



Giunta Regionale

Direzione Generale

Politiche Territoriali Ambientali e per la Mobilità

Settore

Energia, tutela della qualità dell'aria e dall'inquinamento elettromagnetico e acustico

INVENTARIO REGIONALE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE IN ARIA AMBIENTE – IRSE

AGGIORNAMENTO ALL'ANNO 2010

Inventario regionale delle sorgenti di emissione in aria ambiente.

Aggiornamento all'anno 2010

A cura di

Furio Forni Regione Toscana Giunta Regionale -Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali - Settore "Energia, tutela della qualità dell'aria e dall'inquinamento elettromagnetico e acustico"

INDICE

1. Inquadramento generale	pag. 3
2. Metodologia	pag. 6
2.1 Dimensione spaziale	
2.2 Dimensione temporale	
2.3 Sostanze inquinanti	
2.4 Nomenclatura delle attività	
2.5. Classificazione delle sorgenti di inquinamento	
2.6 Metodologia di stima delle emissioni da sorgenti diffuse e lineari/nodali	
2.7 Fattori di Emissione	
2.8 Modello per la stima delle emissioni da Traffico stradale	
2.9 Modello per la stima di emissioni da decollo ed atterraggio aeromobili	
2.10 Modello per la stima delle emissioni da navi	
2.11 Modello per la stima delle emissioni dalla Vegetazione	
2.12 Modello per la stima delle emissioni da Incendi forestali	
2.13 Disaggregazione temporale	
2.14 Disaggregazione spaziale delle emissioni sul reticolo 1 km x 1 km	
3. Risultati dell'inventario relativi all'anno 2000	pag. 22
3.1 Inquinanti principali	
3.2 Metalli pesanti	
3.3 Gas serra	
4 Fenomeni a mesoscala: eutrofizzazione, acidificazione, formazione di ozono troposferico e materiale particolato secondario	pag. 36
4.1 Indicatori di pressione dei fenomeni a scala regionale	

1. Inquadramento generale

Uno degli strumenti conoscitivi su cui si fonda l'operato regionale nell'ambito del processo di gestione della qualità dell'aria è costituito dall'Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in aria ambiente **IRSE**. In particolare l'inventario delle emissioni costituisce uno degli strumenti principali per lo studio delle pressioni e dello stato della qualità dell'aria, nonché per la definizione dei relativi Piani di tutela e risanamento.

L'IRSE si configura quindi come strumento conoscitivo indispensabile nell'ambito del Piano Ambientale Energetico Regionale (PAER) e nell'ambito del Piano Regionale sulla Qualità dell'Aria (PRQA)

In pratica le domande a cui deve rispondere un inventario delle emissioni sono:

- Quanto si inquina ?
- Chi inquina ?
- Dove si inquina ?
- Come si inquina ?

I principali utilizzatori di un inventario regionale delle emissioni sono:

- Regione per la pianificazione e programmazione della gestione della qualità dell'aria
- Regione per definire la scelta di priorità di intervento
- Regione per previsione scenari di qualità dell'aria futuri in funzione dell'adozione di strumenti normativi, implementazione tecnologie, ecc.
- Alle Province e Comuni per predisposizione P.T.C. e P.S.
- Comuni delle zone di risanamento per la predisposizione dei PAC
- Amministrazioni varie nell'ambito delle procedure di V.I.A.

Ulteriori utilizzi di un inventario delle emissioni possono essere:

- fornire un supporto, insieme ai modelli di dispersione, per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente affiancando le misure di qualità dell'aria effettuate dalle reti di monitoraggio e laddove i livelli degli inquinanti lo consentano sostituendo le misure stesse;
- permettere la stesura di mappe delle emissioni per la pianificazione territoriale sia per quanto riguarda l'identificazione delle aree "a rischio", sia per programmare la distribuzione di nuove sorgenti
- fornire i dati di input ai modelli matematici di dispersione per calcolare le concentrazioni al suolo di inquinanti in atmosfera
- rendere possibile l'elaborazione di scenari di intervento al fine di ridurre l'incidenza di uno o più inquinanti in un'area tramite modifiche ai dati in input delle emissioni

- consentire la valutazione, attraverso il supporto di modelli matematici ad hoc, del rapporto costi/benefici sia delle politiche di controllo che di intervento.

Il presente rapporto costituisce l'aggiornamento all'anno 2010 dell'inventario e la metodologia utilizzata per la sua redazione, sostanzialmente identica a quella utilizzata negli aggiornamenti precedenti è da ritenersi conforme con quanto indicato dalla normativa vigente DLgs. 155/2010.

Il documento è articolato in 4 capitoli:

- il capitolo 1 “*Inquadramento generale*” riporta le modalità di utilizzo dell'Inventario regionale delle sorgenti di emissione;
- il capitolo 2 “*Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in aria ambiente (IRSE) Anno 2010*” riporta le caratteristiche dell'inventario regionale;
- il capitolo 3 “*Risultati dell'inventario relativi all'anno 2010*” riporta i risultati dell'inventario suddivisi per :
 - emissioni regionali degli inquinanti principali suddivise per tipologia di sorgente, per macrosettori e per le principali attività;
 - emissioni regionali dei metalli pesanti;
 - emissioni regionali di idrocarburi policiclici aromatici e benzene;
 - emissioni regionali dei gas serra e della CO₂ equivalente suddivise per macrosettori;
- il capitolo 4 “*Scenari emissivi di riferimento*” riporta le stime di emissione per scenari futuri valutati al 2015, 2020 e 2025.

2 Metodologia.

Per inventario delle emissioni si intende una serie organizzata di dati relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da attività antropiche e da sorgenti naturali raggruppati per:

- attività economica,
- intervallo temporale (anno, mese, giorno, ecc.),
- unità territoriale (regione, provincia, comune, maglie quadrate di 1 km², 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 solo per alcuni impianti industriali, di solito schematizzati come sorgenti puntuali. Per tutte le altre sorgenti, 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 attraverso la semplice formula $E = A \times F$, dove E sono le emissioni, A è l'attività (per esempio per gli impianti termici i consumi di combustibili) e F il fattore di emissione per unità di attività e tipologia di combustibile 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.

I fattori di emissione devono essere periodicamente aggiornati per tener conto sia dell'evoluzione tecnologica associata alle singole attività, sia del miglioramento della conoscenza sui singoli fattori.

2.1 Dimensione spaziale

Per quanto riguarda la dimensione spaziale, le emissioni delle principali sorgenti industriali e delle principali linee e nodi di comunicazione sono stimate singolarmente e singolarmente georeferenziate mediante le rispettive coordinate geografiche; le altre sorgenti sono stimate su base comunale e disaggregate, ai fini della applicazione di modellistica atmosferica, su un reticolo composto da maglie quadrate di lato 1km.

2.2 Dimensione temporale

L'intervallo temporale preso in considerazione per la stima delle emissioni è l'anno solare. Per quanto riguarda la disaggregazione temporale delle emissioni, in conseguenza della necessità di ottenere emissioni rilevanti su scala locale, ed ai fini della applicazione di modellistica atmosferica, la stima è disaggregata su base oraria, sui differenti giorni della settimana e su base mensile.

2.3 sostanze inquinanti

Gli inquinanti presi in considerazione nell'inventario sono:

- **inquinanti principali:** monossido di carbonio (CO) – composti organici volatili, con l'esclusione del metano (COV) – particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM10) – particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron (PM2,5) – ammoniaca (NH3) – ossidi di azoto (NOX) – ossidi di zolfo (SOX) – idrogeno solforato (H2S);
- **gas serra:** anidride carbonica (CO2) – metano (CH4) – protossido di azoto (N2O);
- **metalli pesanti:** Arsenico (As) – Cadmio (Cd) – Cromo (Cr) – Rame (Cu) – Mercurio (Hg) – Manganese (Mn) – Nichel (Ni) – Piombo (Pb) . Selenio (Se) – Zinco (Zn)
- **idrocarburi policiclici aromatici e benzene:** benzo[a]pirene (BAP) – benzo[b]fluorantene (BBF) – benzo[k]fluorantene (BKF) – indeno[123cd]pirene (INP) – benzene (C6H6) - black carbon (BC)

2.4 Nomenclatura delle attività

La nomenclatura delle attività rilevanti per la valutazione delle emissioni di inquinanti dell'aria, in accordo con quanto previsto dalla norma vigente (Appendice V al DLgs. 155/2010) prende a riferimento le versioni più aggiornate dei manuali sviluppati a livello comunitario EMEP-CORINAIR e le ulteriori specificazioni riportate nei documenti elaborati dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA.

La classificazione in uso nell'IRSE è ampliata ed integrata 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'ISPRA per l'inventario nazionale delle emissioni.

In dettaglio la classificazione prevede il raggruppamento delle attività in settori che a loro volta sono organizzati nei seguenti 11 macrosettori:

1. Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche
2. Impianti di combustione non industriali
3. Impianti di combustione industriale e processi con combustione
4. Processi produttivi
5. Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica
6. Uso di solventi
7. Trasporti stradali
8. Altre sorgenti mobili e macchine
9. Trattamento e smaltimento rifiuti
10. Agricoltura

11. Altre sorgenti/Natura

2.5 Classificazione delle sorgenti di inquinamento

Per la realizzazione dell'inventario è stata introdotta la suddivisione delle sorgenti di emissione in sorgenti puntuali, sorgenti lineari/nodali e sorgenti diffuse.

Sorgenti puntuali

Per sorgenti puntuali s'intendono tutte quelle sorgenti d'emissione che sia possibile ed utile localizzare direttamente, tramite le loro coordinate geografiche sul territorio e per le quali è necessaria una caratterizzazione in termini di parametri utili anche per lo studio dei fenomeni di trasporto e diffusione degli inquinanti, cioè da utilizzarsi in applicazioni modellistiche.

In questo quadro per le sorgenti puntuali sono state reperite informazioni dirette oltre alla qualità e quantità di sostanze inquinanti emesse e le coordinate del luogo d'emissione, anche l'altezza e diametro del punto d'emissione (camini), le caratteristiche dinamiche dell'emissione (portata dei fumi, velocità d'efflusso, temperatura dei fumi) ecc

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 sono caratterizzabili localizzando precisamente le sorgenti d'emissione.

In questo senso è localizzabile, ad esempio, ogni singolo impianto per riscaldamento domestico od ogni stazione di servizio. Tuttavia la loro effettiva localizzazione, e la conseguente quantificazione delle rispettive emissioni per singola sorgente, pur rispondendo a criteri di completezza dell'inventario, comporterebbe un impiego di risorse che non è possibile sostenere sia in fase di prima realizzazione dell'inventario che per il suo aggiornamento.

Inoltre, il livello d'accuratezza dell'informazione così ottenibile non è necessario per le finalità dell'inventario, compresa quella d'utilizzo per l'impiego di modelli di dispersione.

In via generale per definire e caratterizzare una sorgente come puntuale, sono usate le seguenti soglie di emissione. Una sorgente è dichiarata puntuale se nell'arco dell'anno solare di riferimento ha emissioni che superano almeno una delle seguenti soglie:

- relativamente al monossido di carbonio: 250 t/anno
- relativamente ad uno qualsiasi degli inquinanti principali: 25 t/anno
- relativamente ad uno qualsiasi dei metalli pesanti: 250 kg/anno

Inoltre, sono considerate sorgenti puntuali anche stabilimenti produttivi che pur non superando le soglie sopraindicate, presentano peculiarità di produzione o di ubicazione (es. centrali geotermoelettriche, inceneritori, centrale termoelettrica dell'isola del giglio, ecc..)

La caratterizzazione delle emissioni puntuali è stata effettuata sorgente per sorgente tramite l'invio di un apposito questionario. Le sorgenti sono state quindi singolarmente posizionate sul territorio tramite le loro coordinate.

Poiché le quantità emesse dipendono anche dalla modalità di funzionamento delle fonti d'emissione, sono state raccolte informazioni in questo senso (es. diagrammi di carico); tali informazioni sono, inoltre, utili per la disaggregazione temporale delle emissioni.

L'elenco delle aziende è ottenuto a partire dall'elenco definito nel primo inventario integrato alla luce dei cambiamenti intercorsi nel tessuto produttivo nell'intervallo di tempo trascorso dal 1995 (primo censimento) al 2000, al 2003, al 2005 al 2007 (secondo, terzo e quarto e quinto censimento) fino ad arrivare al 2010 (anno dell'aggiornamento in corso). Il numero complessivo delle sorgenti puntuali, che per quanto detto varia leggermente per ogni anno di rilevamento, è di poco superiore alle 200 unità.

Con riferimento a tali sorgenti, si è provveduto alla realizzazione di una indagine diretta presso i gestori degli stabilimenti produttivi tramite invio di uno specifico questionario.

Il questionario completo è composto da 4 sezioni nelle quali si richiedono:

- le generalità dell'azienda, e dello stabilimento produttivo;
- l'identificazione delle attività svolte secondo la metodologia CORINAIR;
- una descrizione sintetica del processo produttivo;
- un riepilogo delle sezioni o linee produttive (unità) di cui si compone lo stabilimento;
- la descrizione dei punti di emissione (camini), e le caratteristiche degli effluenti dai punti di emissione e delle tecniche di abbattimento;
- 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.), ed i dati relativi alla distribuzione oraria, giornaliera e mensile della produzione.

I dati reperiti sono validati con riferimento in particolare:

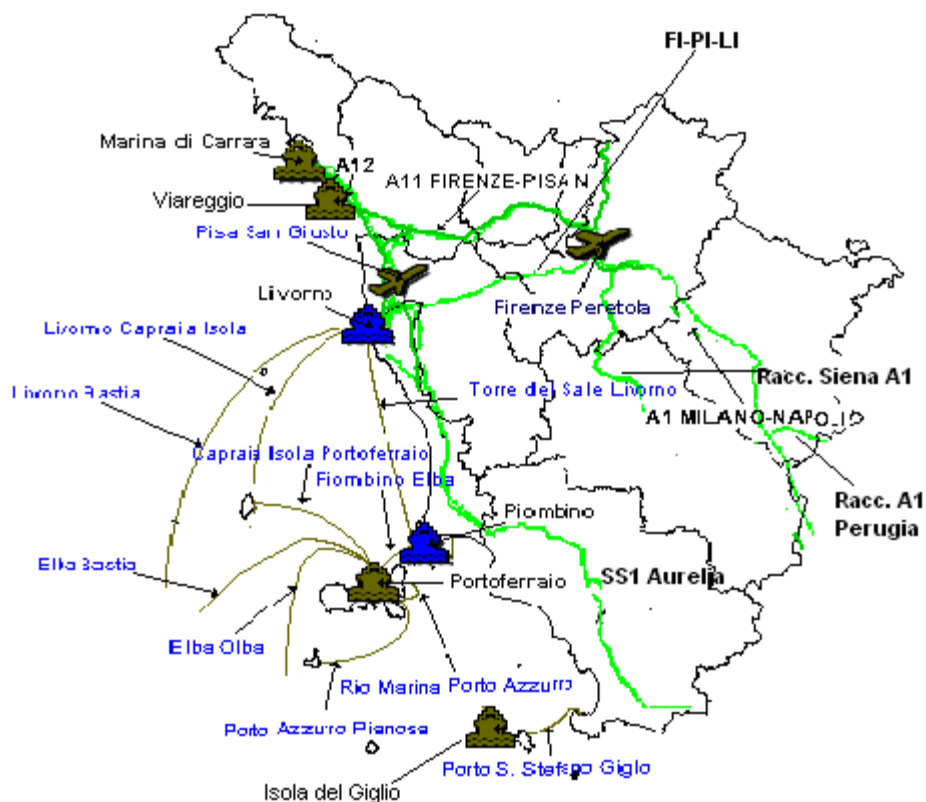
- alla verifica delle emissioni dichiarate raffrontate a quelle ottenute con l'utilizzo di fattori di emissione standard;
- alla verifica delle emissioni dichiarate raffrontate a quelle ottenute sommando le emissioni calcolate per ogni singolo camino.

Nei casi particolari di attività che prevedono il rilascio degli inquinanti come emissioni diffuse e non solamente come emissioni convogliate nei camini (come per le emissioni di Composti Organici Volatili nei processi di verniciatura industriale), il calcolo delle emissioni totali degli inquinanti è effettuato tenendo in considerazione le quantità dichiarate di materie prime utilizzate nell'impianto (prodotti vernicianti e solventi), la loro percentuale nella composizione di composti volatili e i sistemi di abbattimento specifici adottati.

Per tutte le aziende inoltre, a completamento delle informazioni contenute nel questionario, è 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 è contattata nuovamente l'azienda per richiedere chiarimenti ai fini di risolvere incongruenze ed effettuare eventuali integrazioni.

Sorgenti lineari/nodali

Come sorgenti lineari/nodali sono indicate le autostrade, le principali arterie stradali, le principali linee marittime interne, le linee ferroviarie, i principali porti aeroporti regionali (vedi immagine seguente). Per tutte queste sorgenti la stima delle emissioni viene effettuata singolarmente e localizzandola precisamente sul territorio tramite le loro coordinate. Ove utile alla caratterizzazione delle emissioni, le arterie viarie sono suddivise in tratti. Le arterie viarie minori vengono invece trattate nell'ambito delle sorgenti diffuse.



Rappresentazione delle sorgenti lineari nodali presenti nell'inventario IRSE 2010

Sorgenti diffuse

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 puntuali, sia le emissioni effettivamente di tipo areale (ad esempio le foreste) o ubiquo (ad esempio traffico diffuso, uso di solventi domestici, ecc.). Rientrano in questa tipologia anche alcune tipologie di impianti con emissioni diffuse su ampie superfici quali le cave e le discariche che sono comunque localizzate sul territorio dalle loro coordinate.

2.6 Metodologia di stima delle emissioni da sorgenti diffuse e lineari/nodali

Per quanto riguarda le attività diffuse e lineari/nodali, le emissioni, nei casi più semplici, sono stimate a partire da indicatori statistici dell'attività e da opportuni fattori di emissione. Si ottiene:

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

dove:

- E_{ijk} sono le emissioni dell'inquinante k dall'attività j nel comune i ;
- A_{ij} è il valore dell'attività j nel 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).

Nei casi più complessi, quali il traffico su strada, il traffico aereo, il traffico marittimo, la vegetazione, gli incendi boschivi, viene fatto ricorso a modelli di stima (vedi punti 2.8-2.12)

Per la valutazione degli indicatori di attività è seguita la seguente procedura:

- reperimento dei dati statistici necessari alla valutazione delle emissioni,
- individuazione di quei settori dove sono necessarie attività di indagine diretta sul territorio al fine del reperimento di dati specifici (consumi, produzione, flussi, ecc.);
- indagine diretta presso i gestori delle aziende tramite invio di lettere di richiesta dati.

Le emissioni diffuse sono stimate su base comunale. Dove il dato non è disponibile su tale scala, ma si è reperito solo un dato provinciale o regionale, si è provveduto a stimare il dato comunale mediante l'utilizzo della metodologia delle variabili proxy o surrogati.

L'utilizzo dei surrogati è inteso a fornire una stima di una attività ad un certo livello di disaggregazione territoriale quando sia nota per unità territoriali più grandi. In questo caso si attribuisce all'attività la stessa distribuzione territoriale di un'altra grandezza (detto surrogato), nota a livello inferiore (comunale), e che si valuta sia ben correlata all'attività sconosciuta a livello di comune ma nota a livello di provincia o di regione.

In questo caso, indicato con i il comune, con t il valore provinciale o regionale, con A l'attività di interesse e con S la variabile proxy si ottiene il valore della attività nel comune i come:

$$A_i = A_t \cdot S_i / S_t$$

2.7 Fattori di Emissione

L'uso di fattori di emissione corretti rappresenta una dei fattori più critici per ottenere stime il più possibile veritiere e realistiche.

A questo scopo riveste un ruolo fondamentale il continuo aggiornamento dell'intera base dati dei fattori di emissione, della classificazione delle attività e delle metodologie di stima delle emissioni di inquinanti dell'aria all'interno dei modelli per la stima delle emissioni.

L'aggiornamento prende le mosse dal profondo processo di revisione ed aggiornamento delle informazioni e delle metodologie di supporto alla realizzazione degli inventari delle emissioni di inquinanti dell'aria che si è sviluppato, 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.

In particolare nell'ambito del presente aggiornamento si sono utilizzate seguenti nuove informazioni, rilevanti per la realizzazione dell'inventario, rilasciate a livello internazionale:

- Gli aggiornamenti al Guidebook 2009 successivi al suo rilascio e relativi a navigazione marittima e traffico stradale (motocicli, veicoli ricaricabili, biocombustibili, CO₂ da olii lubrificanti e sistemi di post-trattamento degli scarichi, metalli pesanti, veicoli alimentati a GPL/GNL, e fattori di emissione EURO V e VI per i veicoli pesanti);
- L'aggiornamento dei fattori di emissione del *EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook* recentemente concluso dalla Aarhus University sotto contratto della Commissione Europea.

L'aggiornamento è stato di ampie dimensioni ed ha comportato l'introduzione dei fattori di emissione del Black Carbon e la revisione dei fattori di emissione di un gran numero di attività (sono stati infatti revisionati ben 43 capitoli del Guidebook); in questo ambito Techne Consulting su incarico del RIVM (come coordinatore del European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation [ETC/ACM]) ha fornito il supporto alla validazione dei capitoli aggiornati. I capitoli sono stati ufficialmente rilasciati a fine agosto.

- Il completamento ed aggiornamento della base dati dei fattori di emissione del benzene recentemente concluso 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).

In particolare è stato effettuato l'aggiornamento dell'intera base dati dei fattori di emissione, della classificazione delle attività e delle metodologie di stima nei modelli di stima (vedi punti 2.8-2.12).

2.8 Modello per la stima delle emissioni da Traffico stradale

In generale le emissioni da traffico stradale, possono essere suddivise in quattro tipologie di emissioni:

- a caldo (emissioni da veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura di esercizio) calcolate per tutti i tipi di veicoli;
- a freddo (emissioni durante il riscaldamento del veicolo; convenzionalmente, sono le emissioni che si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C) calcolate, per mancanza di conoscenze più approfondite, per i soli veicoli leggeri (automobili, motocicli, ciclomotori e veicoli commerciali con peso a pieno carico inferiore a 3,5 tonnellate);
- evaporative (per i soli Composti Organici Volatili escluso il Metano) rilevanti per i soli veicoli alimentati a benzina;
- da abrasione (per le sole Particelle sospese con diametro inferiore a 10 e 2,5 micron) calcolate per tutti i tipi di veicoli.

Le emissioni totali possono dunque esprimersi come:

$$\mathbf{E = Ehot + Ecold + Eevap + Eabr}$$

dove Ehot sono le emissioni a caldo, Ecold le emissioni a freddo, Eevap le emissioni evaporative ed Eabr le emissioni da abrasione.

Il modello prende in considerazione le seguenti tipologie di veicoli:

- Automobili (portata minore di 2.5 t)
- Veicoli commerciali
- Autobus
- Motocicli

La categoria delle automobili è ulteriormente scomposta, in base al carburante (benzina, gasolio, gpl, metano) in base alla cilindrata (cc), e quindi in base all'applicazione delle normative della Comunità Europea sulle caratteristiche dei motori ai fini della tutela dell'aria (EURO 0, EURO 1, ecc.):

I veicoli commerciali sono suddivisi in 9 classi di portata (P) (3.5<P<7.5, 7.5<P<12, 12<P<14, 14<P<20, 20<P<26, 26<P<28, 26<P<28, 20<P <28, P>32)

I veicoli commerciali a benzina e gasolio con portata maggiore di 3.5t (veicoli commerciali pesanti) sono ulteriormente suddivisi in base all'applicazione delle normative della Comunità Europea in materia di abbattimento delle emissioni da trasporto stradale:

Gli autobus sono suddivisi in Autobus urbani ed extraurbani e per calsse di portata (P<15 t, 15<P<18, P>1/8 t) e per normativa comunitaria.

Sono inoltre inseriti gli autobus a metano senza suddivisione per portata ma classificati per normativa.

I motocicli sono suddivisi in quattro classi di cilindrata (cc): (cc<50, 50<cc<250, 250<cc<750, cc>750) ed in base all'applicazione delle normative delle Comunità Europea.

Il modello, 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 (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).

Al fine di stimare le emissioni il modello richiede la specificazione delle percorrenze associate alle varie tipologie di veicolo. In particolare 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;
- v_{jl} è la percorrenza media dei veicoli di categoria j alimentati con il combustibile l nel periodo preso in considerazione;
- q_{jkl} è la quota della percorrenza del veicolo di categoria j alimentato con il combustibile l effettuata nella classe di velocità k.

Oltre alla specificazione delle percorrenze il modello richiede la stima anche dei consumi. Le formule di base per la stima dei consumi a caldo è la seguente:

$$Chot_{jkl} = Uhot_{jkl} m_{jkl}$$

dove:

- j indica la tipologia di veicolo, k la classe di velocità, l il combustibile;
- Chot sono i consumi espressi in grammi;
- Uhot 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 viene validata per confronto con il valore dei consumi rilevati statisticamente. Le fonti dei dati per i consumi di combustibili nel trasporto stradale sono:

- Bilancio energetico nazionale del Ministero delle Attività Produttive, per le stime a livello nazionale;
- Bollettino petrolifero del Ministero delle Attività Produttive, per le stime a livello locale.

Per quanto riguarda, invece i veicoli commerciali pesanti e gli autobus, i consumi specifici vengono calcolati non solo in funzione della classe di velocità, ma anche del fattore di carico e della pendenza della strada. Le funzioni utilizzate, sono specifiche per ciascuna tipo, classe e categoria di veicolo, fattori di carico e classe di pendenza.

Infine il modello richiede la stima dei consumi specifici medi per i motocicli e ciclomotori.

Stima emissioni a caldo

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:

$$\mathbf{Ehot}_{ijkl} = \mathbf{Fhotm}_{ijkl} \mathbf{m}_{jkl}$$

dove:

- i indica l inquinante, j la categoria di veicolo, k la classe di velocità, l il combustibile,
- Ehot sono le emissioni espresse in grammi;
- Fhotm 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).

Le emissioni di metalli pesanti (cadmio, cromo, rame, nickel, selenio e zinco) sono direttamente correlate ai consumi di combustibili e sono trattate a parte rispetto alla metodologia delineata nel punto 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:

$$\mathbf{Ehot}_{ijkl} = \mathbf{Fhotc}_{ijkl} \mathbf{Chot}_{jkl}$$

dove:

- i indica l inquinante, j la categoria di veicolo, k la classe di velocità, l il combustibile;
- Ehot sono le emissioni espresse in grammi;
- Chot sono i consumi espressi in grammi;
- Fhotc sono i fattori di emissione espressi in grammi per grammo di combustibile consumato.

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:

$$C_{cold,jk} = \sum_{jkmhnt} C_{cold,jkmhnt}$$

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, t la classe di temperatura media diurna nel mese m

Stima delle emissioni evaporative

Le emissioni di COV da evaporazione nei veicoli a benzina si aggiungono alle emissioni di COV 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 viene 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 e motocicli).

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

Le emissioni, in tonnellate, delle autovetture leggere a benzina sono stimate a partire dalla formula seguente (in cui):

$$Eeva_{jm} = S_{jm} + D_{jm} + R_{jm}$$

dove:

- j indica la tipologia del veicolo espressa dalla cilindrata e dalla normativa ECE che rispetta
- Eevajm emissioni evaporative
- Sj emissioni "hot soak"
- Dj perdite diurne
- Rj perdite in movimento

Stima delle emissioni di PM10 e PM2,5 da abrasione

All'interno del modello è implementata una specifica metodologia per la valutazione delle emissioni di particelle sospese con diametro inferiore a 10 e 2,5 micron 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.

2.9 Modello per la stima di emissioni da decollo ed atterraggio aeromobili

Il modello fornisce la stima delle emissioni dei principali inquinanti dell'aria prodotte dal movimento degli aerei nell'aeroporto. In particolare sono stimati i cicli LTO (Landing-Takeoff) dei singoli aeromobili. 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.

Nel modello di calcolo sono state individuate 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

L'emissione è calcolata in base alla seguente formula:

$$E_k = F_k LTO_k 10^{-3}$$

Dove E_k emissioni da parte del modello di aereo k , F_k fattore di emissione in chilogrammi per ciclo LTO dell'anidride carbonica da parte del modello di aereo k ,

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.

2.10 Modello per la stima delle emissioni da navi

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 a generare le sue emissioni in banchina (in fase di stazionamento). Deve essere infatti 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 utilizzate una o più caldaie a vapore, operanti a potenza, e conseguentemente consumi, ridotti. Tuttavia, alcune navi a vapore utilizzano 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 spesi nelle differenti fasi di navigazione:

- Crociera
- Manovra
- Stazionamento
- Carico e scarico serbatoi

per le seguenti classe di navi:

- Trasporto solidi alla rinfusa
- Trasporto liquidi alla rinfusa
- Carico generico
- Porta container
- Passeggeri/Ro-Ro/carico
- Passeggeri
- Traghettoni 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
- Motori per carico e scarico dei serbatoi

ed utilizzanti i seguenti combustibili:

- Olio combustibile
- Olio distillato
- Diesel
- Benzina.

Le emissioni sono ottenute come:

$$E_{ijklm} = S_{jkm}(T) \cdot t_{jklm} \cdot F_{ijlm}$$

dove:

- i inquinante, j combustibile, k classe di nave, l tipo di propulsore, m fase di navigazione, E_{ijklm} emissioni dell'inquinante i dall'uso del combustibile j , su navi di classe k , con propulsori di tipo l , nella fase di navigazione m ;
- $S_{jkm}(T)$ consumi giornalieri di combustibile j , in navi di classe k , nella fase di navigazione m , in funzione del tonnellaggio lordo;
- t_{jklm} giorni in navigazione delle navi di classe k , nella fase di navigazione m , con propulsori di tipo l , che usano il combustibile j ;
- F_{ijlm} fattore di emissione dell'inquinante i , dall'uso del combustibile j , in propulsori di tipo l , nella fase di navigazione m . (per SO_x , tenendo conto del contenuto medio di zolfo nel combustibile).

2.11 Modello per la stima delle emissioni dalla Vegetazione

Il modello fornisce la stima della emissioni dei composti organici volatili prodotte dalla vegetazione suddivise per classe secondo la nomenclatura delle attività CORINAIR, e fascia altimetrica secondo la classificazione ISTAT (pianura, collina, montagna).

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

$$\mathbf{Ecovij = (EI_{kj} + EM_{kj} + EA_{kj})}$$

dove:

- i classe CORINAIR, j fascia altimetrica (pianura, collina, montagna), k specie vegetale (appartenente alla classe i);
- Ecovij emissioni di composti organici volatili per la classe i e fascia altimetrica j;
- EI emissioni di isoprene;
- EM emissioni di monoterpeni;
- EA emissioni di altri composti.

Le emissioni sono stimate per le seguenti specie vegetali:

- Conifere
- Fustaie di resinose
- Abete bianco
- Abete rosso
- Larice
- Pini
- Altre resinose
- Miste
- Decidue emettitrici di isoprene
- Fustaie di latifoglie
- Sughere
- Rovere
- Cerro
- Altre querce
- Decidue non emettitrici di isoprene
- Fustaie di latifoglie
- Castagno
- Faggio
- Pioppi
- Altre
- Miste
- Fustaie di latifoglie e resinose consociate
- Cedui semplici

- Cedui composti
- Altra vegetazione
- Macchia mediterranea

L'algorithmo di calcolo tiene conto del fattore di biomassa della specie, della superficie in ettari coperta dalla singola specie nelle fascia altimetrica j , della temperatura efficace giornaliera per specie e fascia altimetrica, della radiazione solare fotosinteticamente attiva, delle temperature medie mensili e delle temperature minime massime e medie giornaliere.

2.12 Modello per la stima delle emissioni da Incendi forestali

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

Pe l'applicazione del modello occorre la valutazione della quantità di biomassa bruciata definita dalla seguente formula:

$$M = \alpha A_i B_i$$

dove:

- i tipologia di vegetazione;
- A_i area (in ettari) della superficie incendiata coperta dalla coltura i ;
- B_i quantità media a secco di biomassa (in tonnellate per ettaro) emersa dal terreno nella coltura i ;
- α efficienza dell'incendio ovvero frazione di biomassa distrutta definitivamente (in caso di incendio completo deve essere posta uguale ad 1 mentre in caso di incendio parziale dovrà esprimere la valutazione della quantità di biomassa effettivamente bruciata).

Le emissioni dei vari inquinanti si valutano a partire della quantità di massa bruciata e da opportuni fattori di emissione.

2.13 Disaggregazione temporale

Le emissioni annue sono le prime informazioni che caratterizzano gli inventari. Una volta effettuata la stima delle emissioni su base annuale è possibile fornire una ulteriore stima della loro distribuzione temporale soprattutto per l'utilizzo di modelli matematici per lo studio della dispersione su breve periodo.

Dal punto di vista della modalità di funzionamento, infatti, bisogna distinguere in primo luogo tra sorgenti continue e discontinue, identificando e caratterizzando i periodi di attività e quelli di

inattività. Sono sorgenti continue quelle sorgenti le cui emissioni sono caratterizzabili in termini di regolarità (piccole variazioni di quantità emesse da un periodo all'altro), e continuità (es. centrali termoelettriche di base) ovvero periodicità (es. riscaldamento domestico) nelle emissioni. Sono sorgenti discontinue tutte le sorgenti che emettono in maniera intermittente e non regolare, e comunque per piccoli periodi (es. qualche ora al giorno).

In conseguenza, dal punto di vista della disaggregazione temporale dell'inventario, per ciascuna attività, sono prese in considerazione:

- la disaggregazione oraria (nel corso delle ventiquattro ore);
- la disaggregazione stagionale (nei differenti mesi);
- la disaggregazione fra giorni festivi, prefestivi e feriali.

Tale variazione è in generale legata a parametri dipendenti dalla temperatura e a parametri di tipo comportamentale o sociale quali l'orario lavorativo, i tassi di produzione, la richiesta di energia elettrica, ecc.

La quantità di inquinante i emesso a causa dell'attività j nell'ora h del giorno della settimana g del mese m è data da:

$$E_{ijmgh} = E_{ij} \cdot f_m \cdot f_g \cdot f_h / 8760$$

dove: E_{ij} è la quantità annuale di inquinante i emesso a causa dell'attività j , f_m è il fattore di distribuzione per i differenti mesi, f_g è il fattore di distribuzione per i differenti giorni della settimana, f_h è il fattore di distribuzione per le differenti ore del giorno.

I fattori f_m , f_g , f_h sono tali che la somma su tutti i mesi giorni della settimana e ore nel giorno sia uguale a 8760.

2.14 Disaggregazione spaziale delle emissioni sul reticolo 1 km x 1 km

La dimensione territoriale dell'inventario è quella comunale. All'interno del territorio comunale le emissioni puntuali e lineari sono stimate singolarmente e singolarmente posizionate sul territorio in base alle coordinate Gauss-Boaga dei punti e degli estremi delle rette mentre le emissioni diffuse stimate a livello di comune possono essere distribuite su un reticolo a maglie quadrate di lato 1 km.

In questo contesto si può suddividere il problema nei seguenti casi particolari:

- il dato da distribuire è una variabile estensiva ovvero dipende da una variabile proporzionale al grado di copertura di ogni singola maglia (ad esempio le foreste, le emissioni dal domestico, ecc.); in questo caso si utilizza il grado di copertura della variabile su ogni singola maglia e si rapporta il valore comunale a tale grado di copertura;
- il dato da distribuire è una variabile intensiva ovvero dipende dalla presenza o meno dell'attività stimata a livello comunale sulla singola maglia; in questo caso si utilizza il peso della maglia sul totale comunale ottenuto dalla conoscenza della variabile proxy;

Il secondo caso è simile a quello precedente ed è basato sulla esatta conoscenza della attività sulla singola maglia.

Nel primo caso, invece, si fa ricorso alle mappe sull'uso del suolo, sviluppate nell'ambito del progetto comunitario CORINE Land Cover. A partire dalle mappe è possibile, per ogni attività della classificazione CORINE Land Cover, calcolare la copertura su ogni singola maglia.

Una volta effettuato il calcolo, le emissioni dall'attività i sulla maglia k si ottengono come:

$$E_{ik} = \sum_j (E_{ij} Q_{kj} P_{kl} / \sum_k P_{kl})$$

Dove: i è l'attività le cui emissioni si vuole distribuire sulle maglie, j il comune, k la maglia, l la variabile proxy assegnata all'attività i, E_{ij} l'emissione totale dell'attività i nel comune j, Q_{kj} la porzione della maglia k ricadente nel comune j, P_{kl} la copertura della proxy (o tematismo) l sulla maglia k.

2.15 Metodologia per l'assegnazione dell'incertezza

Nell'aggiornamento IRSE 2010 l'incertezza non è stata valutata.

3. Sintesi regionale dei risultati dell'inventario IRSE 2010

Nel presente capitolo sono riportati i risultati dell'IRSE, relativi all'aggiornamento 2010. E' da precisare che in occasione di ciascun aggiornamento dell'inventario, vengono ricalcolati utilizzando gli eventuali nuovi fattori di emissione e le nuove metodologie di calcolo, tutte le stime relative agli anni precedenti di aggiornamento, così da garantire una maggior coerenza nel confronto delle serie storiche. Nell'ambito dell'aggiornamento al 2010 sono state quindi ricalcolate le stime emissione per gli anni 1995, 2000, 2003, 2005, 2007 e 2010.

Il periodo di tempo di 16 anni (1995 – 2010), nel quale sono disponibili, per gli anni 1995, 2000, 2003, 2005, 2007 e 2010 i dati di emissione dell'IRSE, deve ritenersi più che sufficiente per avvertire ed evidenziare risultati e trend nelle emissioni regionali e, quindi, per valutare i contributi assoluti e relativi della varie tipologie di sorgenti di emissione al fine di impostare con le necessarie priorità le azioni e misure da adottarsi.

Al fine di non appesantire il testo vengono riportate solo alcune elaborazioni come totali regionali con utilizzo rappresentazioni grafiche piuttosto che tabelle. I dati di maggior dettaglio sono scaricabili come tabelle excel dal sito <http://servizi2.regione.toscana.it/aria/>¹.

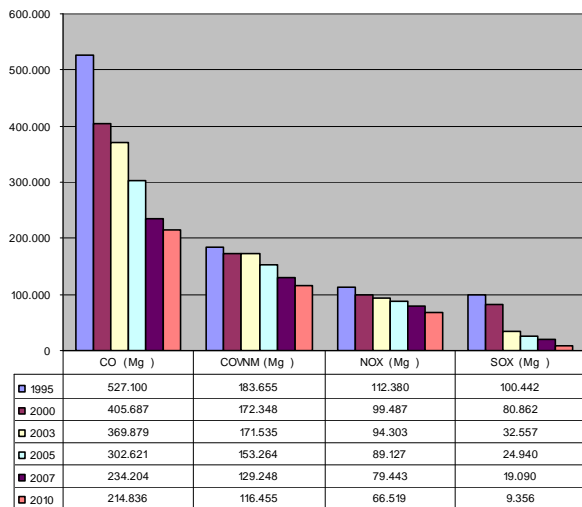
3.1 Inquinanti principali

Di seguito sono riportati gli andamenti relativi alle sostanze inquinanti principali: monossido di carbonio (CO), composti organici volatili non metanici (COVNM), ossidi di azoto (NOX), ossidi di zolfo (SOX), materiale particolato fine PM10 e PM2,5 ammoniaca (NH3) e idrogeno solforato (H2S). Per facilità di lettura è utile raggruppare i macrosettori in quattro gruppi come di seguito descritto.

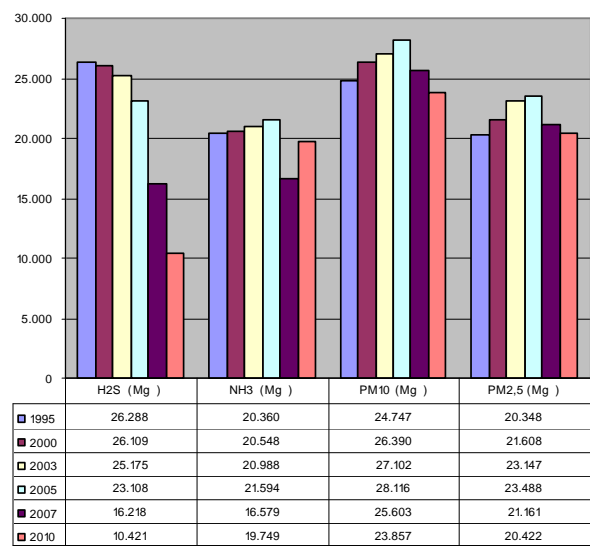
- **Industria** che comprende i macrosettori "Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche", "Impianti di combustione industriale e processi con combustione", "Processi Produttivi" e che, quindi, raggruppa tutte le emissioni derivanti da attività industriali.
- **Riscaldamento** che comprende i macrosettori "Impianti di combustione non industriali".
- **Mobilità** che comprende i macrosettori "Trasporti stradali", "Altre Sorgenti Mobili"
- **Altro** che comprende i macrosettori "Estrazione, distribuzione combustibili fossili ed energia geotermica", "Uso di solventi", "Trattamento e Smaltimento Rifiuti", "Agricoltura", "Natura"

¹ La riproduzione dei dati di emissione ed il loro utilizzo in relazioni, studi, tesi, seminari ecc. è consentito salvo indicazione della fonte "Regione Toscana – Inventario Regionale sulle Sorgenti di Emissione in aria ambiente IRSE – aggiornamento anno 2010"

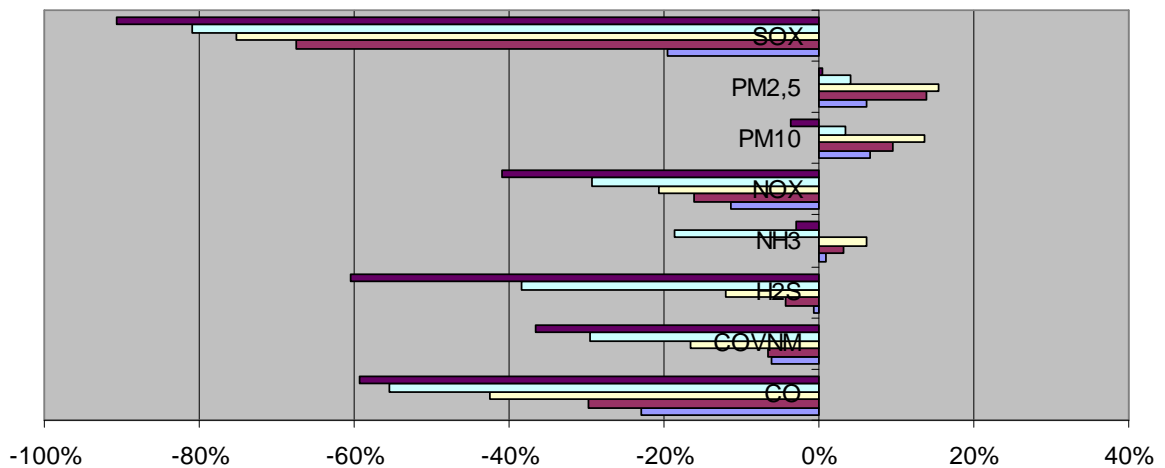
Andamento emissioni inquinanti principali



Andamento emissioni inquinanti principali

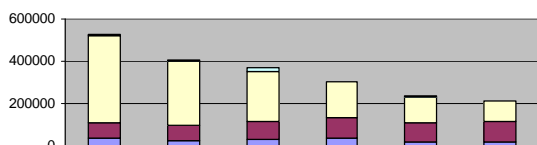


Variazione % emissioni su base 1995



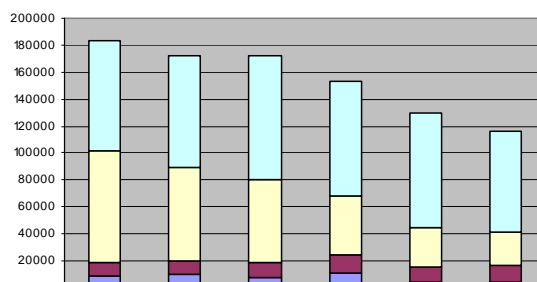
	CO	COVNM	H2S	NH3	NOX	PM10	PM2,5	SOX
2010	-59%	-37%	-60%	-3%	-41%	-4%	0%	-91%
2007	-56%	-30%	-38%	-19%	-29%	3%	4%	-81%
2005	-43%	-17%	-12%	6%	-21%	14%	15%	-75%
2003	-30%	-7%	-4%	3%	-16%	10%	14%	-68%
2000	-23%	-6%	-1%	1%	-11%	7%	6%	-19%

CO (Mg)



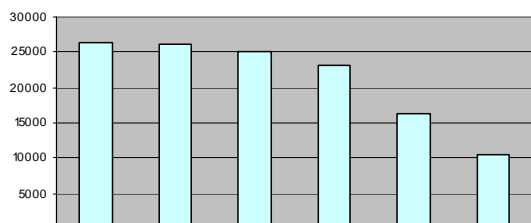
	1995	2000	2003	2005	2007	2010
Altro	3129	4325	16611	2237	3359	455
Mobilità	417823	302715	235975	164654	124384	100553
Riscaldamento	70423	77009	84175	98251	87671	92862
Industria	35725	21637	33118	37478	18790	20967

COVNM (Mg)



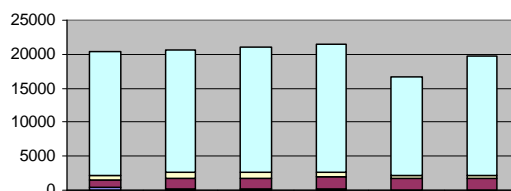
	1995	2000	2003	2005	2007	2010
Altro	82306	82708	91067	85524	84842	75610
Mobilità	82785	69747	61830	43454	28211	23901
Riscaldamento	9453	10346	11316	13223	11792	12467
Industria	912	9548	7322	11063	4404	4476

H2S (Mg)



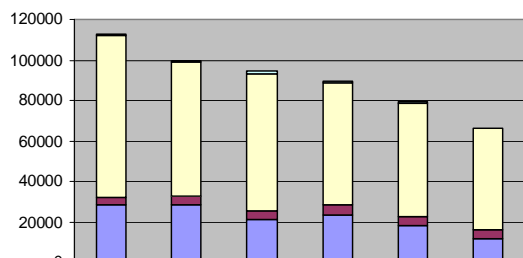
	1995	2000	2003	2005	2007	2010
Altro	26287	26107	25174	23108	16218	10420
Mobilità	0	0	0	0	0	0
Riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Industria	1	2	1	1	1	1

NH3 (Mg)



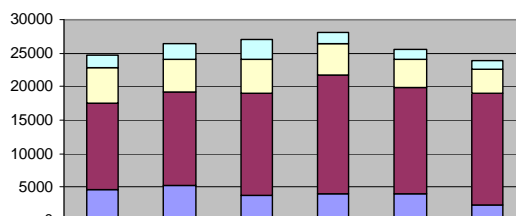
	1995	2000	2003	2005	2007	2010
Altro	18272	17871	18322	18946	14302	17589
Mobilità	476	991	898	726	596	418
Riscaldamento	1273	1388	1511	1764	1574	1668
Industria	338	298	257	158	107	74

NOX (Mg)

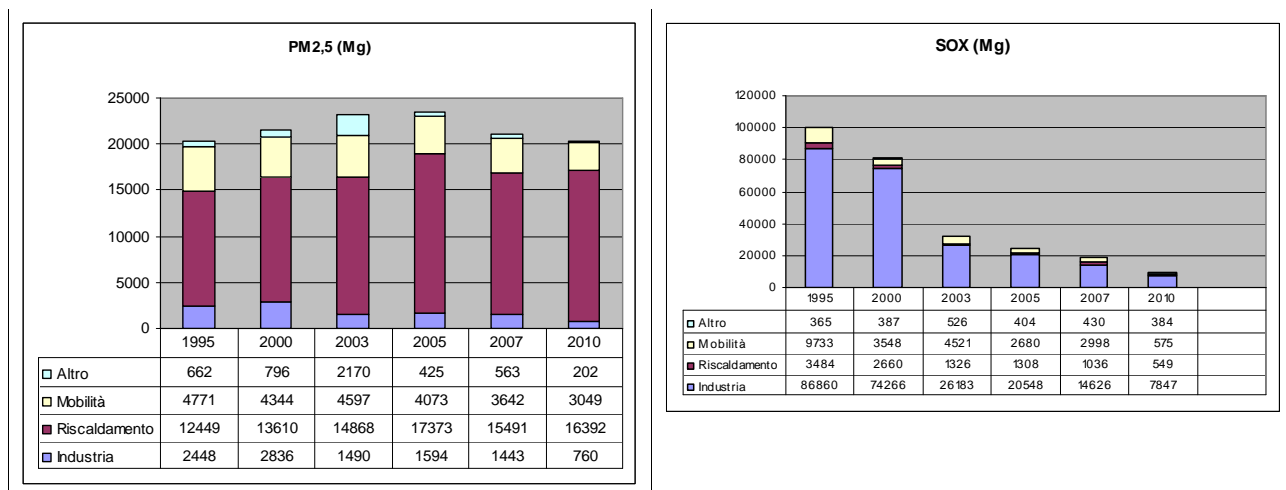


	1995	2000	2003	2005	2007	2010
Altro	570	690	976	576	591	537
Mobilità	79447	65774	67587	60311	56272	49737
Riscaldamento	4243	4481	4540	5138	4541	4714
Industria	28120	28542	21200	23102	18040	11531

PM10 (Mg)



	1995	2000	2003	2005	2007	2010
Altro	1998	2325	3045	1726	1589	1196
Mobilità	5172	4775	5044	4525	4109	3526
Riscaldamento	12826	13995	15248	17813	15882	16798
Industria	4731	5273	3743	4027	4002	2318



I grafici mostrano come per tutte le sostanze inquinanti, ad eccezione del materiale particolato, si è avuta una riduzione rispetto ai valori stimati per l'anno 1995.

Relativamente al **monossido di carbonio (CO)**, il grafico mostra un trend decrescente. Le stime infatti indicano nel 1995 un valore complessivo di 527.100 tonnellate e di 214.836 tonnellate nel 2010, con una riduzione di 312.272 t, pari al 59%, rispetto ai valori del 1995. Il settore che ha avuto le maggiori diminuzioni è quello dei trasporti, con riduzione delle emissioni specifiche, dal 1995 al 2010, di 316.264 t.

Anche le emissioni di **composti organici volatili non metanici (COVNM)** hanno visto una significativa diminuzione dal 1995 al 2010, passando rispettivamente da 183.655 a 116.455 tonnellate, pari ad un decremento del 37%. Analizzando i dati in dettaglio, si nota tuttavia che la quasi totalità del decremento è da ascrivere al settore della mobilità, che ha visto ridurre le emissioni specifiche dal 1995 al 2010 di 58.553 t.

Per quanto riguarda le emissioni di **acido solfidrico (H₂S)**, queste sono ascrivibili nella quasi totalità allo sfruttamento della risorsa geotermica per la produzione di energia elettrica. Le emissioni legate alle attività di concia delle pelli contribuiscono infatti per meno del 1% del totale. Il grafico mostra un andamento decrescente, in particolare nel periodo 2007-2010, dovuta all'installazione di particolari impianti di abbattimento, cosiddetti AMIS (abbattimento mercurio e idrogeno solforato). In particolare, le emissioni dal 1995 al 2010 relative allo sfruttamento della risorsa geotermica sono diminuite da 26.253 t a 10.383 t, con riduzione pari al 60%. E' da precisare che dal 2010 ad oggi si è registrata una ulteriore diminuzione delle emissioni di H₂S da centrali geotermoelettriche, derivante in particolare dalla chiusura della centrale "Piancastagnaio 2", che ha comportato una riduzione di circa 900 tonnellate.

Per quanto riguarda le emissioni di **ammoniaca (NH₃)**, il grafico mostra un andamento relativamente in diminuzione, anche se con un aumento nel 2010 rispetto ai valori del 2007. Su questo andamento incide da una parte la realizzazione di nuove centrali geotermoelettriche, che rappresentano la principale sorgente di emissione di questo inquinante, dall'altra il miglioramento delle tecnologie e la chiusura degli impianti più datati.

Anche le emissioni di **ossidi di azoto (NO_x)** presentano un grafico decrescente con valori dal 1995 al 2010 rispettivamente di 112.380 e 66.519 tonnellate, pari ad una riduzione complessiva del 38%. Tale riduzione è da ascrivere totalmente ai settori della mobilità e dell'industria, che hanno visto entrambi ridurre le loro emissioni dal 1995 al 2010 rispettivamente di 29.710 e 16.690 tonnellate.

Per quanto riguarda il **materiale particolato fine primario PM10 e PM2,5**, i grafici mostrano un andamento leggermente crescente fino al 2005 e una inversione di tendenza nel 2007.

Il settore che maggiormente contribuisce alle emissioni di particolato PM10 e PM2,5 è il riscaldamento, che ha visto aumentare le proprie emissioni dal 1995 al 2010, da 12.826 t a 16.798 t per il PM10 e da 12.449 a 16.392 t per il PM2,5.

Viceversa i settori legati alla mobilità ed all'industria hanno avuto un calo delle emissioni al 2010 rispetto al 1995 rispettivamente di 1.646 e 2.413 t per il PM10 e di 1.722 e 1.688 t per il PM2,5.

E' da precisare che i dati nei grafici si riferiscono al totale regionale. La suddivisione delle emissioni tra le varie sorgenti a livello di singole aree urbane può quindi essere molto diversa.

Le emissioni di **ossidi di zolfo (SOX)** sono quelle che tra il 1995 ed il 2010 hanno avuto il maggior decremento passando rispettivamente da 100.442 a 9.356 tonnellate pari ad una riduzione complessiva del 91%.

Nella tabella seguente sono riportati i valori stimati dei vari inquinanti relativi all'anno 2010 per ciascun macrosettore con l'indicazione in percentuale del relativo peso rispetto al totale regionale.

Emissioni inquinanti principali- totali regionali per macrosettore anno 2010								
	CO (Mg)		COVNM (Mg)		H2S (Mg)		NH3 (Mg)	
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	1.361	1%	186	0%	0	0,0%	19	0%
02 Impianti di combustione non industriali	92.862	43%	12.467	11%	0	0,0%	1.668	8%
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	3.874	2%	230	0%	0	0,0%	32	0%
04 Processi produttivi	15.732	7%	4.060	3%	1	0,0%	23	0%
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0	0%	2.196	2%	10.383	99,6%	10.019	51%
06 Uso di solventi	0	0%	59.296	51%	38	0,4%	2	0%
07 Trasporti stradali	97.964	46%	23.037	20%	0	0,0%	417	2%
08 Altre sorgenti mobili e macchine	2.589	1%	864	1%	0	0,0%	1	0%
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	72	0%	879	1%	0	0,0%	752	4%
10 Agricoltura	1	0%	1.938	2%	0	0,0%	6.811	34%
11 Altre sorgenti/Natura	381	0%	11.300	10%	0	0,0%	5	0%
Totale	214.836		116.455		10.421		19.749	
	NOX (Mg)		PM10 (Mg)		PM2,5 (Mg)		SOX (Mg)	
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	3.721,2	6%	168,8	1%	141,7	1%	4.786,2	51%
02 Impianti di combustione non industriali	4.713,5	7%	16.797,9	70%	16.392,0	80%	549,4	6%
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	7.573,2	11%	107,7	0%	101,5	0%	1.398,1	15%
04 Processi produttivi	236,5	0%	2.041,4	9%	516,8	3%	1.663,5	18%
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0,0	0%	0,0	0%	0,0	0%	0,0	0%
06 Uso di solventi	0,0	0%	47,5	0%	43,9	0%	0,0	0%
07 Trasporti stradali	38.714,8	58%	3.139,3	13%	2.663,8	13%	49,4	1%
08 Altre sorgenti mobili e macchine	11.022,4	17%	387,2	2%	385,0	2%	525,6	6%
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	526,7	1%	2,6	0%	2,6	0%	380,3	4%
10 Agricoltura	0,1	0%	1.117,9	5%	128,1	1%	0,0	0%
11 Altre sorgenti/Natura	10,7	0%	46,3	0%	46,3	0%	3,6	0%
Totale	66.519,0		23.856,6		20.421,7		9.356,0	

Per il **monossido di carbonio (CO)**, il settore con le maggiori emissioni è quello dei trasporti stradali con il 46%, seguito dal riscaldamento domestico con il 43%. La riduzione delle emissioni di questo inquinante è auspicabile non tanto per la riduzione dei valori di concentrazione di CO, che non superano i limiti di legge, ma perché questo inquinante partecipa alla formazione di ozono troposferico, che, viceversa, presenta valori di concentrazione superiori ai limiti di legge.

L'emissione dei **composti organici volatili non metanici (COVNM)** avviene principalmente dai

dal settore uso di solventi con il 51% e dai trasporti stradali e riscaldamento domestico con rispettivamente 20% e 11% del totale regionale. Anche per questo inquinante la riduzione delle emissioni è da ricercare in quanto esso partecipa alla formazione di ozono troposferico.

Per quanto riguarda le emissioni di **acido solfidrico (H₂S)** queste, come detto, sono nella quasi totalità ascrivibili alle emissioni delle centrali geotermoelettriche con il 99,6% del totale. Per questo inquinante è opportuno ricercare una riduzione delle emissioni, sia per la riduzione degli effetti locali che in quanto precursore del materiale particolato fine di origine secondaria.

L'**ammoniaca (NH₃)** è emessa principalmente dalle centrali geotermoelettriche (51%) e dall'agricoltura (34%), più precisamente dagli allevamenti. Anche questo inquinante è precursore del materiale particolato fine di origine secondaria.

Per quanto riguarda gli **ossidi di azoto (NO_x)**, il settore con le maggiori emissioni è rappresentato dai trasporti stradali con il 58% delle emissioni regionali. Altre fonti rilevanti sono i processi di combustione nell'industria con il 11% e le altre sorgenti mobili (porti, aeroporti, macchine agricole, ecc.) con il 17% e il riscaldamento domestico con il 7%. La riduzione delle emissioni di NO_x è da ricercare sia perché NO_x è precursore del biossido di azoto NO₂, per il quale persistono situazioni di criticità, sia perché partecipa alla formazione di PM₁₀ e PM_{2,5} di origine secondaria, nonché alla formazione di ozono troposferico.

Relativamente al **materiale particolato fine primario PM₁₀ e PM_{2,5}** il settore di gran lunga predominante per le emissioni è rappresentato dal riscaldamento domestico ed in particolare dalla combustione di biomasse, che contribuisce al 70% del PM₁₀ e a 80% del PM_{2,5} del totale regionale. Altro settore rilevante è quello dei trasporti stradali (13% per PM₁₀ e 13% per PM_{2,5}) in considerazione soprattutto delle modalità di emissione (scappamento a livello del suolo) ed alla loro concentrazione nelle aree urbane. Come già indicato il PM₁₀ presenta situazioni di criticità in particolare nelle aree urbane vicine a zone di traffico intenso. Per quanto detto quindi la riduzione delle emissioni di questo inquinante dovrà essere ricercata sia nel settore del riscaldamento domestico, con particolare riferimento combustione della biomassa, sia nella riduzione delle emissioni da traffico ed in particolare dai veicoli diesel.

Le emissioni di **ossidi di zolfo (SO_x)** derivano per la loro totalità dai settori legati alle produzioni di energia con centrali termoelettriche (51%), dalla combustione nell'industria (15%) e dai processi produttivi (18%). Anche per questo inquinante la riduzione delle emissioni è da ricercare non tanto per la riduzione dei valori di concentrazione di biossido di zolfo, di cui gli SO_x sono precursori, che presentano livelli di qualità dell'aria ampiamente sotto i limiti di legge, ma soprattutto perché gli ossidi di zolfo partecipano alla formazione di PM₁₀ e PM_{2,5} di origine secondaria.

3.2 Metalli pesanti

Le emissioni di **arsenico (As)** (pari a circa 634 kg nel 2010) sono principalmente dovute al settore Estrazione e distribuzione combustibili ed energia geotermica (52% con circa 331 kg) ed al settore dei Processi senza combustione (31% con circa 194 kg).

Le emissioni di **cadmio (Cd)** (pari a circa 623 kg nel 2010) sono principalmente dovute al settore degli Impianti di combustione non industriali (48% con circa 300 kg) e al settore dei Processi senza combustione (44% con circa 277 kg).

Le emissioni di **cromo (Cr)** (pari a circa 1.568 kg nel 2010) sono principalmente dovute al settore degli Impianti di combustione non industriali (36% con circa 562 kg) e al settore della Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche (41% con circa 648 kg).

Le emissioni di **rame (Cu)** (pari a circa 8.028 kg nel 2010) sono principalmente dovute ai Trasporti Stradali (51% con circa 4.076 kg) e ai Processi senza combustione (41% con circa 3.272 kg).

Le emissioni di **mercurio (Hg)** (pari a circa 968 kg nel 2010) sono principalmente dovute al settore Estrazione e distribuzione combustibili ed energia geotermica (90% con circa 872 kg).

Le emissioni di **nichel (Ni)** (pari a circa 3.167 kg nel 2010) sono principalmente dovute al settore Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche (77% con circa 2.434 kg).

Le emissioni di **piombo (Pb)** (pari a circa 13.686 kg nel 2010) sono principalmente dovute ai Processi senza combustione (93% con circa 12.696 kg).

Le emissioni di **selenio (Se)** (pari a circa 250 kg nel 2010) sono principalmente dovute ai Processi senza combustione (63% con circa 157 kg).

Le emissioni di **zinco (Zn)** (pari a circa 61.469 kg nel 2010) sono principalmente dovute ai Processi senza combustione (71% con circa 43.859 kg) e al settore dei Impianti di combustione non industriali (20% con circa 11.844 kg).

3.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici e Benzene

Le emissioni di **Benzo[a]pirene (BAP)** (pari a circa 2.885 kg nel 2010) sono principalmente dovute al settore Impianti di combustione non industriali (96% con circa 2.760,61 kg).

Le emissioni di **Benzo[b]fluorantene (BBF)** (pari a circa 2.678 kg nel 2010) sono principalmente dovute al settore Impianti di combustione non industriali (95% con circa 2.534 kg).

Le emissioni di **Benzo[k]fluorantene (BKF)** (pari a circa 1.037 kg nel 2010) sono principalmente dovute al settore Impianti di combustione non industriali (92% con circa 959 kg).

Le emissioni di **Indeno[123cd]pirene (INP)** (pari a circa 1.687 kg nel 2010) sono principalmente dovute agli Impianti di combustione non industriali (96% con circa 1.619 kg).

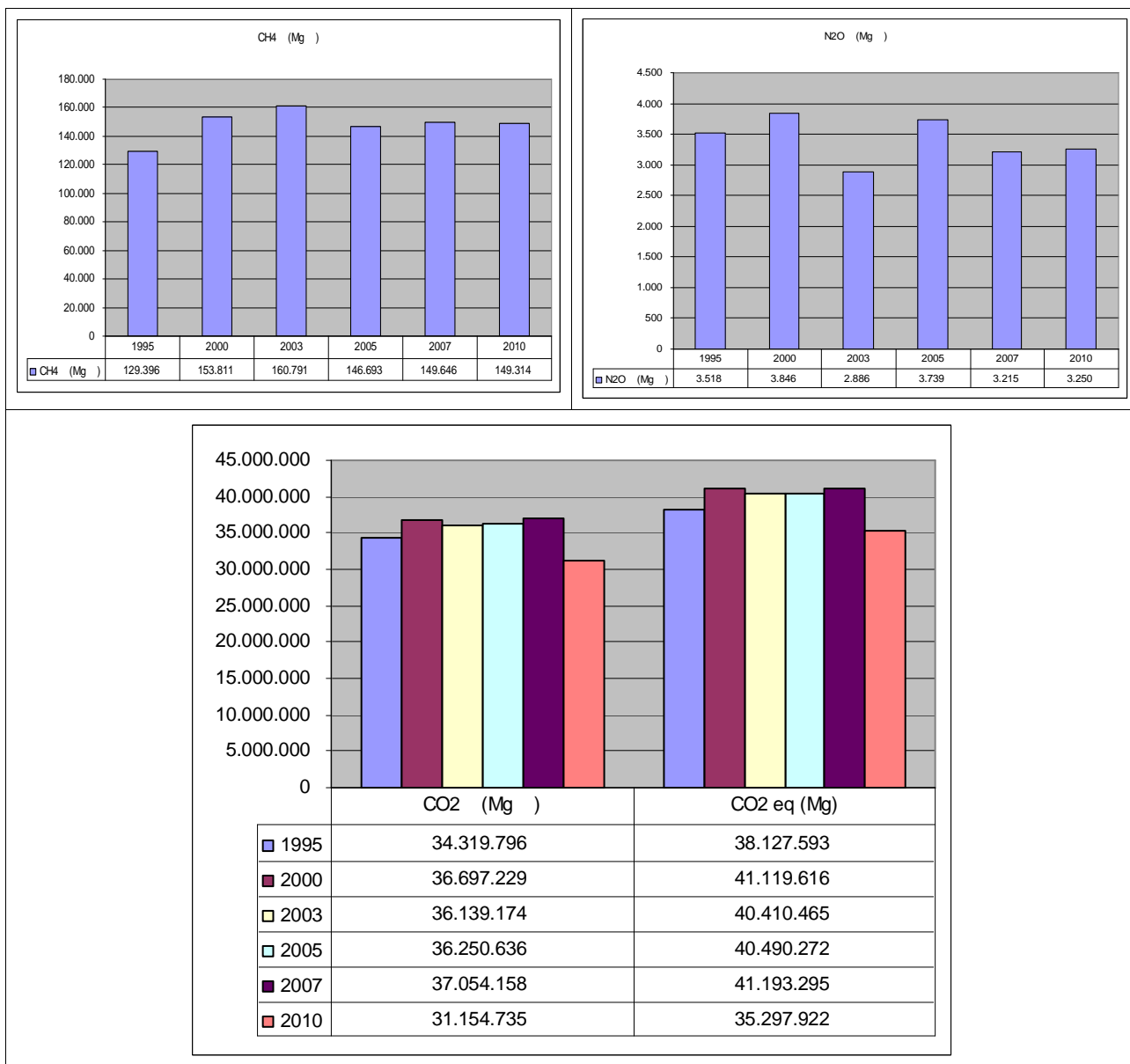
Le emissioni di **benzene (C₆H₆)** (pari a circa 2.025.663 kg nel 2010) sono principalmente agli Impianti di combustione non industriali (62% con circa 1.264.328 kg) ed ai Trasporti stradali (36% con circa 727.182 kg).

Le emissioni di **black carbon (BC)** (circa 3.234.994 kg) sono principalmente dovute al settore degli Impianti di combustione non industriali (54% con circa 1.742.379 kg). ed ai Trasporti stradali (40% con circa 1.285.715 kg).

3.4 Gas serra

Relativamente alle emissioni di gas serra di seguito si riportano i grafici degli andamenti delle emissioni dei gas climalteranti metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O) e anidride carbonica (CO₂) sia singolarmente sia espresse come CO₂ equivalente².

² Per il calcolo della CO₂ equivalente si utilizza la seguente formula: CO₂ eq=CO₂+ 21xCH₄ + 310xN₂O



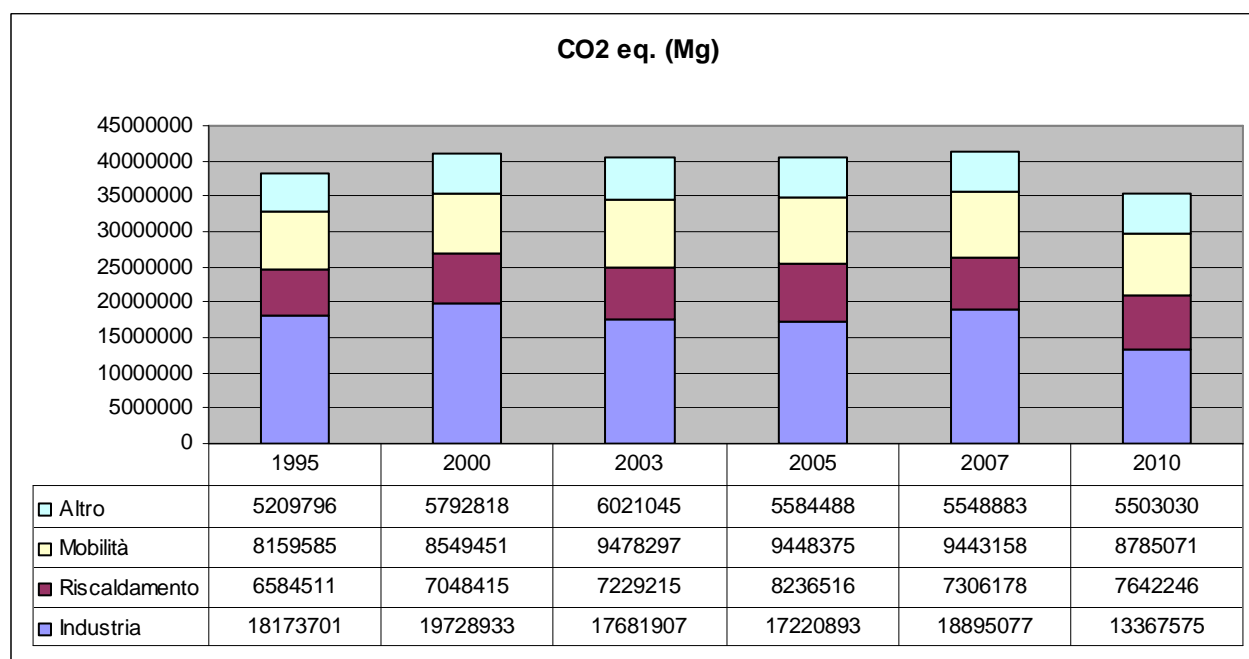
I grafici mostrano un apprezzabile decremento per quanto riguarda le emissioni di CO₂, mentre le emissioni di metano e protossido di azoto non presentano un chiaro trend decrescente.

Di seguito è riportata la suddivisione per macrosettori delle emissioni dei gas climalteranti al 2010

Emissioni gas climateranti totali regionali per macrosettore anno 2010								
	CO2 (Mg)		CH4 (Mg)		N2O (Mg)		CO2 eq (Mg)	
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	6.397.240	21%	310	0%	76	2%	6.427.168	18%
02 Impianti di combustione non industriali	7.108.975	23%	21.591	14%	258	8%	7.642.246	22%
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	3.792.900	12%	595	0%	62	2%	3.824.491	11%
04 Processi produttivi	3.082.038	10%	1.613	1%	0	0%	3.115.916	9%
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	1.827.232	6%	14.595	10%	0	0%	2.133.733	6%
06 Uso di solventi	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
07 Trasporti stradali	7.771.479	25%	1.327	1%	604	19%	7.986.582	23%
08 Altre sorgenti mobili e macchine	736.872	2%	50	0%	195	6%	798.489	2%
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	432.413	1%	95.162	64%	128	4%	2.470.451	7%
10 Agricoltura	0	0%	13.613	9%	1.921	59%	881.342	2%
11 Altre sorgenti/Natura	5.587	0%	458	0%	7	0%	17.504	0%
Totale	31.154.735		149.314		3.250		35.297.922	
variazione rispetto al 1990	1.441.116	5%	60.573	68%	-1.017	-24%	2.397.960	7%

Per quanto riguarda i gas serra, i settori con le maggiori emissioni sono quelli relativi al riscaldamento domestico con il 22% (in termini di CO2 equivalente), il settore dei trasporti stradali con il 23%, il settore della combustione per la produzione di energia, con il 18%.

Come già evidenziato relativamente alle altre sostanze inquinanti è utile raggruppare per la CO2 equivalente i macrosettori nei quattro gruppi già descritti.



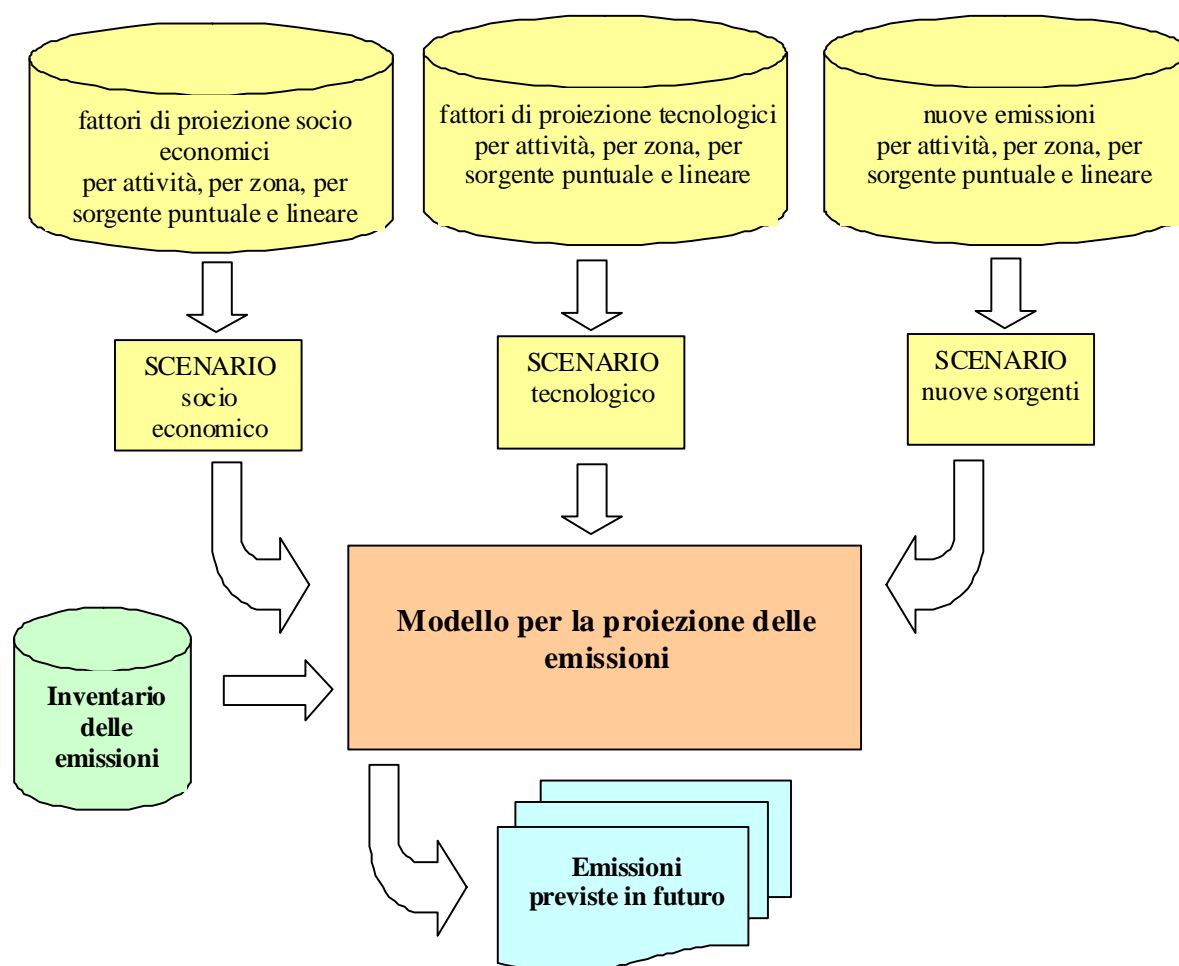
Il grafico mostra come gli unici macrosettori che hanno visto ridursi le emissioni di CO2 equivalente sono quelli legati all'industria, mentre per tutti gli altri si è assistito, rispetto ai dati 1995, ad un aumento più o meno accentuato.

4 Scenari emissivi di riferimento

Nel presente capitolo, dopo una descrizione della metodologia applicata per costruire scenari emissivi a livello regionale, vengono presentati i risultati degli scenari emissivi ottenuti con la stima delle emissioni totali regionali al 2015, al 2020 ed al 2025 partendo dalla base emissiva regionale del 2010 come rappresentata dall'ultimo aggiornamento dell'IRSE.

4.1 Metodologia per la stima degli scenari emissivi

Lo schema operativo per l'ottenimento degli scenari mediante la proiezione delle emissioni future è riportato nella figura seguente.



La base della valutazione è costituita dallo "scenario di riferimento", ovvero lo scenario elaborato sulla base delle norme e dei provvedimenti vigenti a livello europeo, nazionale, regionale, provinciale e comunale aventi rilievo in materia di inquinamento atmosferico già programmati,

elaborato sulla base dell'analisi dell'andamento tendenziale dei principali indicatori delle attività responsabili delle emissioni.

Lo scenario di riferimento è lo scenario base con cui sono confrontati gli scenari alternativi al fine della determinazione dei possibili interventi che minimizzano i costi una volta stabiliti gli obiettivi di risanamento della qualità dell'aria.

Tale scenario è elaborato sulla base dell'analisi dell'andamento tendenziale dei principali indicatori delle attività responsabili delle emissioni, nonché sulla base degli effetti delle misure sulla limitazione o controllo delle emissioni che derivano dal quadro delle norme e dei provvedimenti vigenti a livello europeo, nazionale, regionale, provinciale e comunale.

Una volta costituito lo scenario emissivo potrà essere costituito uno scenario di riferimento della qualità dell'aria. Esso può essere elaborato attraverso l'utilizzo di modelli di dispersione e trasformazione in atmosfera degli inquinanti, potrà dare informazioni sull'andamento tendenziale della qualità dell'aria alla data prevista per il raggiungimento dei valori limite.

La metodologia generale per definire la proiezione delle emissioni ad una certa data è schematizzabile nella seguente formula:

$$E_{future} = E_{anno 0} \times D_{economici} \times D_{tecnologici}$$

dove:

- E_{future} sono le emissioni stimate per l'anno x per un determinato inquinante, per tipologia di sorgente (diffusa, lineare, puntuale), per una specifica attività e per una specifica zona (comune);
- E_{anno0} sono le emissioni stimate per l'anno di riferimento (2010) per un determinato inquinante, per tipologia di sorgente (diffusa, lineare, puntuale), per una specifica attività e per una specifica zona (comune);
- $D_{economici}$ sono indicatori (esempio Popolazione, PIL, ecc.) che permettono una stima dell'andamento temporale dell'indicatore dell'attività (es. consumi di combustibile, ecc.);
- $D_{tecnologici}$ sono indicatori (esempio composizione parco veicolare, ecc.) che permettono una stima dell'andamento temporale dell'indicatore del fattore di emissione dell'attività;

Lo scenario di riferimento costruito sulla base dei dati IRSE al 2010 è quello tendenziale nell'ipotesi che non siano intraprese ulteriori misure e interventi (compresi quelli del presente piano) oltre a quelli già definiti e programmati ai vari livelli istituzionali o di prossima adozione. Tale scenario è costruito definendo dei fattori di proiezione, che si basano sulle previsioni economiche e demografiche, su quanto previsto dalla Regione sino all'anno 2020 in programmazioni e strategie in materia di energia e trasporto e sulle misure previste dalle AIA nazionali.

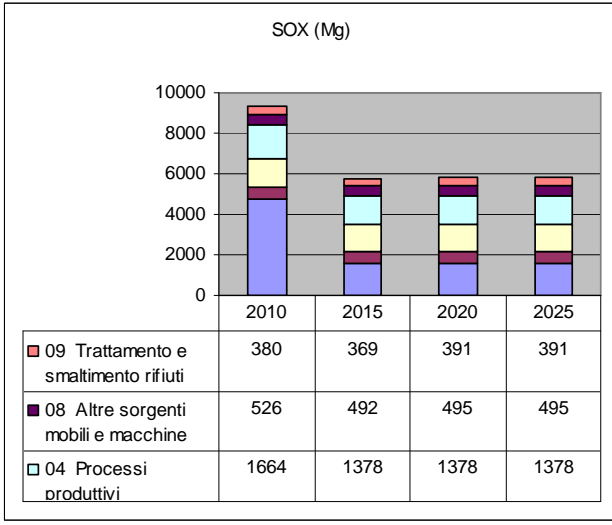
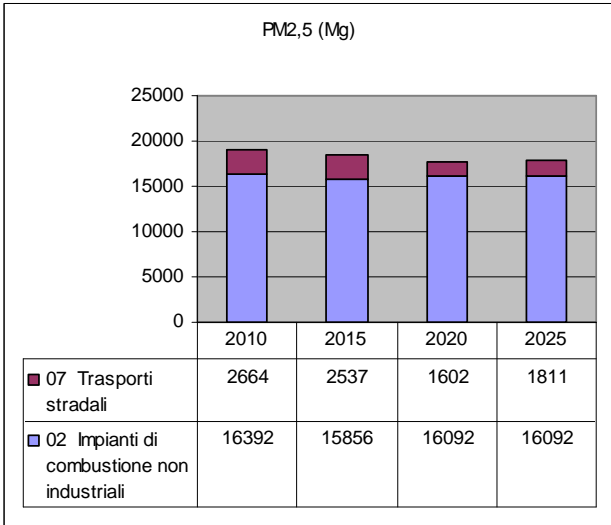
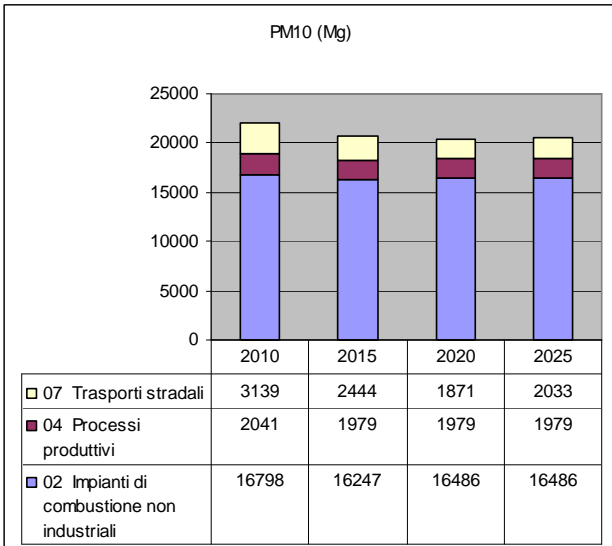
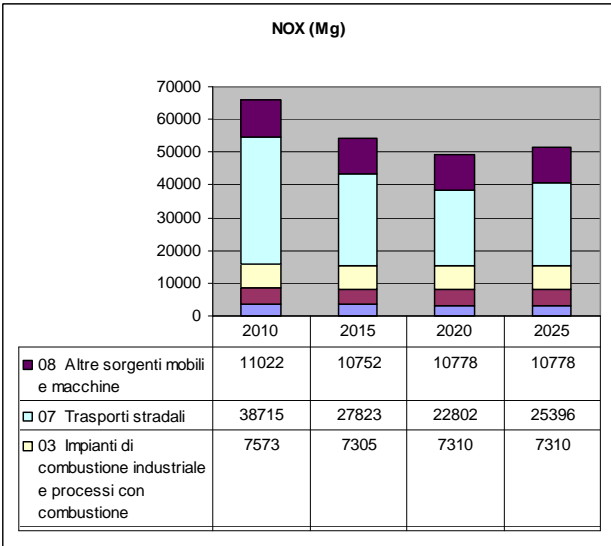
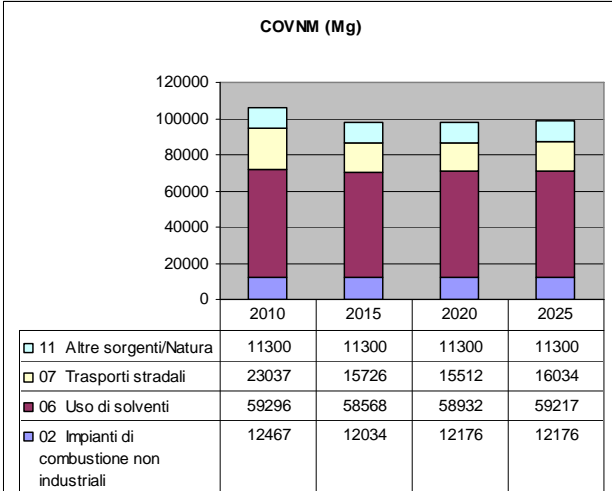
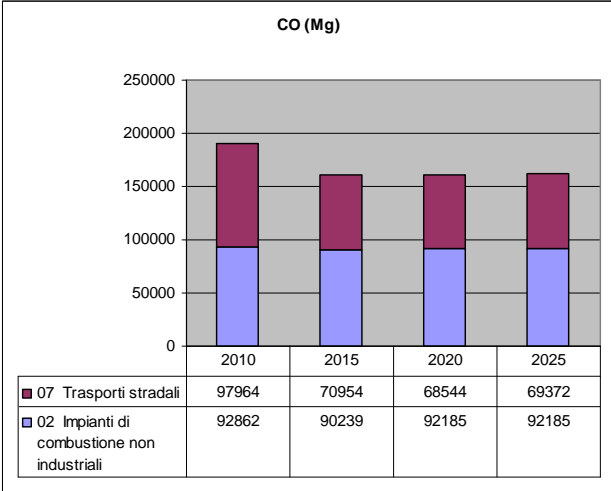
Nel dettaglio sono state considerate in particolare:

- le previsioni sulla popolazione regionale tratte dal sito dell'Istat (DemoIstat);
- le previsioni del PIL regionale (fonte IRPET);
- le seguenti misure sulle infrastrutture di trasporto stradale e portuale:
- l'elettrificazione del Porto di Livorno per quanta riguarda la calate Sgarallino;
- la sostituzione di 32 vecchi autobus a gasolio Euro 0 con altrettanti autobus di nuova generazione a metano;

- l'introduzione di nuove piste ciclabili e di nuove zone pedonali nei comuni ricadenti in zone di risanamento;
- i seguenti obiettivi della pianificazione energetica:
- l'obiettivo target del 16,5% di consumo da rinnovabili termiche ed elettriche sul consumo energetico regionale così come assegnato dal decreto Burden Sharing e recepito dal Piano Ambientale Energetico Regionale (PAER);
- la riduzione dei consumi energetici finali del 20% pari a un consumo non superiore al 2020 a 9429 Ktep previste dal Piano Ambientale Energetico Regionale (PAER);
- gli interventi e le misure previste dalle AIA nazionali (tratte dal sito del Ministero della Tutela del Territorio e del Mare) riguardanti nello specifico:
- la realizzazione del terminale galleggiante a Livorno per la rigassificazione del GNL da parte della società OLT (Offshore LNG Toscana);
- il rispetto dei limiti normativi delle concentrazioni ai camini rivolti alla Raffineria di Livorno, allo stabilimento di produzione di acido solforico e oleum a Scarlino gestito dalla Nuova Solimine (DVA-DEC-2010-0000997_NUOVASOLMINESCARLINO) e alla centrale di Collesalveti Eni Power (DVA-DEC-2011-0000018-ENIPOWER-Collesalveti).
- l'art.5 del D.Lgs.36/2003 che fissa come obiettivo finale di riduzione dei rifiuti urbani biodegradabili il valore di 81 Kg/anno per abitante nel 2018 da raggiungere a livello di Ambito Territoriale Ottimale (ATO) (attraverso la seguente gradualità: 173 Kg/anno per abitante nel 2008; 115 Kg/anno nel 2011);
- la previsione delle emissioni all'anno 2020 di inquinanti da traffico stradale, ottenute combinando le variazioni di domanda di trasporto contemplate dal Piano Regionale dei Trasporti con le variazioni di tecnologie motori previste dal ciclo di vita dei veicoli da trasporto privato e commerciale elaborate sulla base dei dati degli studi ANFIA (Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica) relativi alla consistenza del parco autoveicoli secondo l'età e all'evoluzione del parco veicoli commerciali.
- Il nuovo inceneritore di rifiuti solidi urbani previsto nel Comune di Sesto Fiorentino (FI) in località Case Passerini, a partire dal 2020
- l'incremento dei voli e dei passeggeri per l'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze previsto a seguito dell'adozione dell'integrazione al piano di indirizzo territoriale (PIT) per la definizione del Parco agricolo della Piana e per la qualificazione dell'aeroporto di Firenze (Deliberazione di Consiglio Regionale del 24 luglio 2013, n. 74.)

4.2 Le emissioni di scenario per gli inquinati principali

Nel seguito sono riportati i risultati delle proiezioni dei principali inquinanti per macrosettore con le ipotesi sopra descritte. Per facilità di lettura, sono riportati solo i macrosettori che presentano i maggiori contributi alle emissioni, in particolare quelli con una emissione maggiore del 5% rispetto al totale regionale.



Per quanto riguarda il **monossido di carbonio (CO)** si assiste ad una riduzione al 2015 derivante nella quasi totalità ai trasporti stradali, per poi avere una sostanziale costanza nelle emissioni..

Con riferimento alle emissioni degli **ossidi di azoto (NOX)** si assiste, rispetto ai dati del 2010, ad una riduzione globale del 18% al 2015, del 25% al 2020 e del 21% al 2025 dovuta soprattutto all'evoluzione delle emissioni relative ai trasporti.

Relativamente ai **composti organici volatili non metanici (COVNM)** si assiste ad una riduzione pari al 8% fino al 2020 dovuta soprattutto all'evoluzione delle emissioni relative ai trasporti.

Le emissioni di **materiale particolato fine primario PM10 e PM2,5** sono dovute principalmente alla combustione di biomassa per riscaldamento domestico e ai trasporti, diminuiscono al 2015 rispettivamente del 6% e 3%. Nel 2020, in considerazione delle politiche per il raggiungimento degli obiettivi di Burden Sharing, che chiedono un incremento del consumo di energia da biomasse, si assiste a un leggero incremento delle emissioni nel settore del riscaldamento compensato da un ulteriore decremento delle emissioni legate ai trasporti. Le riduzioni percentuali stimate al 2020 e 2025 sono uguali per il PM10 e PM2,5 e valgono rispettivamente il 7% e 6%

Per quanto riguarda le emissioni di **ossidi di zolfo (SOX)**, si prevede un significativa riduzione nel 2015 pari al 39%, derivante in particolare dalla combustione per la produzione di energia.

Nella tabella seguente sono riportati in dettaglio per macrosettore le emissioni stimate per gli inquinanti principali come scenario tendenziale.

Tabella emissioni scenario tendenziale per macrosettore

	CO (Mg)				COVNM (Mg)				NOX (Mg)			
	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	1361	1314	1237	1237	186	186	186	186	3721	3454	3288	3288
02 Impianti di combustione non industriali	92862	90239	92185	92185	12467	12034	12176	12176	4714	4637	4871	4871
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	3874	3733	3735	3735	230	223	223	223	7573	7305	7310	7310
04 Processi produttivi	15732	15248	15248	15248	4060	4018	4033	4046	237	229	229	229
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0	0	0	0	2196	2243	2243	2243	0	0	0	0
06 Uso di solventi	0	0	0	0	59296	58568	58932	59217	0	0	0	0
07 Trasporti stradali	97964	70954	68544	69372	23037	15726	15512	16034	38715	27823	22802	25396
08 Altre sorgenti mobili e macchine	2589	2577	2621	2621	864	848	857	857	11022	10752	10778	10778
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	72	69	76	75	879	437	292	211	527	518	592	592
10 Agricoltura	1	1	1	1	1938	1938	1938	1938	0	0	0	0
11 Altre sorgenti/Natura	381	381	381	381	11300	11300	11300	11300	11	11	11	11
totale	214836	184517	184028	184856	116455	107520	107691	108429	66519	54728	49881	52475

	PM10 (Mg)				PM2,5 (Mg)				SOX (Mg)			
	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025
01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	169	169	169	169	142	142	142	142	4786	1603	1603	1603
02 Impianti di combustione non industriali	16798	16247	16486	16486	16392	15856	16092	16092	549	544	578	578
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	108	106	106	106	102	99	100	100	1398	1360	1360	1360
04 Processi produttivi	2041	1979	1979	1979	517	501	501	501	1664	1378	1378	1378
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 Uso di solventi	47	47	47	47	44	43	43	43	0	0	0	0
07 Trasporti stradali	3139	2444	1871	2033	2664	2537	1602	1811	49	34	25	20
08 Altre sorgenti mobili e macchine	387	379	379	379	385	376	377	377	526	492	495	495
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	3	3	6	6	3	3	6	6	380	369	391	391
10 Agricoltura	1118	1118	1118	1118	128	128	128	128	0	0	0	0
11 Altre sorgenti/Natura	46	46	46	46	46	46	46	46	4	4	4	4
totale	23857	22536	22205	22368	20422	19731	19035	19245	9356	5784	5834	5830

