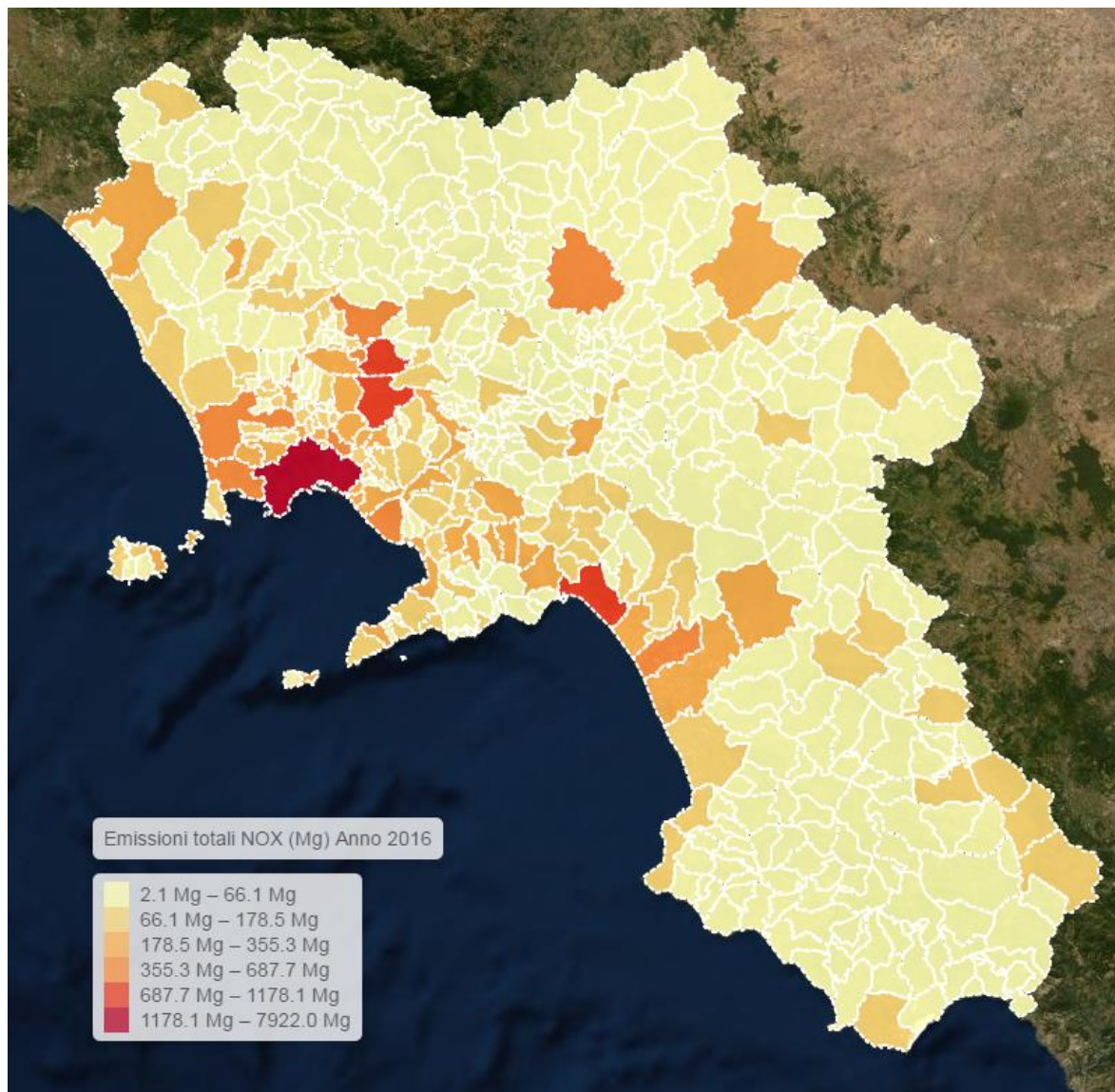


Figura 4 – Mappa delle emissioni totali di NOx (Mg) nel 2016

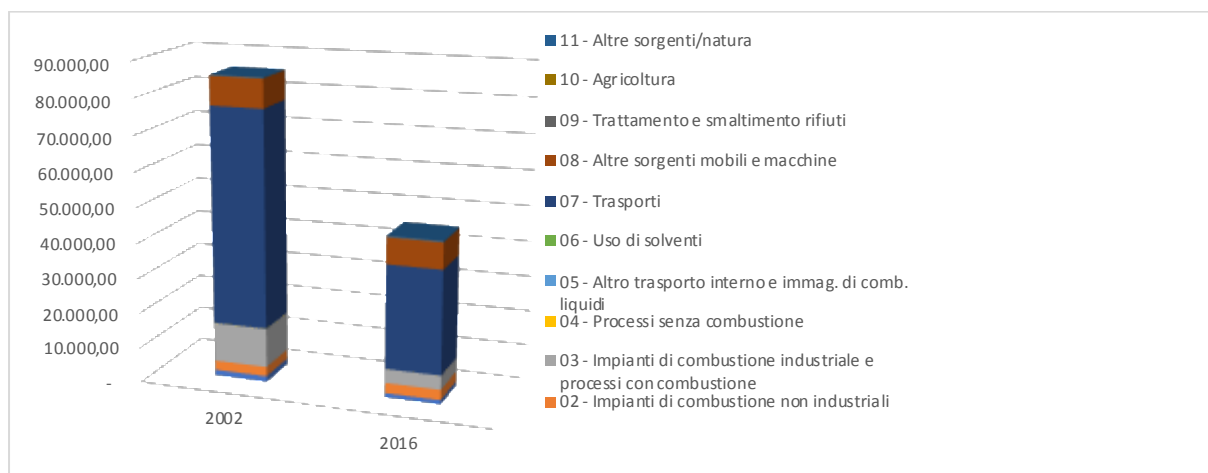


Figura 5 – Emissioni totali di NOx (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

### **6.1.2 Particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron**

Le emissioni di PM<sub>10</sub> sono principalmente dovute agli *Impianti di combustione non industriali* che contribuiscono per oltre il 67% con oltre 14.200 Mg al 2016. I *Trasporti stradali* sono causa di circa il 13% delle emissioni di PM<sub>10</sub> con circa 2.700 Mg. Il settore dell'*Agricoltura* è responsabile di oltre il 9% delle emissioni, con circa 2.000 Mg ed i *Processi industriali senza combustione* per circa il 4% con circa 760 Mg. Un contributo non trascurabile deriva dagli incendi boschivi 3% e 640 Mg.

Si segnalano i seguenti Comuni con emissioni superiori ai 20 Mg:

- Comune di Maddaloni (Ce)
- Comune di Pomigliano d'Arco (Na)
- Comune di Solofra (Av)

In Figura 6 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron per l'anno 2016. La distribuzione evidenzia le zone con maggiore utilizzo della legna e con minore penetrazione del gas naturale.

La Figura 7 evidenzia la forte riduzione delle emissioni dal 2002 prodotta, accanto ad una riduzione delle emissioni dei Trasporti stradali e dei Processi senza combustione, dall'andamento delle emissioni negli Impianti di combustione non industriali. Per questo macrosettore, la variazione nei consumi di legna, il maggiore responsabile delle emissioni, nel 2016 rispetto al 2002 è stata valutata ricostruendo il valore del 2002 a partire da quello del 2016 applicando la stessa variazione dei prodotti petroliferi tra il 2002 ed il 2016. In questo senso è stata fatta l'ipotesi, in assenza di altri dati, che la penetrazione del gas naturale (+50% tra il 2002 ed il 2016) sia stata realizzata a scapito di tutti gli altri combustibili.

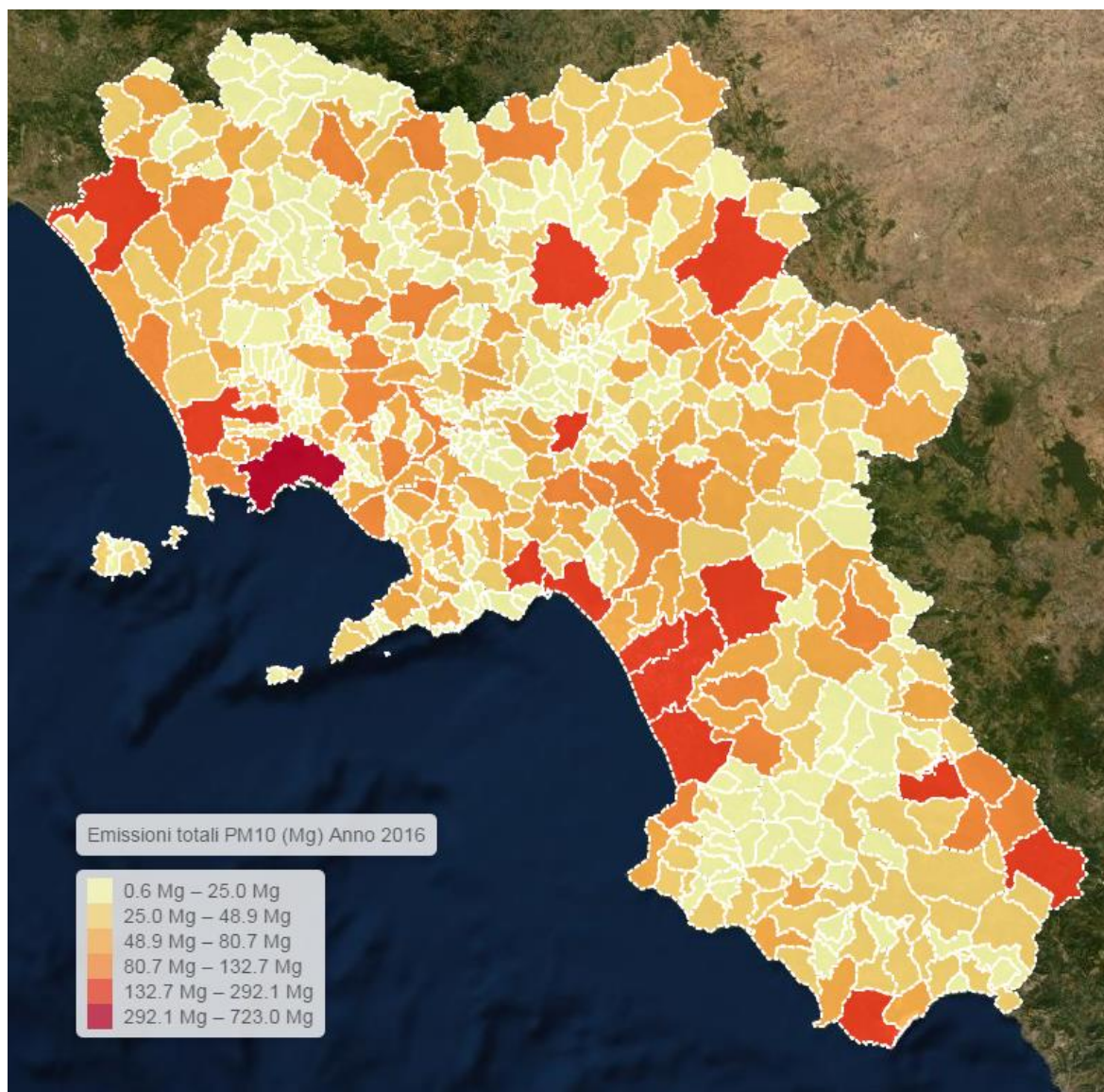


Figura 6 – Mappa delle emissioni totali di PM10 (Mg) nel 2016

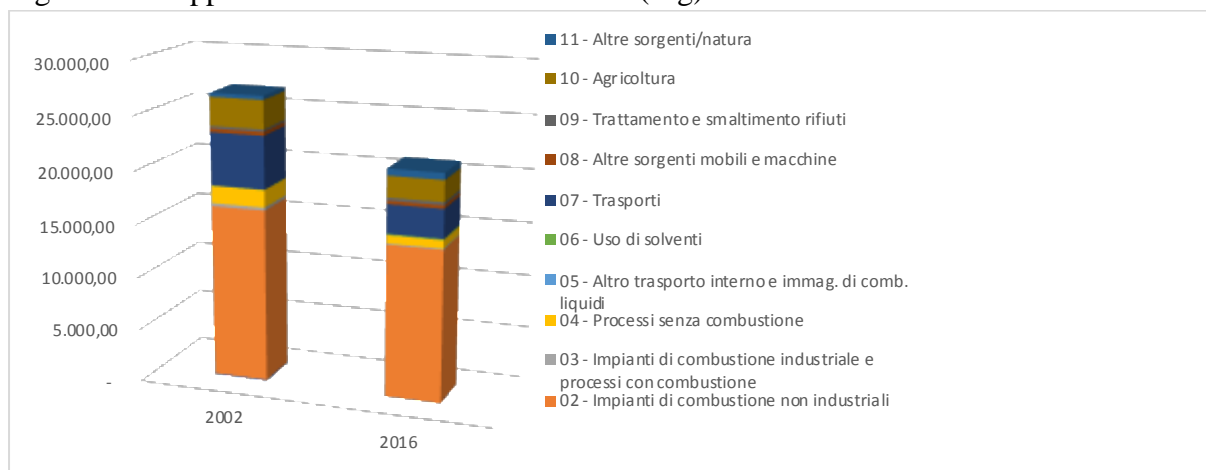


Figura 7 – Emissioni totali di PM10 (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

### **6.1.3 Particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron**

Le emissioni di PM<sub>2,5</sub> sono principalmente dovute agli *Impianti di combustione non industriali* che contribuiscono per oltre il 77% con circa 13.900 Mg al 2016. I *Trasporti Stradali* contribuiscono per il 12%, con circa 2.150 Mg. Un contributo non trascurabile deriva dagli incendi boschivi 3,5% e 640 Mg.

Si segnalano i seguenti Comuni con emissioni superiori a 10 Mg:

- Comune di Acerra (Na)
- Comune di Battipaglia (Sa)
- Comune di Maddaloni (Ce)
- Comune di Montefredane (Av)
- Comune di Pomigliano d'Arco (Na)
- Comune di Solofra (Av)

In Figura 8 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron per l'anno 2016. Anche in questo caso, la distribuzione evidenzia le zone con maggiore utilizzo della legna e con minore penetrazione del gas naturale.

La Figura 9 evidenzia la forte riduzione delle emissioni dal 2002 prodotta, accanto ad una riduzione delle emissioni dei Trasporti stradali e dei Processi senza combustione, dall'andamento delle emissioni negli Impianti di combustione non industriali. Per questo macrosettore, la variazione nei consumi di legna, il maggiore responsabile delle emissioni, nel 2016 rispetto al 2002 è stata valutata ricostruendo il valore del 2002 a partire da quello del 2016 applicando la stessa variazione dei prodotti petroliferi tra il 2002 ed il 2016. In questo senso è stata fatta l'ipotesi, in assenza di altri dati, che la penetrazione del gas naturale (+50% tra il 2002 ed il 2016) sia stata realizzata a scapito di tutti gli altri combustibili.

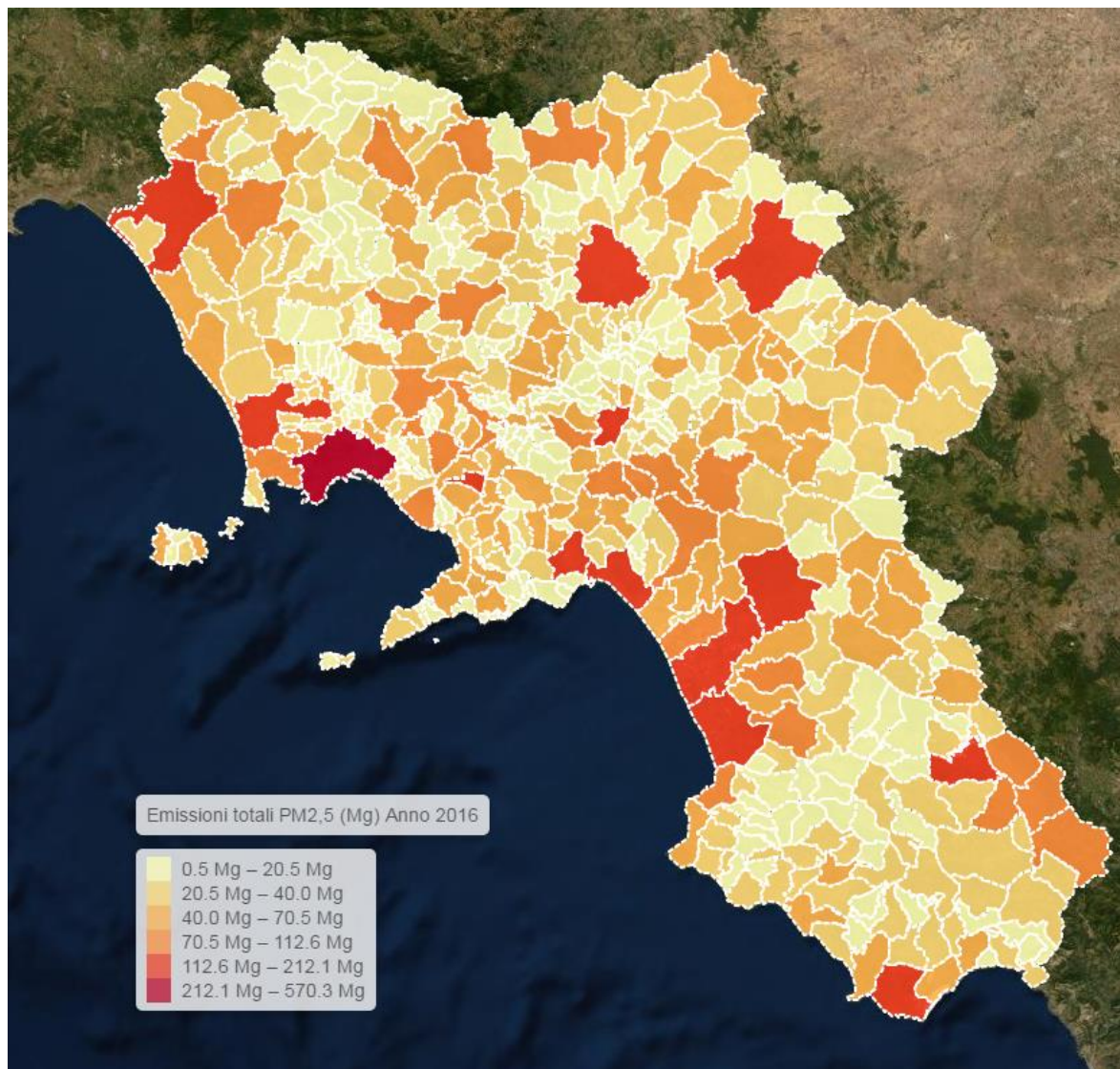


Figura 8 – Mappa delle emissioni totali di PM<sub>2,5</sub> (Mg) nel 2016

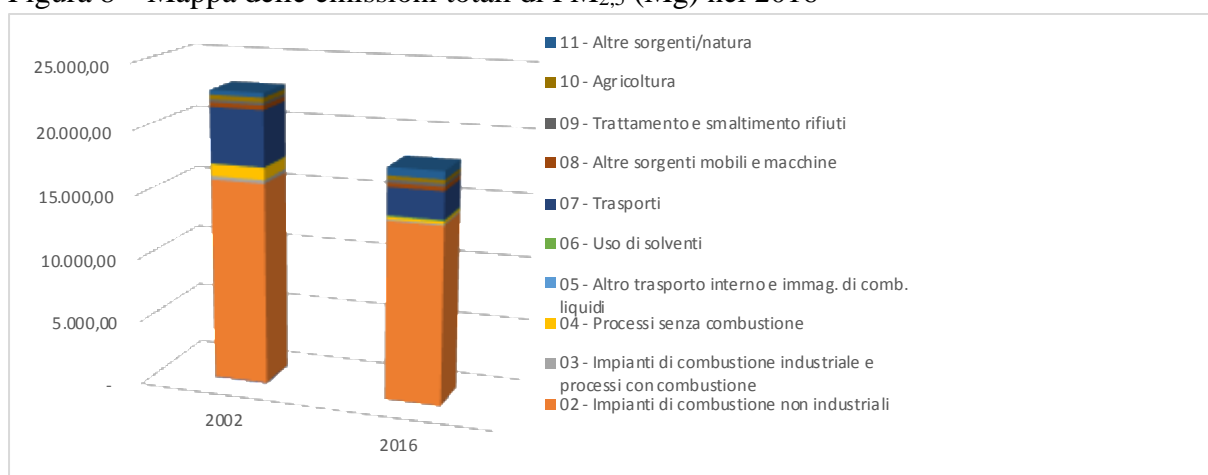


Figura 9 – Emissioni totali di PM<sub>2,5</sub> (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

#### **6.1.4 Particelle sospese totali**

Le emissioni di PST sono principalmente dovute agli *Impianti di combustione non industriali* che contribuiscono per circa il 62% con oltre 15.000 Mg al 2016. Seguono i *Trasporti Stradali* per quasi il 14% con circa 3.300 Mg e l'*Agricoltura* con circa l'11% e circa 2.600 Mg. Infine i *Processi senza combustione* contribuiscono con circa il 7% pari a circa 1.700 Mg ed un contributo non trascurabile deriva dagli incendi boschivi quasi 4% e 900 Mg.

Si segnalano i seguenti Comuni con emissioni superiori ai 15 Mg:

- Comune di Battipaglia (Sa)
- Comune di Buccino (Sa)
- Comune di Maddaloni (Ce)
- Comune di Montefredane (Av)
- Comune di Pomigliano d'Arco (Na)
- Comune di Solofra (Av)

In Figura 10 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron per l'anno 2016. Anche in questo caso, la distribuzione evidenzia le zone con maggiore utilizzo della legna e con minore penetrazione del gas naturale.

La Figura 11 evidenzia la forte riduzione delle emissioni dal 2002 prodotta, accanto ad una riduzione delle emissioni dei Trasporti stradali e dei Processi senza combustione, dall'andamento delle emissioni negli Impianti di combustione non industriali. Per questo macrosettore, la variazione nei consumi di legna, il maggiore responsabile delle emissioni, nel 2016 rispetto al 2002 è stata valutata ricostruendo il valore del 2002 a partire da quello del 2016 applicando la stessa variazione dei prodotti petroliferi tra il 2002 ed il 2016. In questo senso è stata fatta l'ipotesi, in assenza di altri dati, che la penetrazione del gas naturale (+50% tra il 2002 ed il 2016) sia stata realizzata a scapito di tutti gli altri combustibili.



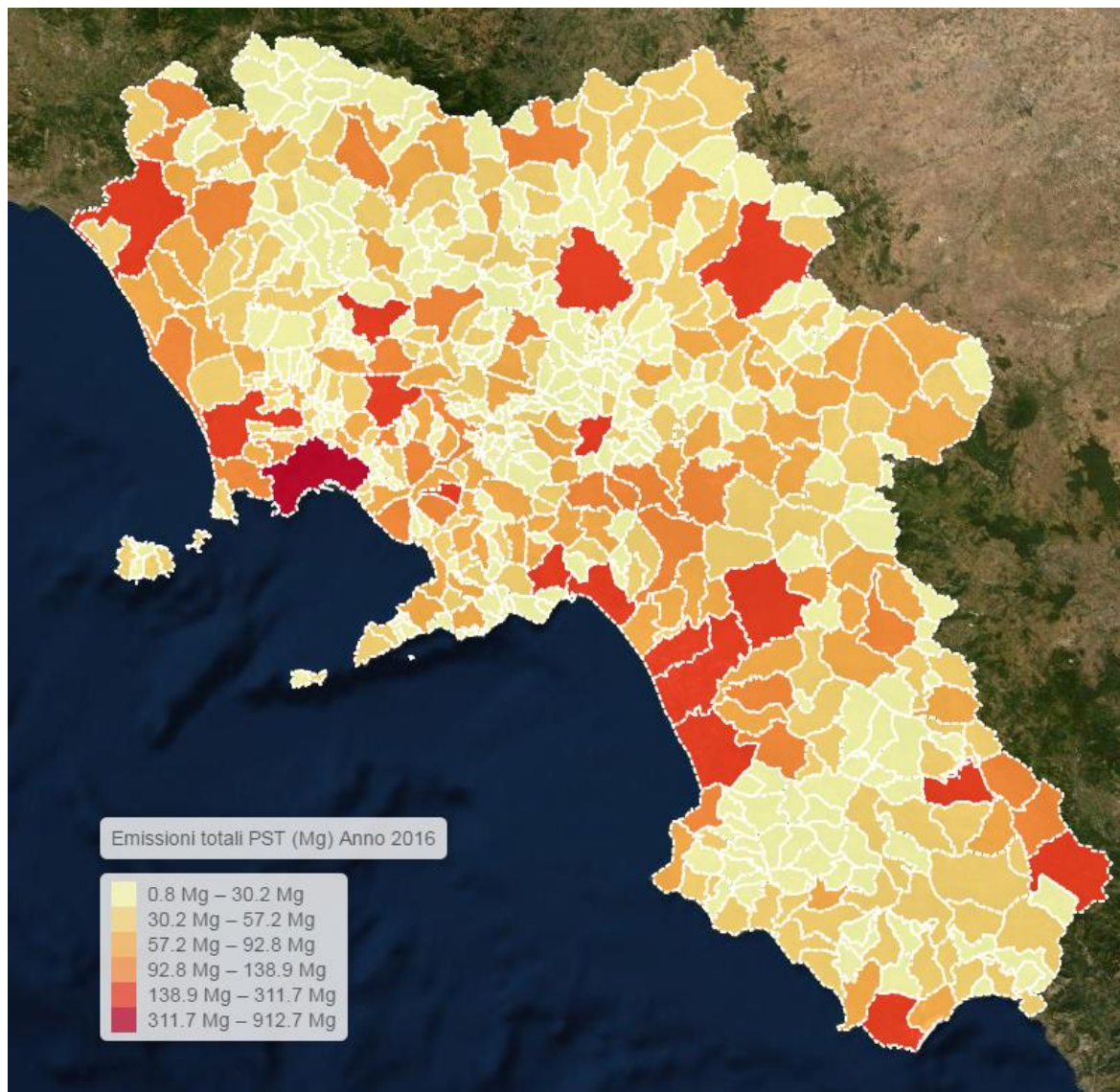


Figura 10 – Mappa delle emissioni totali di PST (Mg) nel 2016

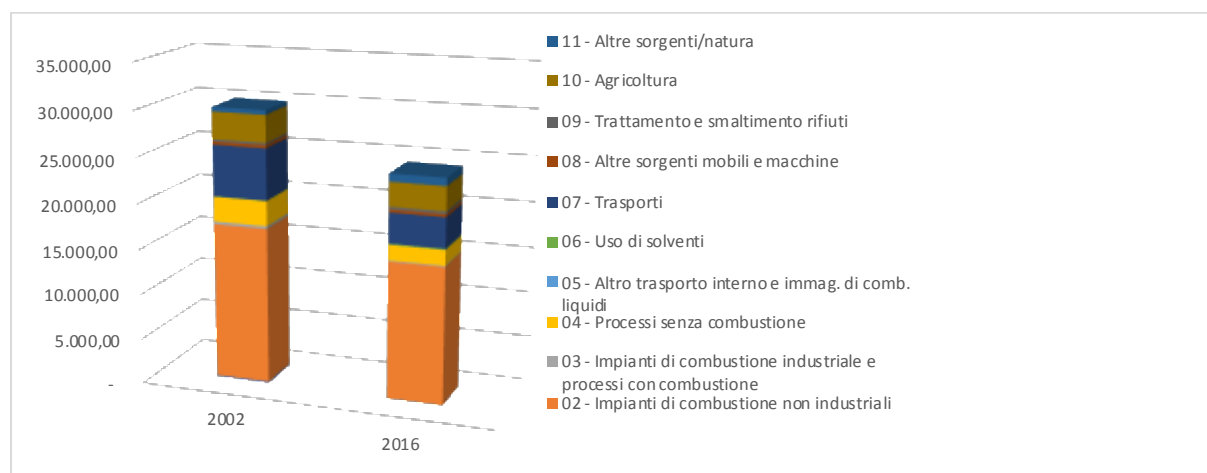


Figura 11 – Emissioni totali di PST (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

### **6.1.5 Composti organici volatili**

Nel 2016 le emissioni sono dovute per quasi il 39% (circa 27.000 Mg) al settore *Uso di solventi*. Contribuisce per il 24%, quello dei *Trasporti stradali* (circa 16.600 Mg) e per il 16% quello degli *Impianti di combustione non industriali* con oltre 10.900 Mg. Il settore *Altre sorgenti/natura*, con circa 6.000 Mg di emissioni provenienti dalla vegetazione, contribuisce per circa il 9%.

Si segnalano i seguenti Comuni con emissioni superiori a 80 Mg:

- Comune di Castellammare di Stabia (Na)
- Comune di Cava de'Tirreni (Sa)
- Comune di Montesano sulla Marcellana (Sa)
- Comune di Pomigliano d'Arco (Na)
- Comune di Sessa Aurunca (Ce)
- Comune di Solofra (Av)

In Figura 12 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di composti organici volatili non metanici per l'anno 2016. La distribuzione evidenzia le zone più antropizzate, con maggiore traffico stradale ed un uso maggiore dei solventi, insieme alle zone con maggiore utilizzo della legna e con minore penetrazione del gas naturale.

La Figura 13 evidenzia la forte riduzione delle emissioni dal 2002 prodotta, in primo luogo dalla riduzione delle emissioni da traffico stradale, dovuta sia alle nuove normative che alla riduzione dell'uso dei veicoli a benzina. Un contributo alla riduzione è altresì dato dal settore dei solventi, anche questo soggetto a nuove normative, e, anche se in misura minore, al settore della combustione della legna per i motivi già ricordati in precedenza.

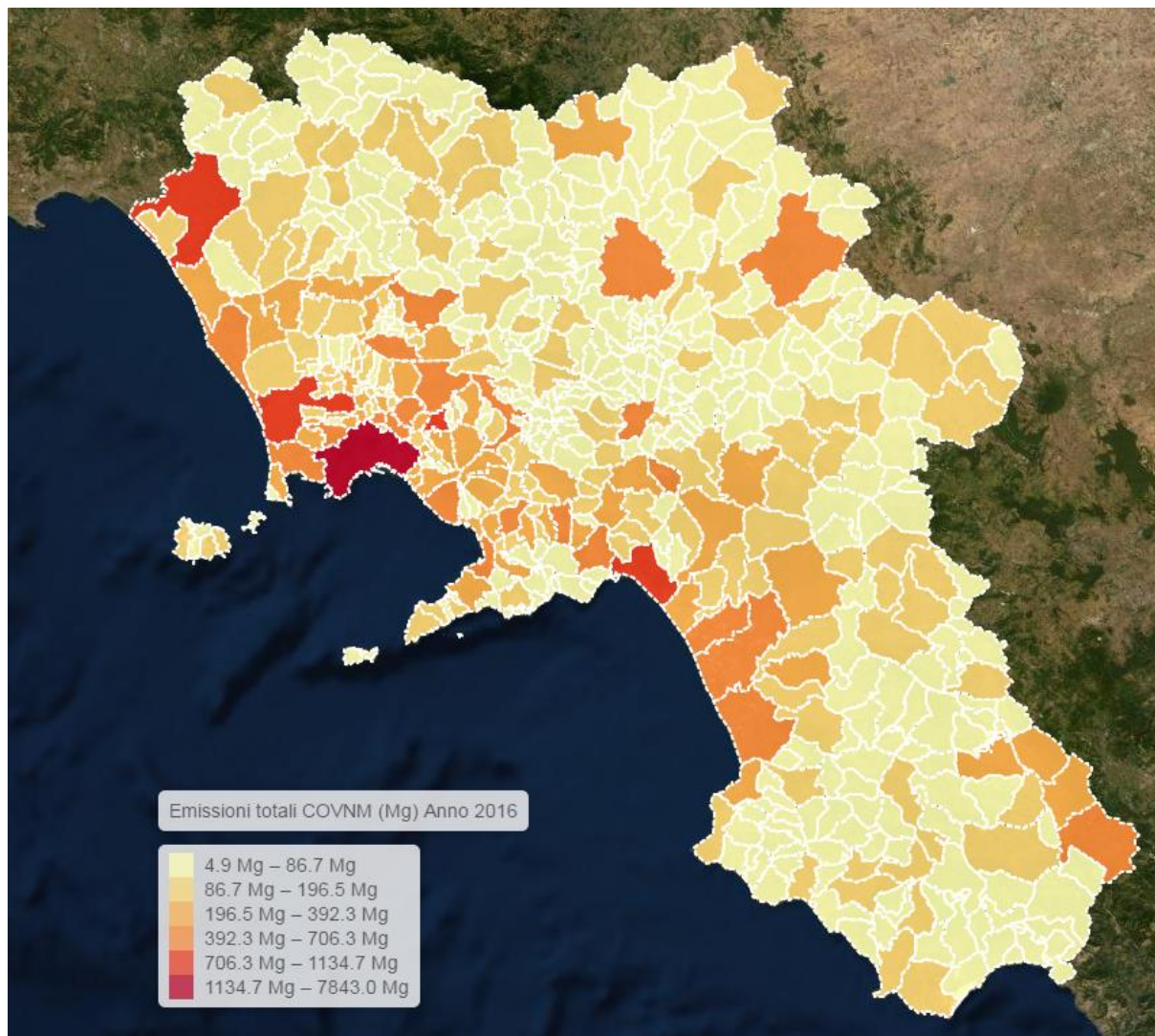


Figura 12 – Mappa delle emissioni totali di COVNM (Mg) nel 2016

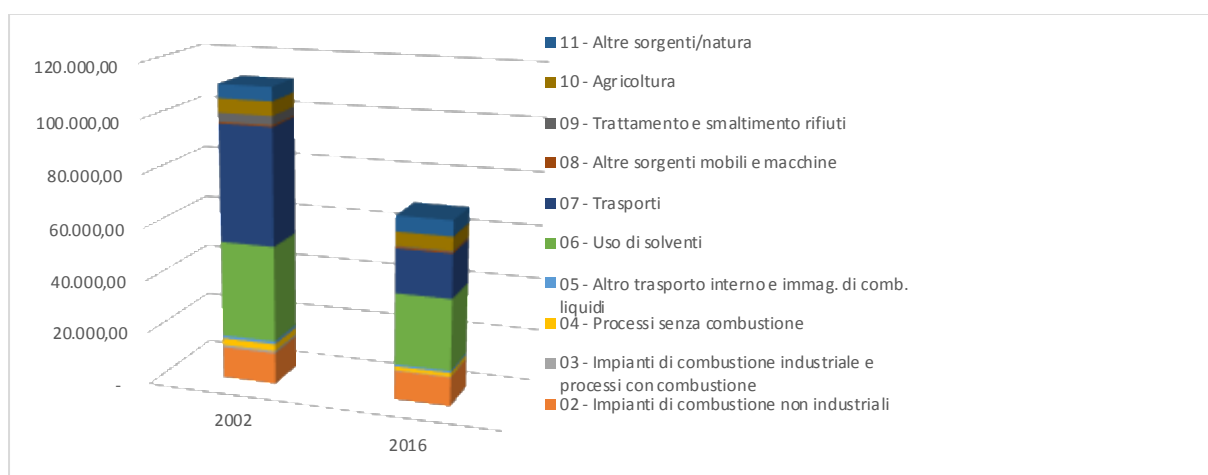


Figura 13 – Emissioni totali di COVNM (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

### **6.1.6 Ossidi di zolfo**

Nell'anno 2016, per quanto riguarda gli ossidi di zolfo, le emissioni sono dovute principalmente al settore *Altre sorgenti mobili e macchine* con circa il 52% delle emissioni pari a circa 1.500 Mg. Seguono gli *Impianti di combustione industriale e processi con combustione* (circa 25%, pari a circa 730 Mg). Gli *Impianti di combustione non industriali* contribuiscono con circa l'11% e circa 310 Mg. La *Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche*, in ultimo contribuisce con più dell'8%, pari a circa 250 Mg).

Tra le sorgenti puntuali, con emissioni di ossidi di zolfo superiori a 30 Mg, sono da segnalare al 2016:

- Comune di Marcianise (Ce)
- Comune di Montesarchio (Bn)
- Comune di Napoli Acerra (Na)
- Comune di Ottaviano (Na)

In Figura 14 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di ossidi di zolfo per l'anno 2016. La mappa evidenzia il contributo dei porti e delle sorgenti puntuali.

La Figura 15 evidenzia il crollo delle emissioni dal 2002 dovuto alla politica europea e nazionale sul contenuto di zolfo dei combustibili. In Figura 14 è, infine, riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di ossidi di zolfo per l'anno 2016.

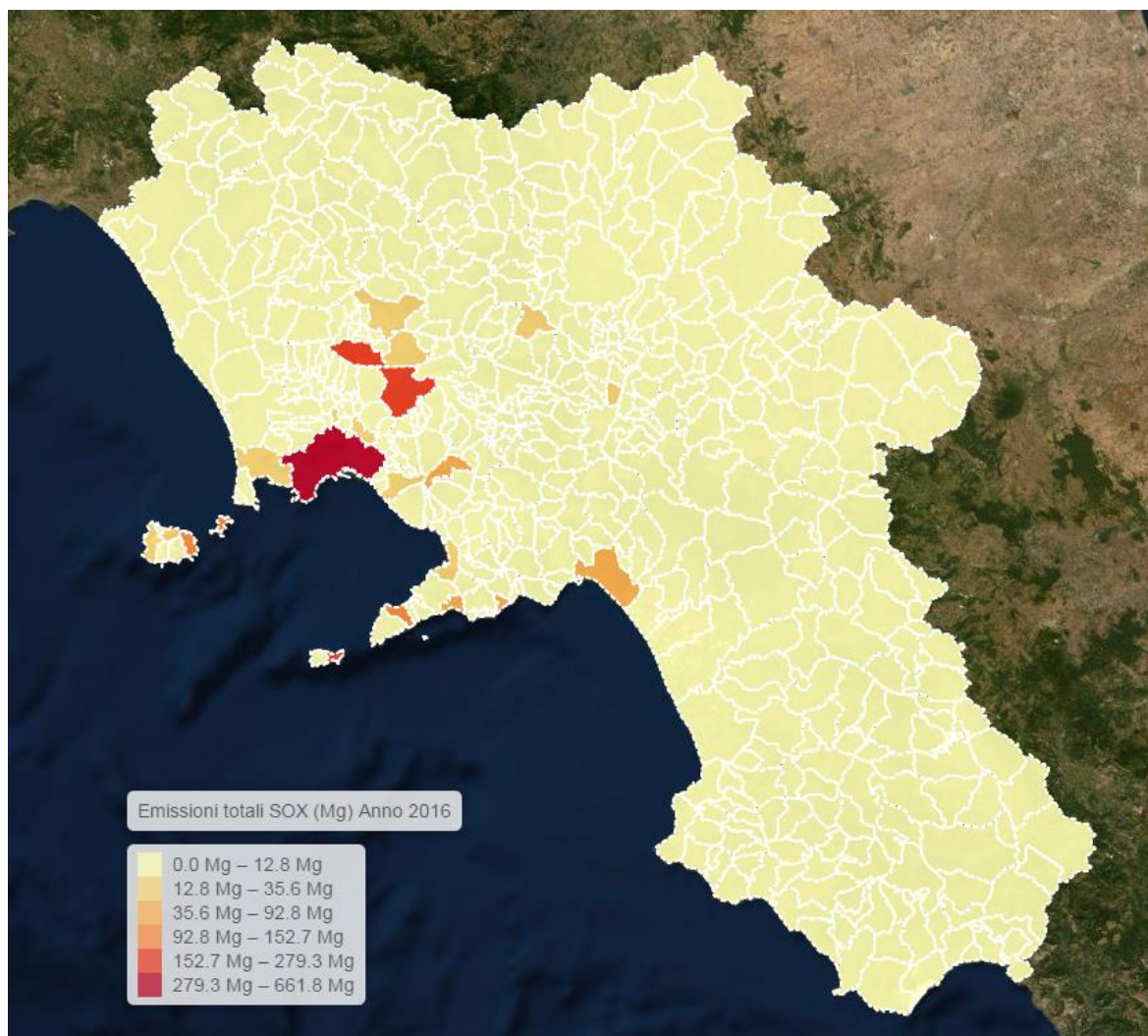


Figura 14 – Mappa delle emissioni totali di SOx (Mg) nel 2016

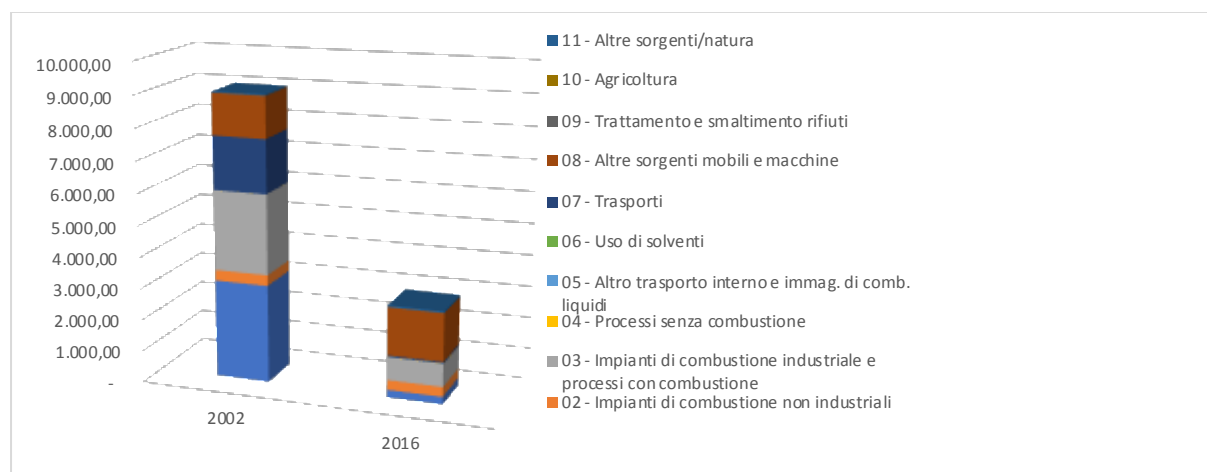


Figura 15 – Emissioni totali di SOx (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

### **6.1.7 Monossido di carbonio**

Nel 2016, per quanto riguarda il monossido di carbonio, le emissioni sono dovute principalmente ai settori *Trasporti stradali* per oltre il 48% (circa 92.200 Mg) e *Impianti di combustione non industriali* per circa il 45% (oltre 85.500 Mg).

Per quanto riguarda le sorgenti puntuali, vanno segnalati i seguenti contributi rilevanti superiori a 100 Mg complessive al 2016:

- Comune di Buccino (Ce)
- Comune di Maddaloni (Ce)
- Comune di Montefredane (Av)
- Comune di Salerno (Sa)

In Figura 16 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di monossido di carbonio per l'anno 2016. In questo caso la distribuzione evidenzia le zone più antropizzate, con maggiore traffico stradale, insieme alle zone con maggiore utilizzo della legna e con minore penetrazione del gas naturale.

La Figura 17 evidenzia la forte riduzione delle emissioni dal 2002 dovuto alla politica europea e nazionale sugli autoveicoli.

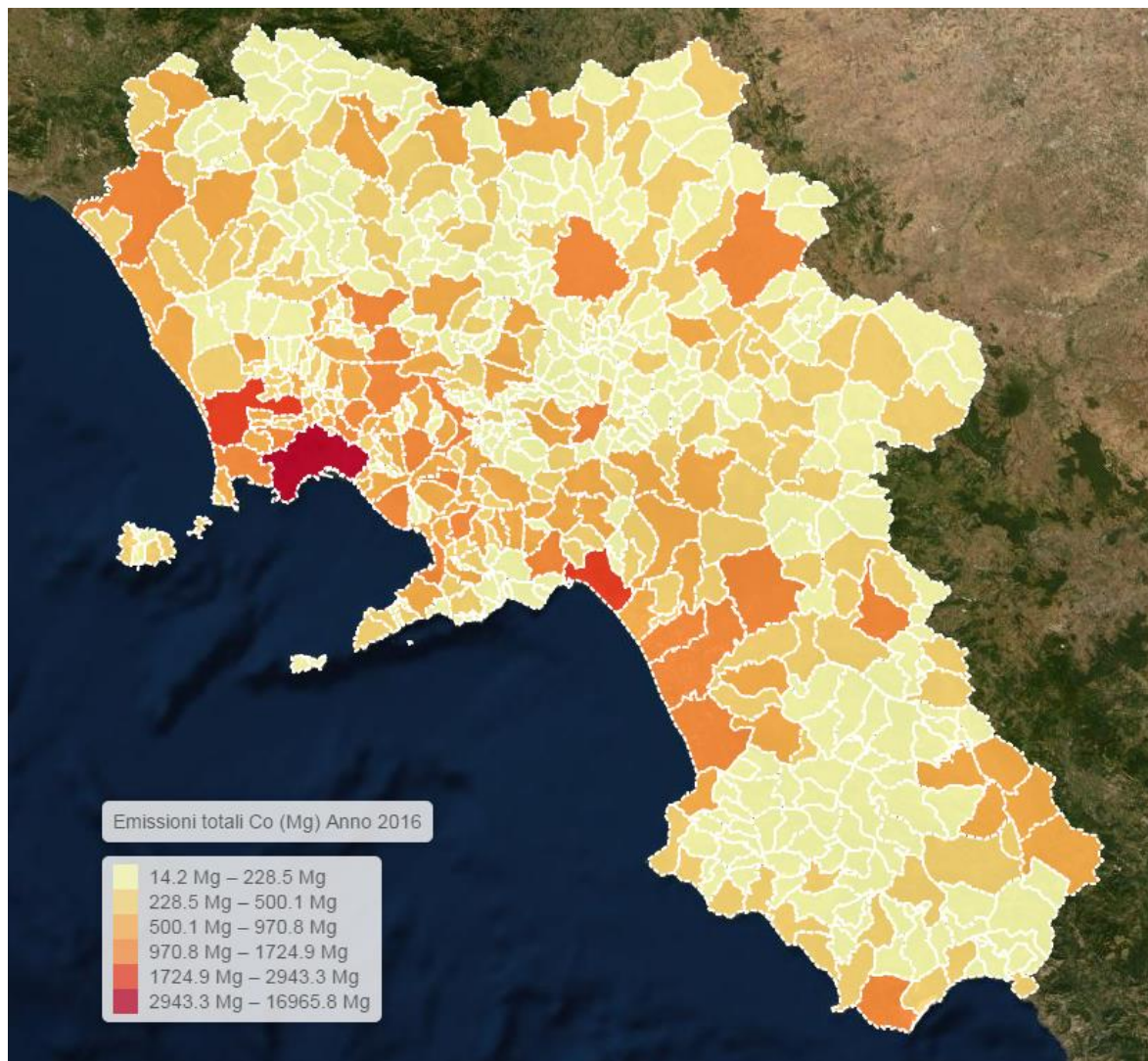


Figura 16 – Mappa delle emissioni totali di CO (Mg) nel 2016

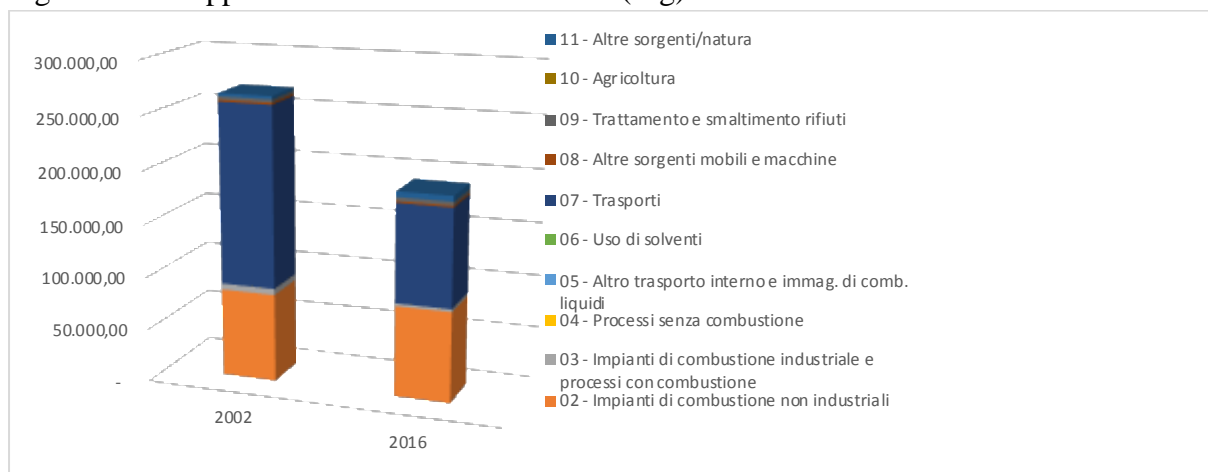


Figura 17 – Emissioni totali di CO (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

### 6.1.8 Ammoniaca

Per quanto riguarda l'ammoniaca, le emissioni sono dovute per oltre il 91% al settore dell'*Agricoltura* (con oltre 22.800 Mg) principalmente a causa delle attività di allevamento di bestiame. Il 5% è emesso dagli *Impianti di combustione non industriali* (circa 1.350 Mg).

In Figura 18 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di ammoniaca per l'anno 2016. Sono evidenziate le zone con maggiore concentrazione di allevamenti di bestiame.

In Figura 18 è, infine, riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di ammoniaca per l'anno 2016. La distribuzione rispecchia la distribuzione delle zone a maggiore vocazione agricola e con maggiore concentrazione di allevamenti di bestiame.

In Figura 19 è riportato l'andamento delle emissioni in lieve aumento a causa della espansione delle attività agricole e dell'allevamento di bestiame, in particolare dell'allevamento di bufalini che è raddoppiato nel periodo in esame.

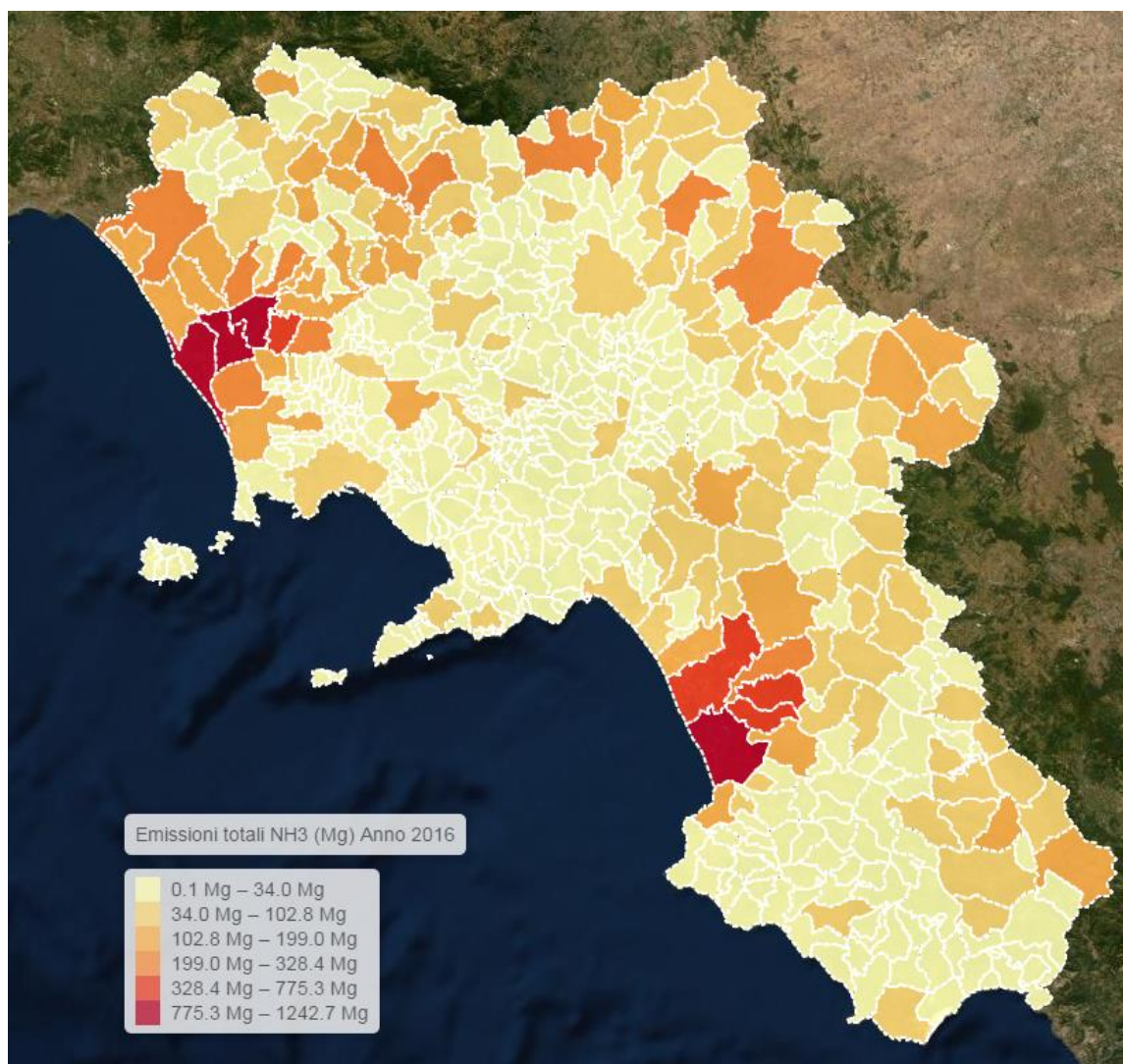


Figura 18 – Mappa delle emissioni totali di NH<sub>3</sub> (Mg) nel 2016



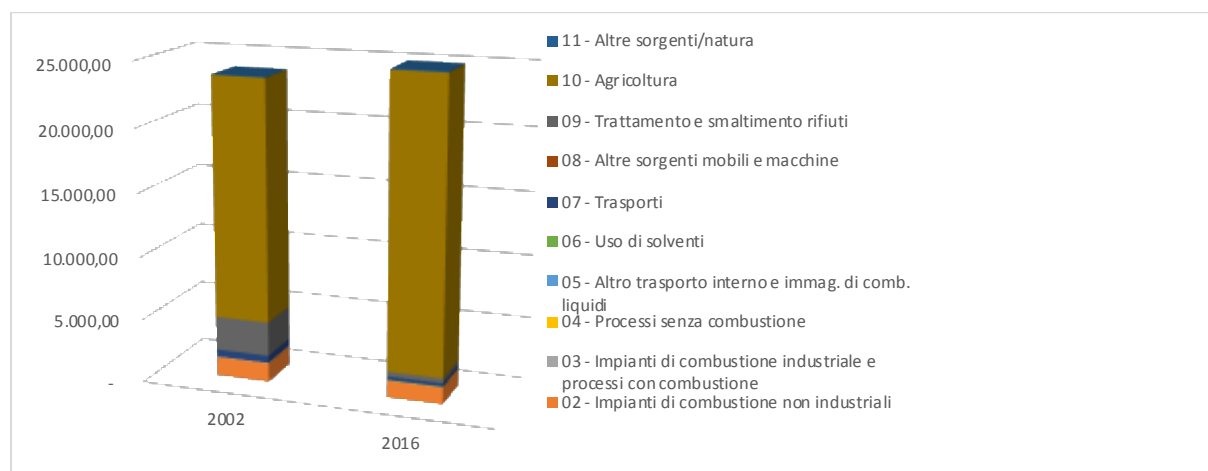


Figura 19 – Emissioni totali di NH<sub>3</sub> (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

## 6.2 Metalli pesanti

Per tutti i metalli pesanti il contributo pressoché esclusivo proviene dalla combustione e dai processi industriali ed in particolare al 2016:

- per l'arsenico il 44% delle emissioni proviene dai *Processi senza combustione*, il 20% dagli *Impianti di combustione industriale e processi con combustione*, il 13% dalle *Altre sorgenti mobili e macchine*, ed il 7% dagli *Impianti di combustione non industriale*;
- il 74% delle emissioni di cadmio proviene dagli *Impianti di combustione non industriale*, il 7% dalla *Combustione nell'industria dell'energia e della trasformazione delle fonti energetiche* ed il 6% dai *Trasporti Stradali*;
- il 40% delle emissioni di cromo proviene dal settore dell'*Uso dei solventi*, il 33% dagli *Impianti di combustione non industriale* e il 17,5% dai *Processi senza combustione*;
- per il rame, il 30% delle emissioni proviene dalle *Altre sorgenti mobili e macchine*, il 22% dai *Processi senza combustione*, il 19% dagli *Impianti di combustione non industriale*, il 10% dai *Trasporti Stradali*, e l'8,1% dal *Trattamento e smaltimento rifiuti*;
- nel caso del mercurio, il 30% delle emissioni proviene dalla *Combustione nell'industria dell'energia e della trasformazione delle fonti energetiche*, il 26% dagli *Impianti di combustione industriale e processi con combustione*, il 23% dagli *Impianti di combustione non industriale* ed infine il 16% dai *Trasporti stradali*;
- per il nichel il 62% delle emissioni proviene dalle *Altre sorgenti mobili e macchine* il 19% dai *Processi senza combustione* e l'11% dagli *Impianti di combustione industriale e processi con combustione*;
- nel caso del piombo il 38% delle emissioni proviene dai *Processi senza combustione*, il 28% dalla *Combustione nell'industria dell'energia e della trasformazione delle fonti energetiche*, ed infine il 24% dagli *Impianti di combustione non industriale*;
- le emissioni di selenio provengono maggiormente dai *Processi senza combustione* (78%) ed in parte dalla *Combustione nell'industria dell'energia e della trasformazione delle fonti energetiche* (10%);
- infine per lo zinco il 53% delle emissioni proviene dagli *Impianti di combustione non industriale*, il 23% dai *Trasporti stradali* ed il 16% dai *Processi senza combustione*.

Per quanto riguarda le sorgenti puntuali, vanno segnalati i seguenti contributi rilevanti superiori a 50 kg della somma di tutti i metalli al 2016:

- Comune di Marcianise (Ce)
- Comune di Solofra (Av)
- Comune di Ottaviano (Na)
- Comune di Pomigliano D'Arco (Na)
- Comune di Maddaloni (Ce)
- Comune di Casoria (Na)
- Comune di Baronisi (Sa)
- Comune di Buccino (Sa)
- Comune di Acerra (Na)
- Comune di Casalnuovo di Napoli (Na)

Va inoltre segnalato per lo stesso motivo il Porto di Napoli.

L'andamento temporale delle emissioni (Figura 20) mostra un andamento in riduzione per il 2016 anche in questo caso per gli effetti della crisi economica.

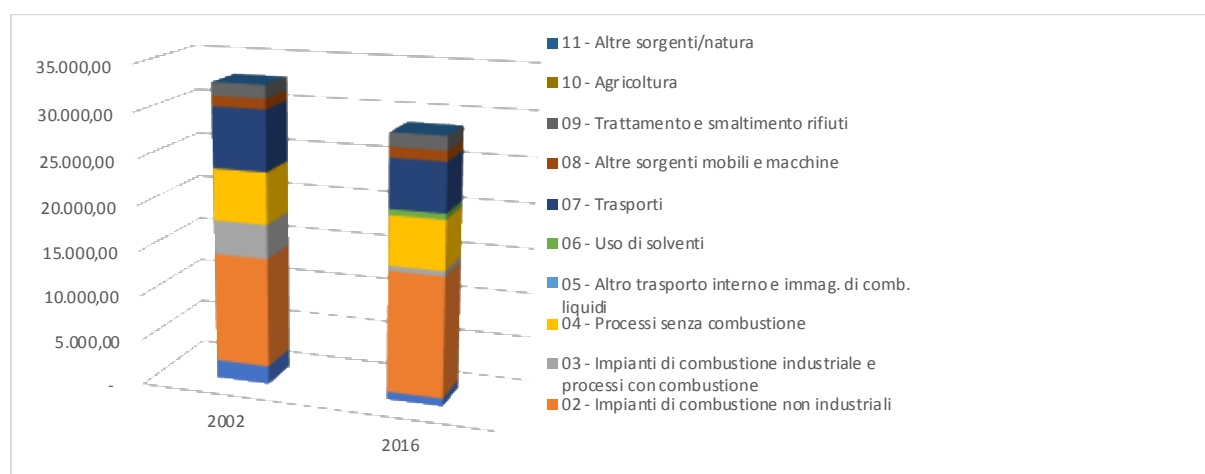


Figura 20 – Emissioni totali di metalli pesanti, negli anni di riferimento dell'inventario

Nel seguito sono mostrate le mappe delle emissioni da cui si evidenzia come per molti metalli le emissioni siano localizzate in comuni isolati, per la presenza delle singole sorgenti emissive, rilevanti già elencate in precedenza e, nel caso del comune di Napoli per la somma di emissioni di differente origine. Fanno parzialmente eccezione Cadmio e Zinco a fronte di una maggiore distribuzione delle emissioni dovuta al contributo della combustione della legna. In particolare:

- per l'Arsenico (Figura 21) i comuni con emissioni maggiori risultano: Napoli (15 Mg), Ottaviano (15 Mg), Maddaloni (14 Mg) e Acerra (8 Mg);
- per il Cadmio (Figura 22), a fronte di una maggiore distribuzione delle emissioni dovuta al contributo della combustione della legna, i comuni con emissioni maggiori risultano: Acerra (29 Mg), Marcianise (16 Mg) e Napoli (11 Mg);
- per il Cromo (Figura 23), i comuni con emissioni maggiori risultano: Solofra (638 Mg), Buccino (115 Mg) e Pomigliano d'Arco (88 Mg)
- per il Mercurio (Figura 24), i comuni con emissioni maggiori risultano: Acerra (25 Mg) e Maddaloni (21 Mg);

- per il Piombo (Figura 25), i comuni con emissioni maggiori risultano: Acerra (702 Mg), Marcianise (503 Mg), Ottaviano (155 Mg) e Napoli (102 Mg);
- per il Nichel (Figura 26), i comuni con emissioni maggiori risultano: Napoli (201 Mg) e Pomigliano d'Arco (158 Mg);
- per il Rame (Figura 27), i comuni con emissioni maggiori risultano: Casoria (154 Mg), Casalnuovo di Napoli (56 Mg) e Napoli (53 Mg);
- per il Selenio (Figura 28), i comuni con emissioni maggiori risultano: Napoli (47 Mg) e Ottaviano (79 Mg);
- per lo Zinco (Figura 29), a fronte di una maggiore distribuzione delle emissioni dovuta al contributo della combustione della legna, i comuni con emissioni maggiori risultano: Napoli (990 Mg) e Marcianise (3474 Mg).

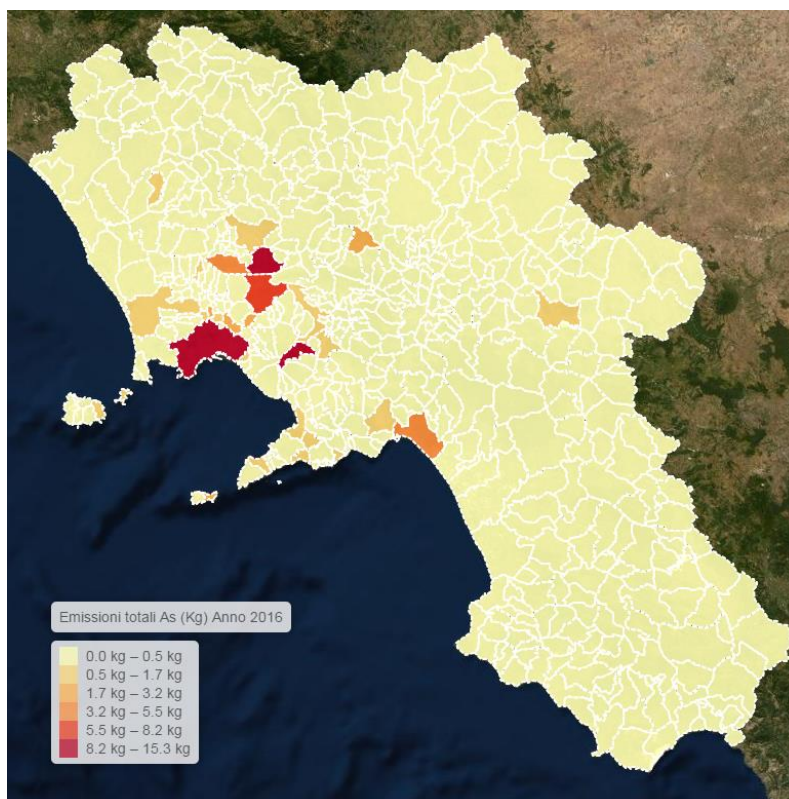


Figura 21 – Mappa delle emissioni totali di Arsenico nel 2016

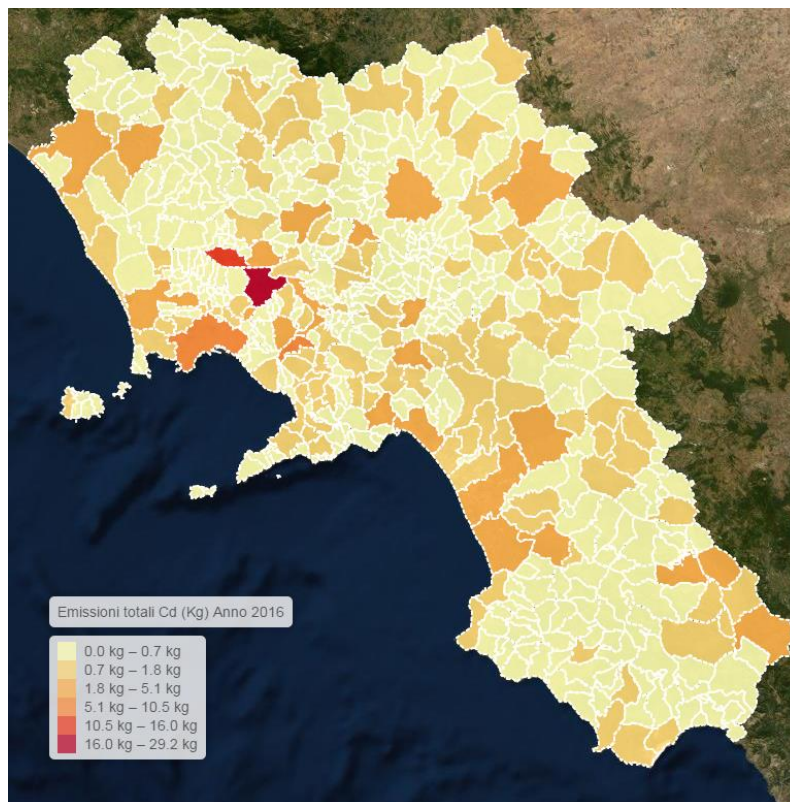


Figura 22 – Mappa delle emissioni totali di Cadmio nel 2016

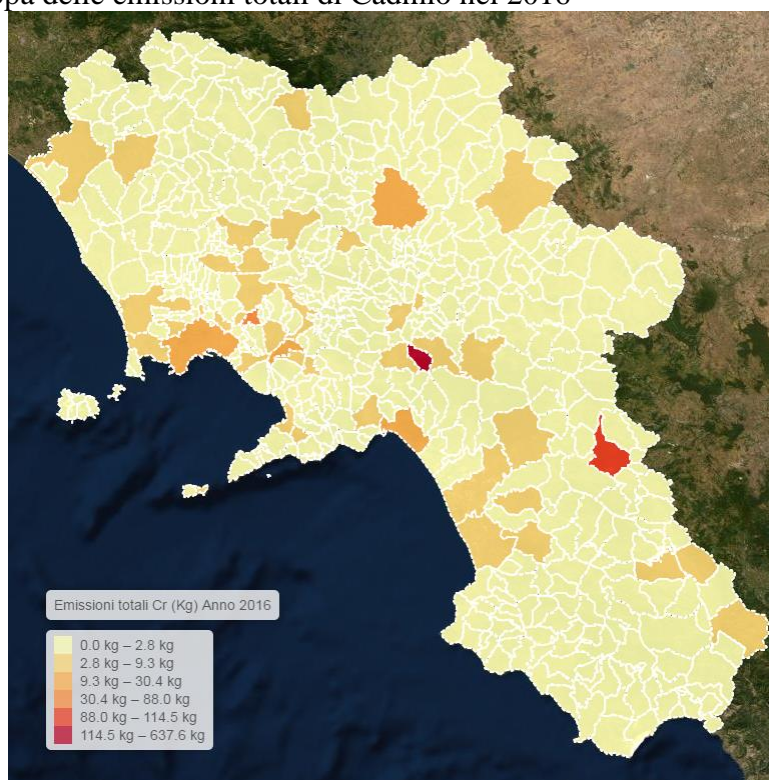


Figura 23 – Mappa delle emissioni totali di Cromo nel 2016

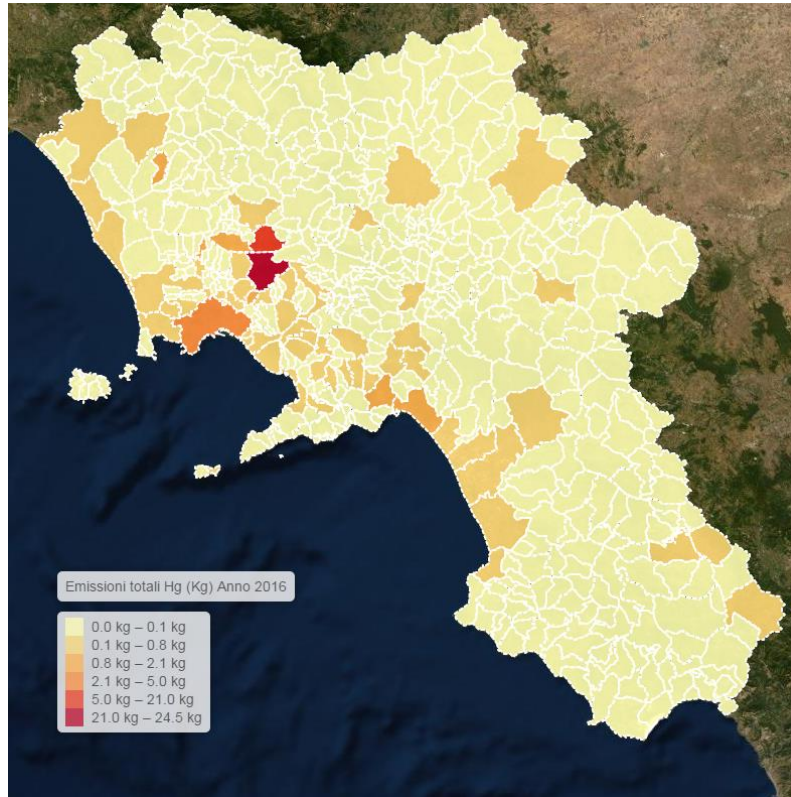


Figura 24 – Mappa delle emissioni totali di Mercurio nel 2016

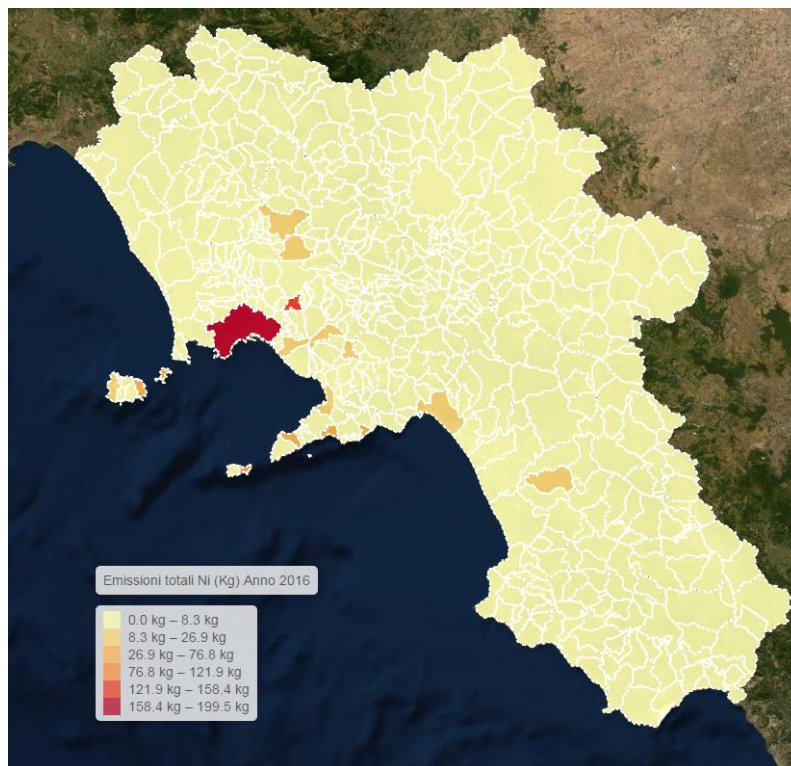


Figura 25 – Mappa delle emissioni totali di Nichel nel 2016

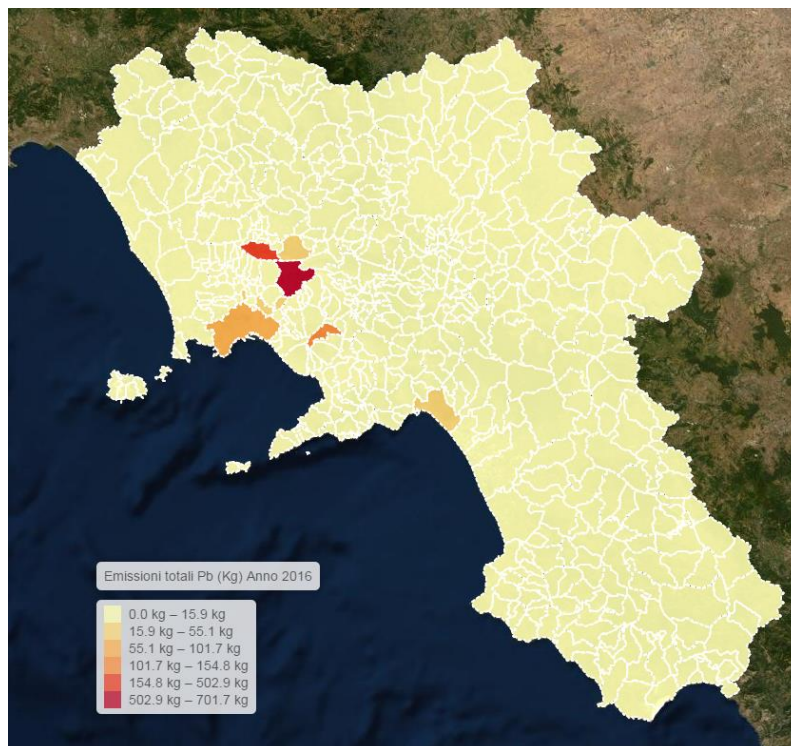


Figura 26 – Mappa delle emissioni totali di Piombo nel 2016

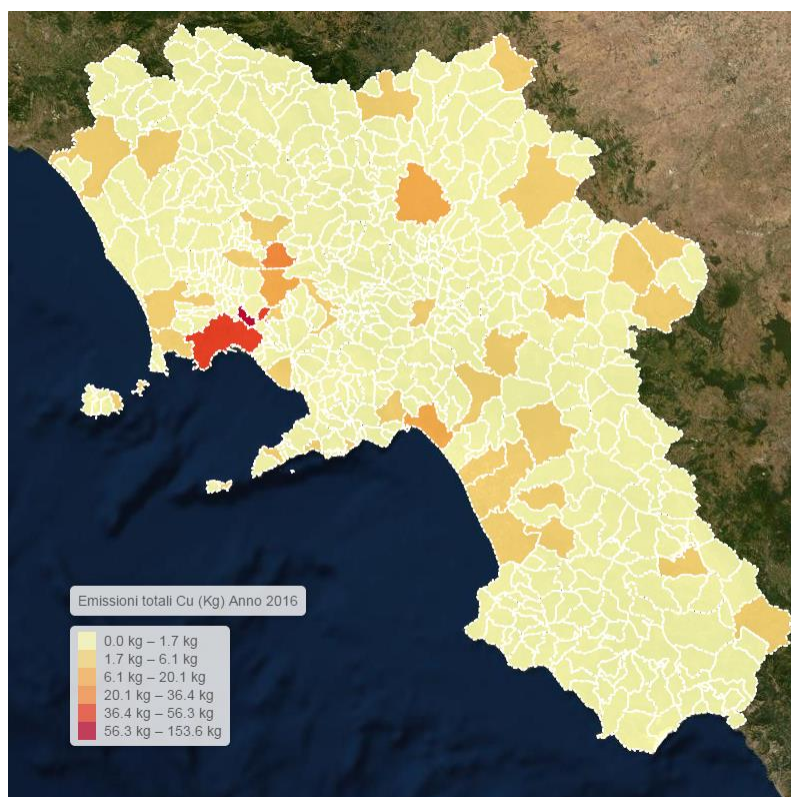


Figura 27 – Mappa delle emissioni totali di Rame nel 2016

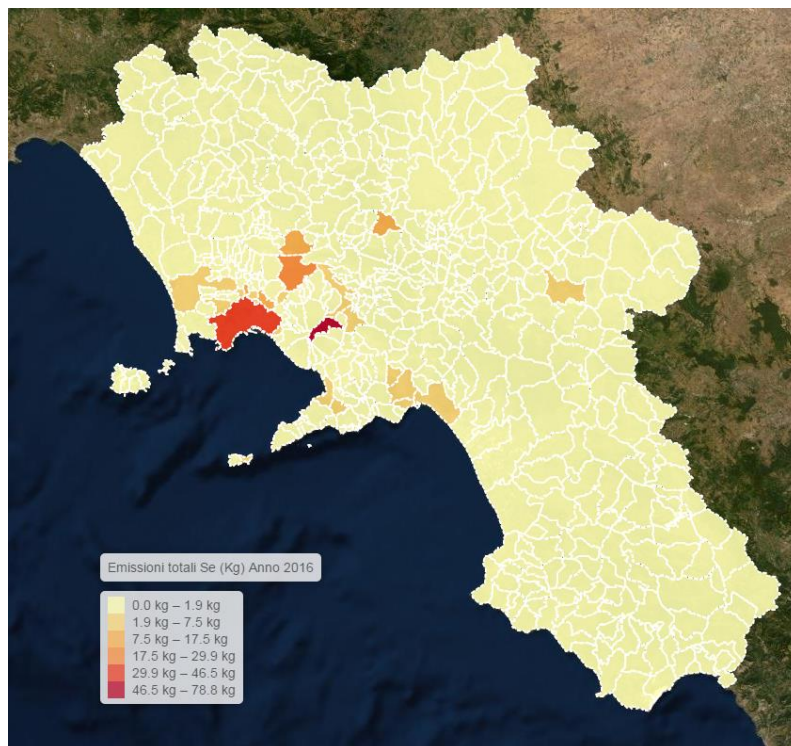


Figura 28 – Mappa delle emissioni totali di Selenio nel 2016

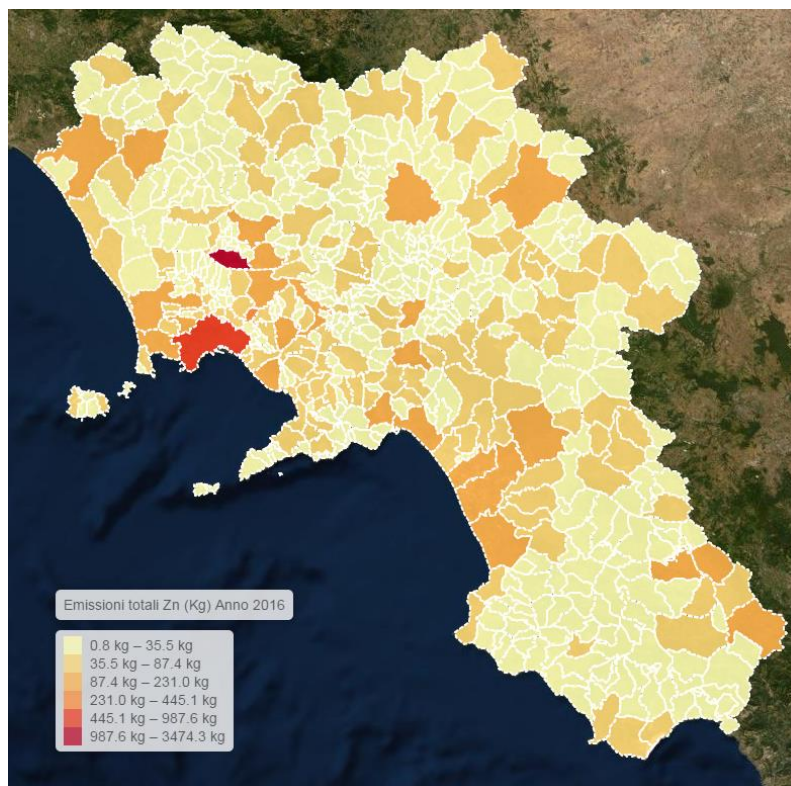


Figura 29 – Mappa delle emissioni totali di Zinco nel 2016

### 6.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici, Benzene e Black Carbon

Per questi inquinanti il contributo prevalente deriva dagli *Impianti di combustione non industriale* ed in particolare dalla combustione della legna in sistemi tradizionali. Il macrosettore copre l'82% delle emissioni di Benzo(a)pirene, oltre il 78% delle emissioni di Benzo(b)fluorantene, il 77% delle emissioni di Benzo(k)fluorantene, l'89% delle emissioni di Indenopirene, il 66% delle emissioni di benzene ed il 55% di quelle di black carbon. Il *Traffico stradale* è responsabile per il 32% delle emissioni di benzene ed il 34% delle emissioni di black carbon. Il *Trattamento e smaltimento rifiuti* copre il 5% delle emissioni di Benzo(a)pirene, l'11% delle emissioni di Benzo(b)fluorantene, il 7% delle emissioni di Benzo(k)fluorantene. Le emissioni per questo macrosettore sono dovute alla *Combustione all'aperto di residui agricoli*. Infine, a causa degli *Incendi forestali*, le *Altre sorgenti/natura* contribuiscono per l'11% alle emissioni di Benzo(a)pirene, il 7% delle emissioni di Benzo(b)fluorantene, il 9% delle emissioni di Benzo(k)fluorantene e l'8% delle emissioni di Indenopirene.

L'andamento temporale delle emissioni di IPA come somma di Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, e Indenopirene, (Figura 33) mostra un andamento in lieve crescita per il 2016 in particolare per un aumento degli incendi forestali e della combustione all'aperto residui agricoli.

L'andamento temporale delle emissioni di Benzene sono in forte riduzione a seguito delle riduzioni delle emissioni da trasporti stradali, in particolare dai veicoli a benzina, già evidenziate per altri inquinanti (Figura 31).

L'andamento temporale delle emissioni di Black Carbon, infine, sono in forte riduzione a seguito delle riduzioni delle emissioni da trasporti stradali già evidenziate per altri inquinanti (Figura 32).

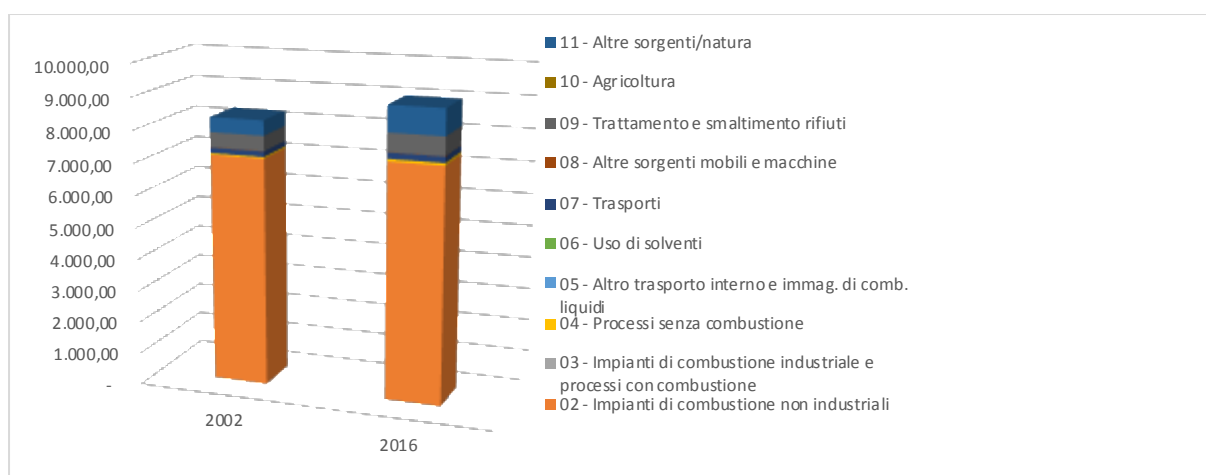


Figura 30 – Emissioni totali di IPA, negli anni di riferimento dell'inventario



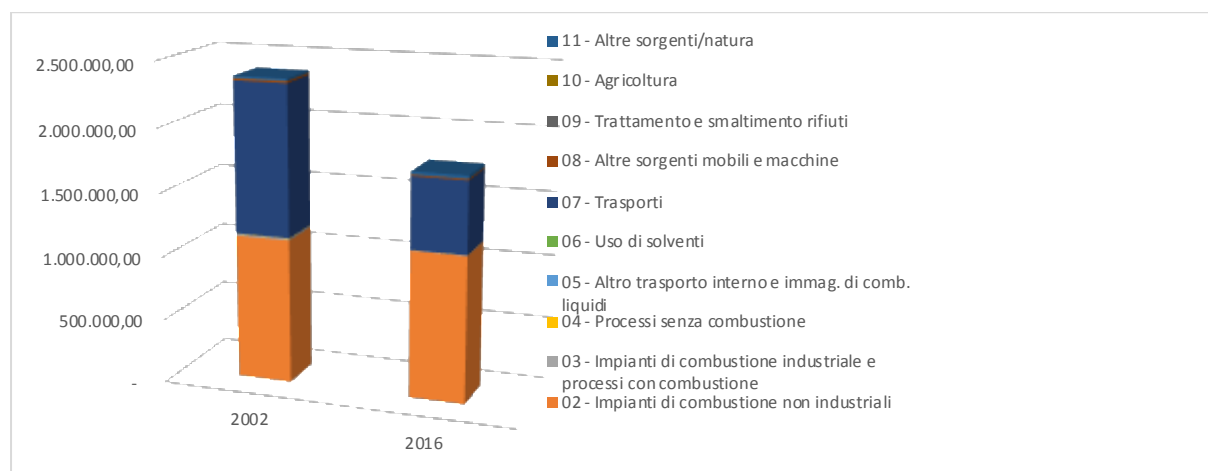


Figura 31 – Emissioni totali di Benzene, negli anni di riferimento dell’inventario

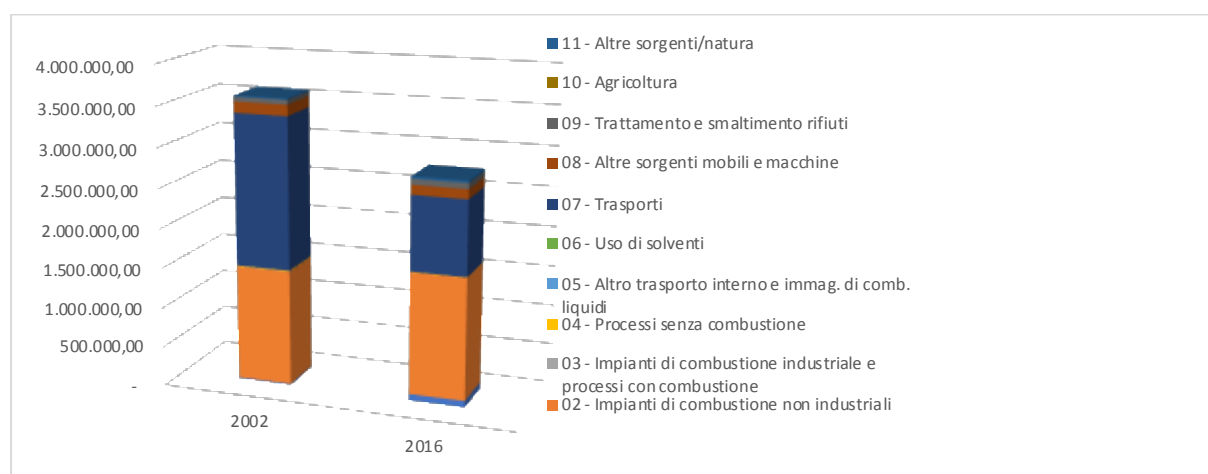


Figura 32 – Emissioni totali di Black Carbon, negli anni di riferimento dell’inventario

## 6.4 Microinquinanti (HCB, PCB, Diossine e furani)

Gli *Impianti di combustione non industriali* sono la sorgente principale di emissione di HCB (70%) e PCDD-F (65%) a causa della combustione della legna. Gli *Impianti di combustione industriale e processi con combustione* sono la sorgente principale di emissione di PCB (78%) mentre un 18% delle emissioni è generata dalle navi in porto.

Le emissioni sono in forte riduzione, in particolare per l’HCB, per la riduzione delle attività legate al trattamento dei metalli a partire dai rottami.

## 6.5 Gas serra

### 6.5.1 Anidride Carbonica

Per l’anidride carbonica le emissioni sono prevalentemente dovute ai *Trasporti Stradali* (41,5% con circa 7.800 Gg), agli *Impianti combustione non industriali* (25% con circa 4.700 Gg) ed alla *Combustione nell’industria dell’energia e trasformazione fonti energetiche* (17% con circa 3.300 Gg).

L'andamento delle emissioni (Figura 33) è in forte riduzione rispetto al 2002 per un insieme di cause legate alla riduzione nell'uso dei combustibili fossili anche a causa della crisi economica. Si evidenzia tuttavia un aumento delle emissioni nella produzione di energia a causa di nuovi impianti sul territorio.

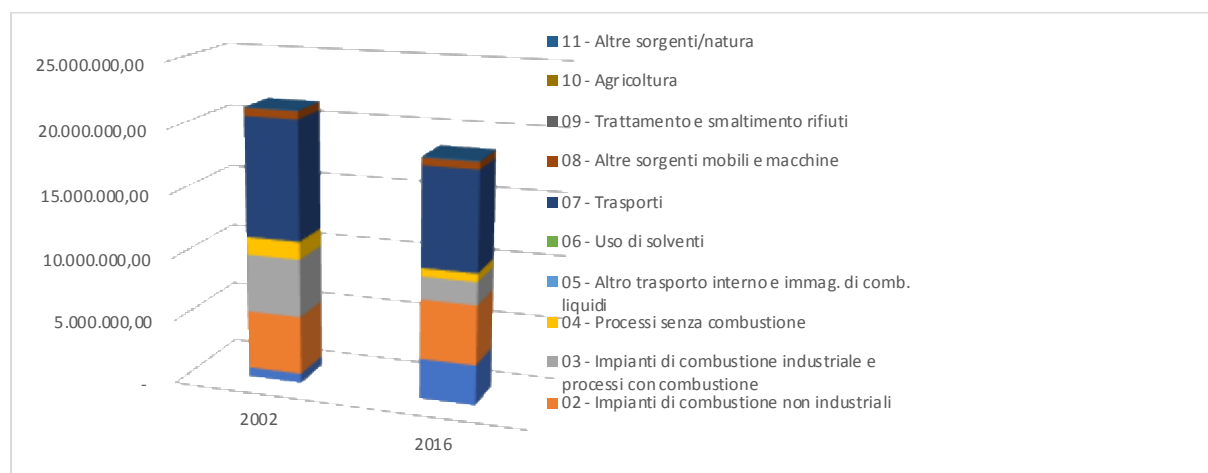


Figura 33 – Emissioni totali di CO<sub>2</sub> (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

### 6.5.2 Metano

Con riferimento al metano il maggior contributo proviene dall'*Agricoltura* (circa 41% ed oltre 43.000 Mg), dal *Trattamento e smaltimento rifiuti* (33% e circa 35.000 Mg) e dagli *Impianti combustione non industriali* (20% ed oltre 21.200 Mg).

L'evoluzione (Figura 34) è dominata dalla riduzione della quantità di rifiuti in discarica con una forte riduzione delle emissioni ad essa collegate. Va tuttavia rilevata la forte incertezza relativa alla valutazione delle eventuali emissioni di metano da discariche o siti di deposito ormai dismessi.

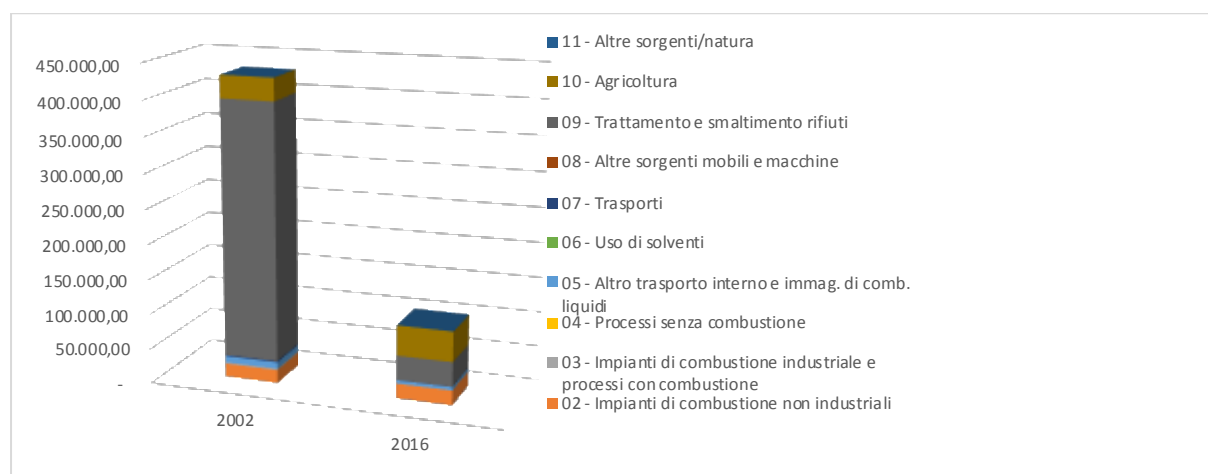


Figura 34 – Emissioni totali di CH<sub>4</sub> (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

### 6.5.3 Protossido di azoto

Con riferimento al protossido di azoto il contributo quasi esclusivo proviene dall'*Agricoltura* (87% e circa 4.000 Mg) con un minore contributo dagli *Impianti combustione non industriali* (4,5% e circa 200 Mg).

Le emissioni sono sostanzialmente stabili rispetto al 2002 (Figura 35).

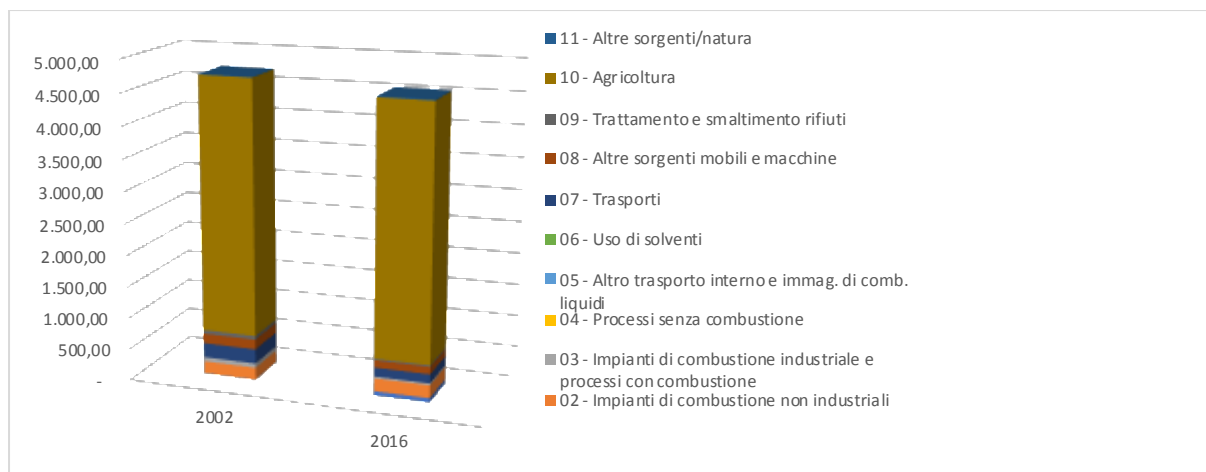


Figura 35 – Emissioni totali di N<sub>2</sub>O (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario