

4. Lo stato della qualità dell'aria



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



AGENZIA PROVINCIALE
PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

4.1 Le sorgenti emissive

Le sorgenti emissive a livello provinciale vengono individuate e quantificate attraverso la redazione dell'inventario provinciale delle emissioni in atmosfera. L'inventario delle emissioni costituisce una raccolta coerente dei valori delle emissioni disaggregati per attività, unità territoriale (*scala comunale*), combustibile utilizzato, inquinante e tipologia di emissione in un'unità spazio-temporale definita.

La redazione e il periodico aggiornamento dell'inventario delle emissioni rientra tra le attività finalizzate alla gestione della qualità dell'aria e rappresenta un passaggio propedeutico alla definizione degli strumenti di pianificazione, nonché all'utilizzo di modelli matematici finalizzati alla valutazione della qualità dell'aria stessa.

L'inventario delle emissioni è redatto ai sensi dell'Art. 22 del d.lgs. n. 155 del 13 agosto 2010:

“Lo Stato, le regioni e le province autonome elaborano i rispettivi inventari delle emissioni, aventi adeguata risoluzione spaziale e temporale [...]. L'ISPRA provvede, ogni cinque anni, e per la prima volta entro il 2012 con riferimento all'anno 2010, a scalare su base provinciale l'inventario nazionale [...] al fine di consentire l'armonizzazione con gli inventari delle regioni e delle province autonome. Gli inventari delle regioni e delle province autonome sono predisposti con cadenza almeno triennale e, comunque, con riferimento a tutti gli anni per i quali lo Stato provvede a scalare l'inventario nazionale su base provinciale. Tali inventari sono predisposti per la prima volta con riferimento all'anno 2010. Per ciascun anno in riferimento al quale lo Stato provvede a scalare l'inventario nazionale su base provinciale, le regioni e le province autonome armonizzano, sulla base degli indirizzi espressi dal Coordinamento di cui all'articolo 20, i propri inventari con tale inventario nazionale scalato su base provinciale. [...]”

La Provincia autonoma di Trento aggiorna l'inventario provinciale con cadenza almeno triennale e, comunque, con riferimento a tutti gli anni per i quali lo Stato provvede a scalare l'inventario nazionale su base provinciale, in coerenza con quanto previsto nel decreto, e lo armonizza periodicamente con l'inventario nazionale.

L'inventario è stato elaborato per la prima volta con riferimento all'anno 2004 ed è stato poi aggiornato con riferimento agli anni 2005, 2007, 2010 e 2013.

A partire dall'aggiornamento all'anno 2005 è stato adottato il sistema di calcolo INventario delle EMissioni in ARia (**INEMAR**)⁷, sviluppato inizialmente dalla Regione Lombardia, attualmente gestito da ARPA Lombardia e condiviso con le amministrazioni

Provincia autonoma di Bolzano, Regione Lombardia, Regione Piemonte, Regione Emilia Romagna, Regione Veneto, Regione Friuli Venezia Giulia e Regione Puglia.

Le emissioni vengono classificate secondo la codifica COOrdination Information AIR (**CORINAIR**) con una nomenclatura univoca per le sorgenti emissive denominata Selected Nomenclature for Air Pollution (**SNAP**), in funzione di macrosettori, settori e attività.

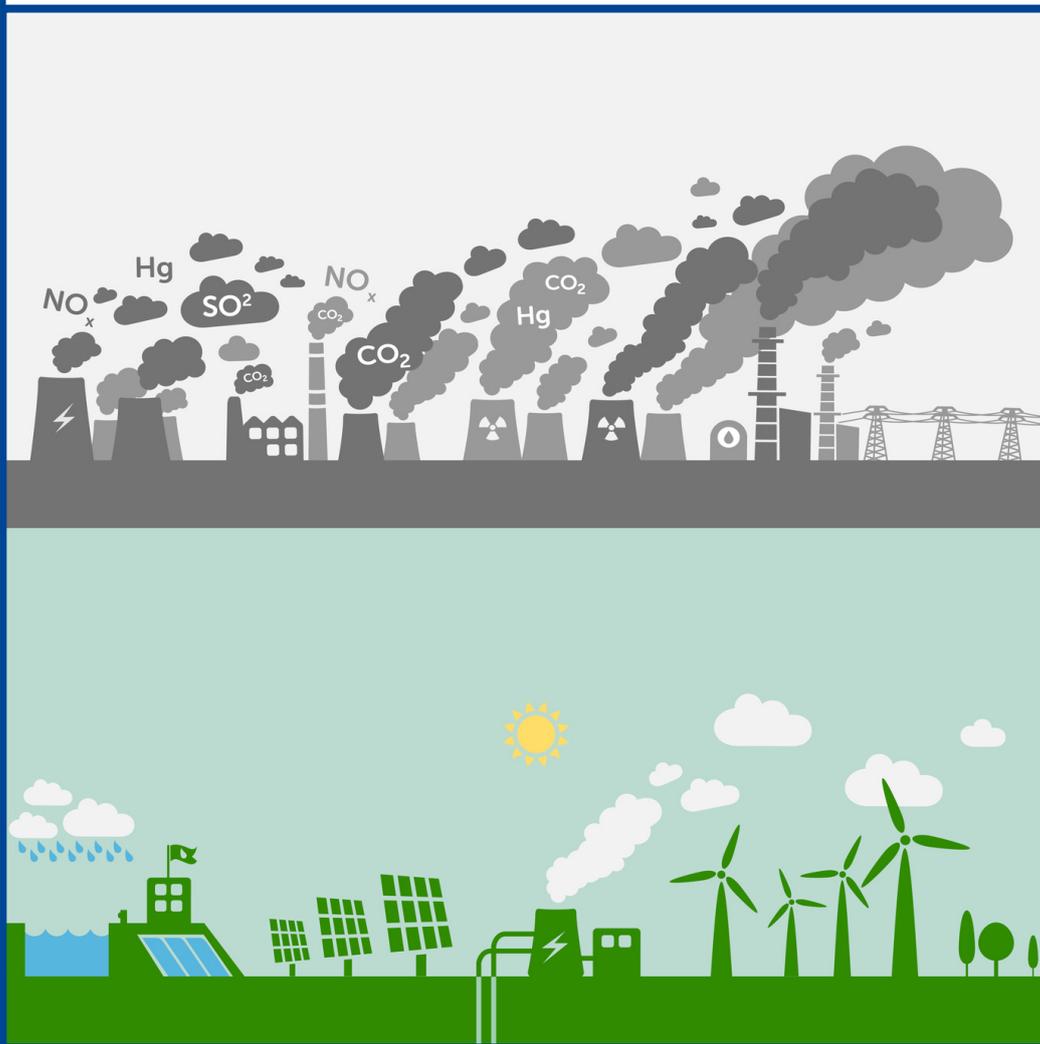
⁷ <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/FontiEmissioni/>

Sono inoltre catalogate in base al dettaglio spaziale (*emissioni diffuse, puntuali e lineari*). INEMAR calcola le emissioni dei principali macroinquinanti (SO_2 , NO_x , COV, CH_4 , CO, CO_2 , NH_3 , N_2O , PM_{10} , $PM_{2,5}$ e PTS) e microinquinanti, come metalli pesanti (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se e Zn) e composti organoclorurati (*diossine, PCB*). L'inventario fornisce la disaggregazione con dettaglio comunale.

La stima delle emissioni associate alle diverse attività e al combustibile si basa sull'impiego di

fattori di emissione caratteristici per ogni inquinante, che rappresentano l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente.

La scelta dei fattori di emissione costituisce un aspetto particolarmente critico e soggetto ad un processo di aggiornamento e revisione in continua evoluzione; per la scelta dei fattori di emissione si fa principalmente riferimento all'*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook*⁸ e, quando opportuno, a specifici studi calati sulla realtà nazionale e locale.



L'inventario va quindi considerato come uno strumento dinamico in costante evoluzione, sia dal punto di vista del miglioramento in termini di affidabilità e di livello di dettaglio dei dati, sia dal punto di vista dell'aggiornamento dell'informazione, basata sulle informazioni via via reperibili.

4.1.1 Inventario delle emissioni – anno 2013

Si sintetizzano i risultati del più recente aggiornamento dell'inventario provinciale delle emissioni, riferito all'anno 2013.

⁸ <https://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>

In tabella 6, tabella 7 e in figura 15, si riportano, rispettivamente in termini assoluti, percentuali e in forma di grafico, le emissioni complessive annue dei principali macroinquinanti suddivise per Macrosettore (classificazione CORINAIR - SNAP97).

	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂
01 - Produzione di energia e trasformazione combustibili	135	19	0	408	17	16	8
02 - Combustione non industriale	25.752	1.854	59	1.114	2.529	2.499	258
03 - Combustione nell'industria	1.054	115	13	1.249	31	18	422
04 - Processi produttivi	30	229	0	9	60	21	83
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	0	438	0	0	0	0	0
06 - Uso di solventi	0	1.561	0	0	14	11	0
07 - Trasporto su strada	5.641	1.120	61	5.408	351	261	9
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	414	125	0	1.165	61	59	4
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	17	3	0	48	0	0	19
10 - Agricoltura		2.472	2.222	6	16	7	1
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	67	34.289	0	3	41	41	
Totale	33.110	42.225	2.355	9.410	3.120	2.933	804

Tabella 6 - Emissioni dei principali macroinquinanti suddivise per Macrosettore espresse in tonnellate annue (anno 2013)

	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂
01 - Produzione di energia e trasformazione combustibili	0,4%	0,0%	0,0%	4,3%	0,5%	0,6%	1,0%
02 - Combustione non industriale	77,8%	4,4%	2,5%	11,8%	81,1%	85,2%	32,1%
03 - Combustione nell'industria	3,2%	0,3%	0,5%	13,3%	1,0%	0,6%	52,5%
04 - Processi produttivi	0,1%	0,5%	0,0%	0,1%	1,9%	0,7%	10,4%
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
06 - Uso di solventi	0,0%	3,7%	0,0%	0,0%	0,5%	0,4%	0,0%
07 - Trasporto su strada	17,0%	2,7%	2,6%	57,5%	11,3%	8,9%	1,1%
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	1,3%	0,3%	0,0%	12,4%	1,9%	2,0%	0,5%
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	0,1%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	2,4%
10 - Agricoltura	0,0%	5,9%	94,4%	0,1%	0,5%	0,2%	0,0%
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0,2%	81,2%	0,0%	0,0%	1,3%	1,4%	0,1%

Tabella 7 - Emissioni dei principali macroinquinanti suddivise per Macrosettore in percentuale (anno 2013)

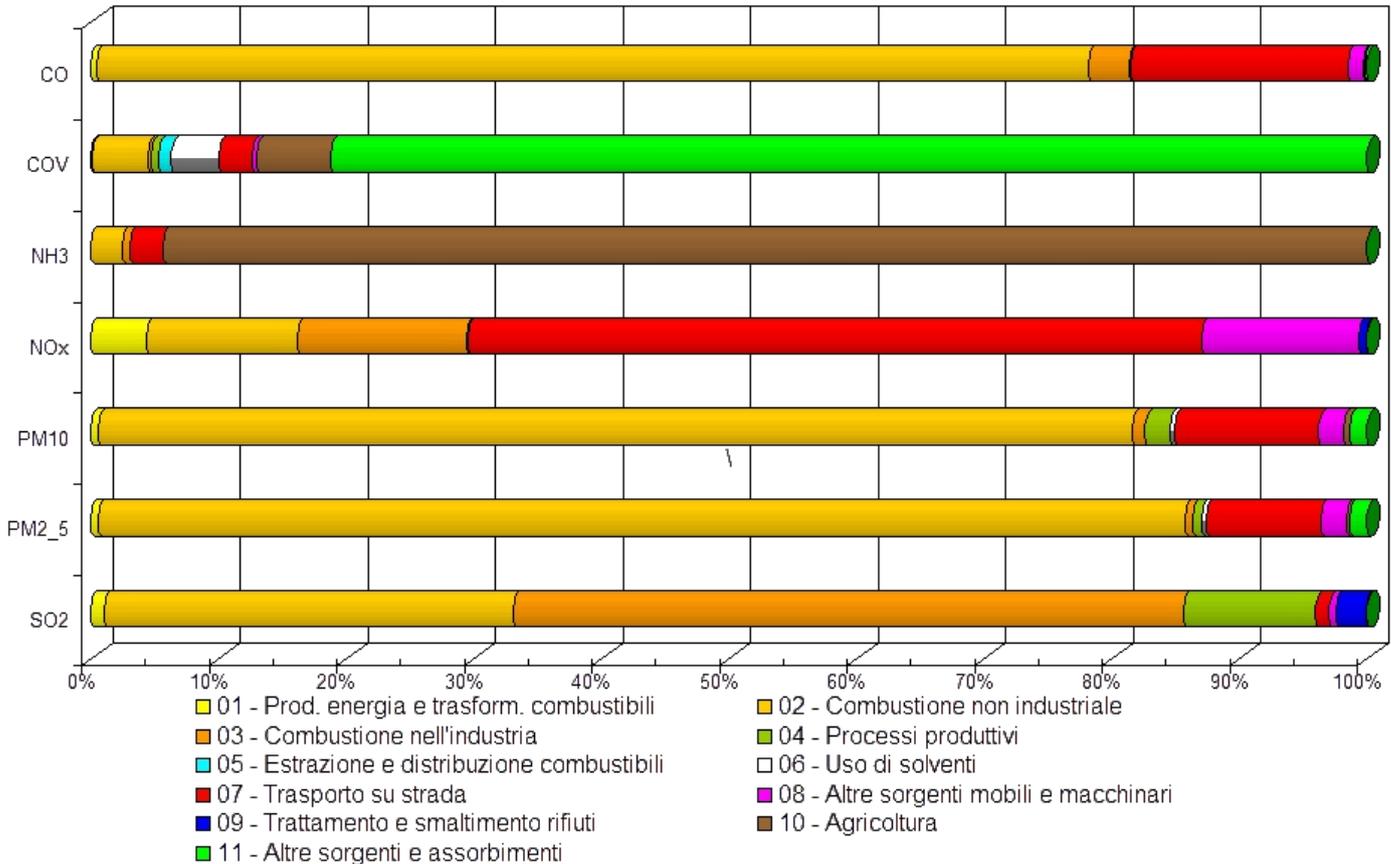


Figura 15 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali macroinquinanti per Macrosettore (anno 2013)

Si pone in evidenza come le emissioni di particolato atmosferico (**PM10** e **PM2,5**) e di ossidi di azoto (**NO_x**) dipendano prevalentemente dalla combustione non industriale, ovvero il **riscaldamento civile** (81% delle emissioni totali di **PM10**, 85% delle **PM2,5** e 12% degli ossidi di azoto), e dal **traffico stradale** (11% del **PM10** totale, 9% delle **PM2,5** e 58% degli **NO_x**).

Le emissioni di Composti Organici Volatili (**COV**) dipendono per circa l'81% dalle foreste, che coprono un'ampia parte del territorio provinciale; i **COV** sono prodotti e si accumulano in tutti gli organi della pianta, con emissioni che variano secondo la specie di pianta e le condizioni ambientali. In parte minore i **COV** sono emessi da sorgenti puntuali e dall'utilizzo di solventi.

Le emissioni di ammoniaca (**NH₃**) sono associate per l'84% all'**allevamento**, in particolare alla gestione degli effluenti zootecnici.

Gli inquinanti monossido di carbonio e biossido di zolfo, le cui emissioni dipendono principalmente dal riscaldamento civile e dal traffico per il **CO** e dalla combustione industriale e dal riscaldamento civile per il **SO₂**, da anni non rappresentano più un problema in termini di concentrazioni in atmosfera e vi è un ampio rispetto dei valori limiti da normativa.

In tabella 8, tabella 9 e figura 16 si riportano, rispettivamente in termini assoluti, percentuali e in forma di grafico, le emissioni complessive annue dei microinquinanti per i quali esiste uno standard normativo, ovvero i metalli arsenico, piombo e cadmio, e il benzo(a)pirene, suddivise per Macrosettore (*classificazione CORINAIR - SNAP97*).

	As	Cd	Pb	B(a)P
01 - Produzione di energia e trasformazione combustibili	7	1	16	1
02 - Combustione non industriale	2	70	144	1.109
03 - Combustione nell'industria	31	19	209	4
04 - Processi produttivi	9	7	31	0
06 - Uso di solventi				
07 - Trasporto su strada	5	6	479	8
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari		0	1	1
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	0	0	0	0
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0	4	32	2
Totale	54	107	912	1.125

Tabella 8 - Emissioni dei principali microinquinanti suddivise per Macrosettore espresse in tonnellate annue (anno 2013)

	As	Cd	Pb	B(a)P
01 - Produzione di energia e trasformazione combustibili	13,1%	1,2%	1,7%	0,1%
02 - Combustione non industriale	4,4%	64,6%	15,8%	98,6%
03 - Combustione nell'industria	55,4%	17,2%	23,0%	0,4%
04 - Processi produttivi	16,8%	6,9%	3,4%	0,0%
06 - Uso di solventi				
07 - Trasporto su strada	9,4%	5,3%	52,6%	0,7%
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari		0,3%	0,1%	0,1%
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	0,5%	0,3%	0,0%	0,0%
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0,4%	4,1%	3,5%	0,1%
Totale	100%	100%	100%	100%

Tabella 9 - Emissioni dei principali microinquinanti per Macrosettore in percentuale (anno 2013)

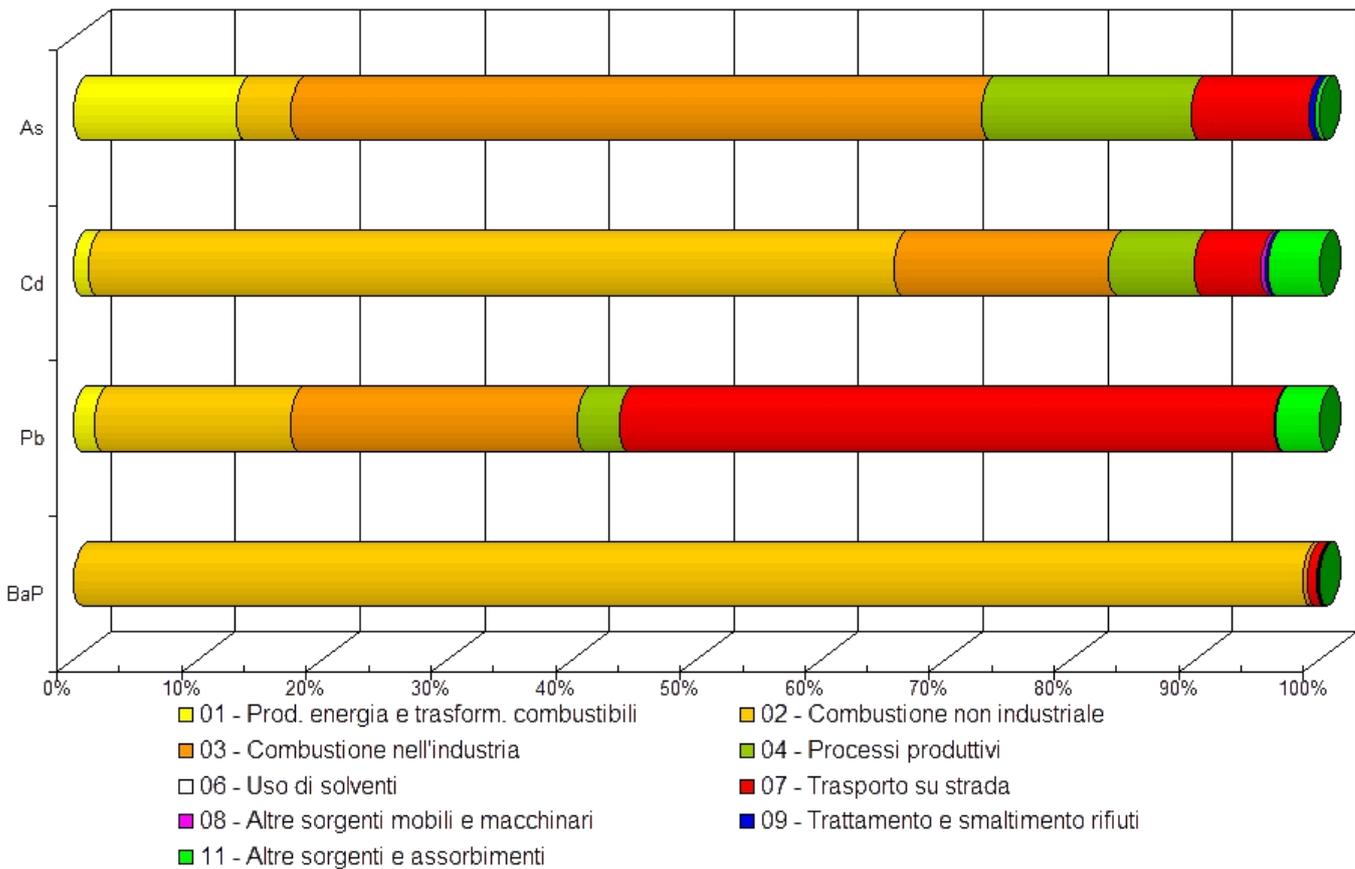


Figura 16 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali microinquinanti per Macrosettore (2013)

La maggior parte delle emissioni di tali **microinquinanti** è correlata ai **processi di combustione (industriale e non)** e ai **processi produttivi**: per l'arsenico tali settori incidono per più del 75%, per il cadmio quasi il 90% e nel caso del benzo(a)pirene il 99% delle emissioni è imputabile al riscaldamento domestico a legna. Le emissioni da **traffico** sono la sorgente principale di piombo (53% del totale).

Si evidenziano alcune difficoltà nel popolare l'inventario sui microinquinanti a causa di una limitata letteratura scientifica sui fattori di emissione. Nell'inventario 2013 è stato però possibile introdurre numerosi fattori di emissione per i metalli pesanti e considerare quattro nuovi inquinanti IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), grazie ai risultati di un

recente studio condotto da ARPA Lombardia⁹.

Con riferimento ai **gas climalteranti**, in tabella 10, tabella 11 e figura 17 si riportano, rispettivamente in termini assoluti, percentuali e in forma di grafico, le emissioni complessive annue di anidride carbonica (CO_2), metano (CH_4) e protossido di azoto (N_2O), nonché dell'indicatore aggregato CO_2 equivalente, suddivise per Macrosettore (*classificazione CORINAIR – SNAP97*).

La CO_2 equivalente (CO_2eq) è un indicatore aggregato che rappresenta le emissioni totali di gas serra considerando i quantitativi di CO_2 , CH_4 e N_2O emessi annualmente e pesandone il contributo in termini di riscaldamento globale in base al relativo GWP (*Global Warming Potential*).

⁹ ARPA Lombardia, "Convenzione per la gestione e lo sviluppo del sistema "IN.EM.AR." - Rapporto annuale delle attività svolte da ARPA Lombardia anno 2015"

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq
01 - Produzione di energia e trasformazione combustibili	109	48	11	113
02 - Combustione non industriale	824	1.926	100	896
03 - Combustione nell'industria	750	39	33	761
04 - Processi produttivi	139	1	0	139
05 - Estrazione e distribuzione di combustibili	0	5.484	0	115
06 - Uso di solventi	0	0	0	-
07 - Trasporto su strada	1.309	95	44	1.325
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	104	2	6	106
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	46	5.467	18	167
10 - Agricoltura	0	4.933	247	180
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0	364	0	0
Totale	3.281	18.359	459	3.802

Tabella 10 - Emissioni dei gas climalteranti per Macrosettore (2013), in tonnellate annue tranne CO₂ e CO₂eq in kilotonnellate annue

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq
01 - Produzione di energia e trasformazione combustibili	3,3%	0,3%	2,3%	3,0%
02 - Combustione non industriale	25,1%	10,5%	21,8%	23,6%
03 - Combustione nell'industria	22,9%	0,2%	7,2%	20,0%
04 - Processi produttivi	4,2%	0,0%	0,1%	3,7%
05 - Estrazione e distribuzione di combustibili	0,0%	29,9%	0,0%	3,0%
06 - Uso di solventi	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
07 - Trasporto su strada	39,9%	0,5%	9,5%	34,8%
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	3,2%	0,0%	1,3%	2,8%
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	1,4%	29,8%	3,9%	4,4%
10 - Agricoltura	0,0%	26,9%	53,8%	4,7%
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%
Totale	100%	100%	100%	100%

Tabella 11 - Emissioni in percentuale dei gas climalteranti per Macrosettore (2013)

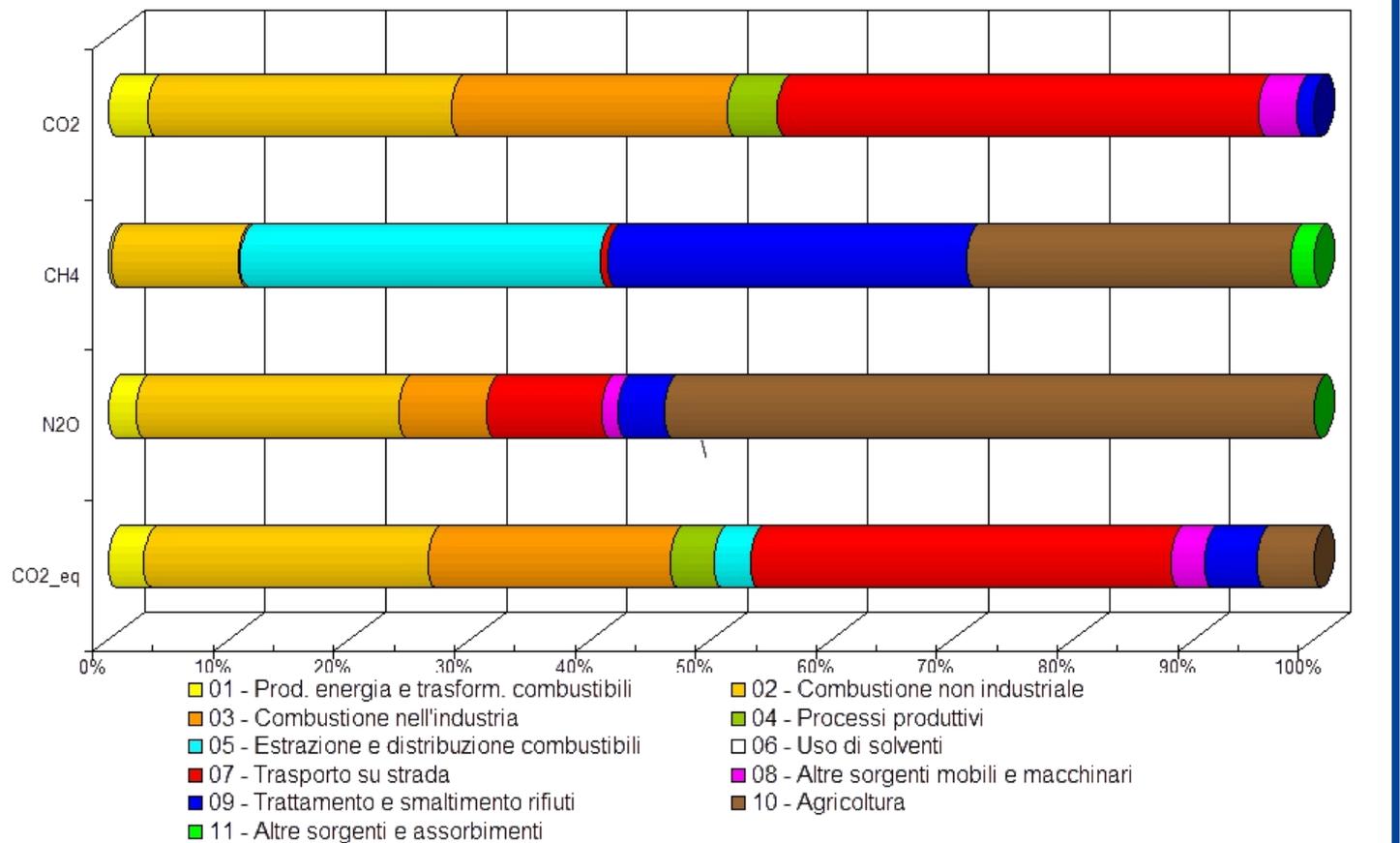


Figura 17 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei gas climalteranti per Macrosettore (2013)

Le emissioni di CO₂ sono imputabili per il 40% al trasporto su strada, per il 25% al riscaldamento civile e per il 23% alla combustione industriale. Le emissioni di metano sono legate alle attività di estrazione e distribuzione di combustibili (30% del totale), al trattamento e smaltimento dei rifiuti, (30% del totale, provenienti soprattutto dalle discariche) e alle attività zootecniche (fermentazione enterica, ovvero il processo digestivo degli animali, e gestione degli effluenti, per il 27% del totale). Le emissioni di protossido di azoto sono imputabili per il 54% delle emissioni totali al settore dell'allevamento (gestione dei reflui zootecnici) e per il 22% al riscaldamento civile.

L'inventario delle emissioni stima anche l'**assorbimento** del carbonio da parte delle foreste, ovvero la CO₂ assorbita dai serbatoi forestali di carbonio (*biomassa epigea, biomassa ipogea, necromassa, lettiera e sostanza organica del suolo*). L'anidride carbonica assorbita è espressa con valore negativo e il suo valore è pari a 2045 kt/anno (anno 2013), che se confrontato con il totale annuo emesso a livello provinciale, 3282 kt, dà una chiara indicazione del rilevante contributo dato dal patrimonio boschivo provinciale.

I dati emissivi possono essere aggregati anche in funzione del **tipo di combustibile**, come raffigurato in figura 18. I combustibili maggiormente rilevanti in termini emissivi sono la **biomassa legnosa** (cui sono associati il 77% delle emissioni totali di CO, 81% di PM10, 70% di diossine, 99% di B(a)P e 18% di Pb) e i combustibili legati al traffico stradale: **diesel** (67% del totale di NO_x, il 36% di CO₂) e benzina verde (13% di CO, il 9% di CO₂). Il **gas naturale** (metano) impatta soprattutto in termini di emissioni di CO₂, NO_x, arsenico e piombo, rispettivamente per il 40%, 11%, 54% e 22% del totale.

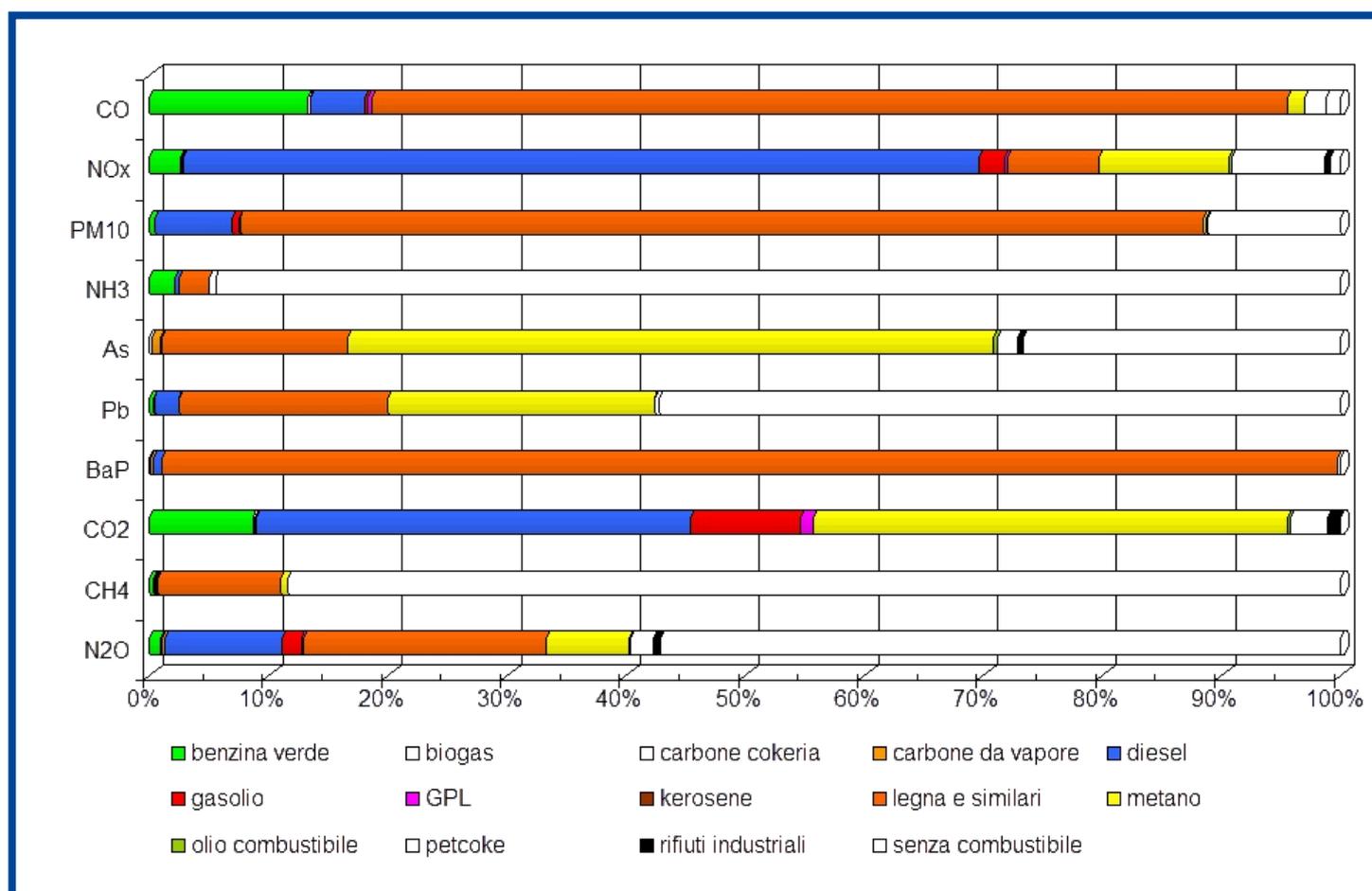


Figura 18 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali inquinanti e gas climalteranti per tipologia di combustibile (2013)

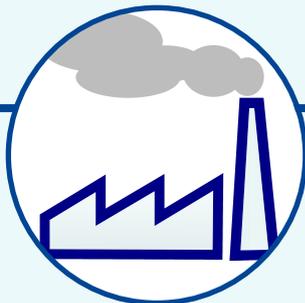
Nella figura 19 si ripropongono i risultati già descritti in precedenza mettendo in evidenza le principali **sorgenti emissive** a livello provinciale, indicando per ciascuna il contributo in termini **percentuali sul totale delle emissioni** dei principali inquinanti.



Riscaldamento civile ■ *impianti domestici a legna*



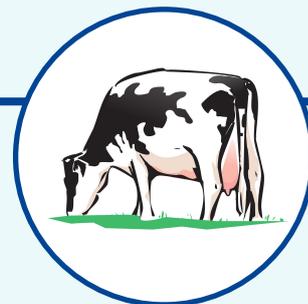
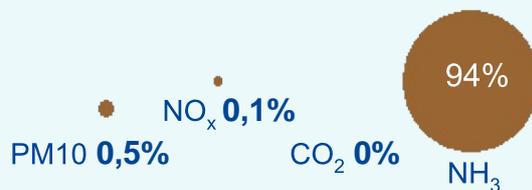
Trasporto su strada ● *veicoli diesel*



Combustibile industriale



Allevamento e agricoltura



Produzione energia e teleriscaldamenti

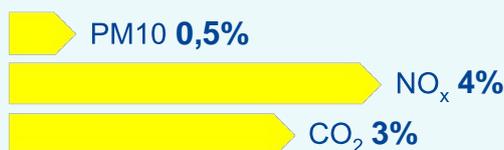


Figura 19 - Le principali sorgenti emissive a livello provinciale, le percentuali sono calcolate sul totale delle emissioni dei principali inquinanti

4.1.2 Distribuzione geografica delle emissioni

Le emissioni in atmosfera degli inquinanti principali possono essere raffigurate spazialmente riportando i dati delle emissioni totali annue per inquinante su una griglia di 500x500 m² sul territorio provinciale.

Nelle figure seguenti si riportano le rappresentazioni su griglia delle emissioni dei

principali inquinanti per l'anno 2013.

Le emissioni di tipo diffuso sono state spazializzate utilizzando come proxy l'informazione geografica maggiormente idonea, come la distribuzione della popolazione, la densità abitativa, il grafo stradale, l'uso del suolo, ecc.

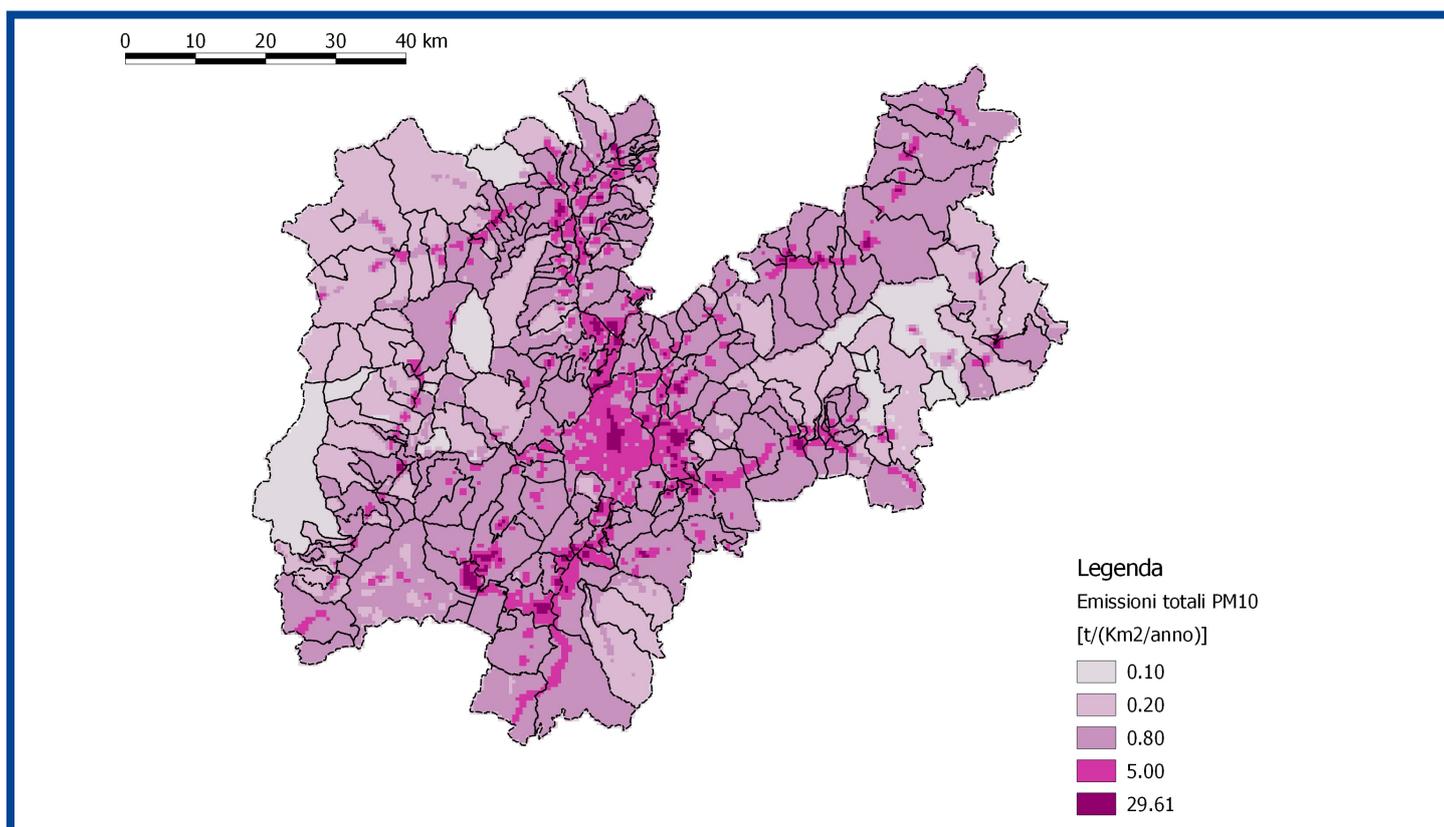


Figura 20 - Emissioni di PM10 su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

La rappresentazione spaziale delle emissioni di PM10 (figura 20), che derivano principalmente dal riscaldamento domestico a legna e dal traffico, evidenzia una distribuzione sul territorio legata alla densità abitativa e alle maggiori arterie stradali, ossia una significativa concentrazione delle emissioni nelle aree di fondovalle.

La concentrazione di emissioni lungo le principali arterie stradali della Provincia risulta ancor più evidente osservando la mappa delle

emissioni di NO_x (figura 21).

Le emissioni di CO (figura 22) sono legate al riscaldamento e al trasporto su strada. La mappa evidenzia la distribuzione complessiva delle varie sorgenti, dalla quale ne emergono alcune di puntuali in corrispondenza di impianti industriali o produttivi.

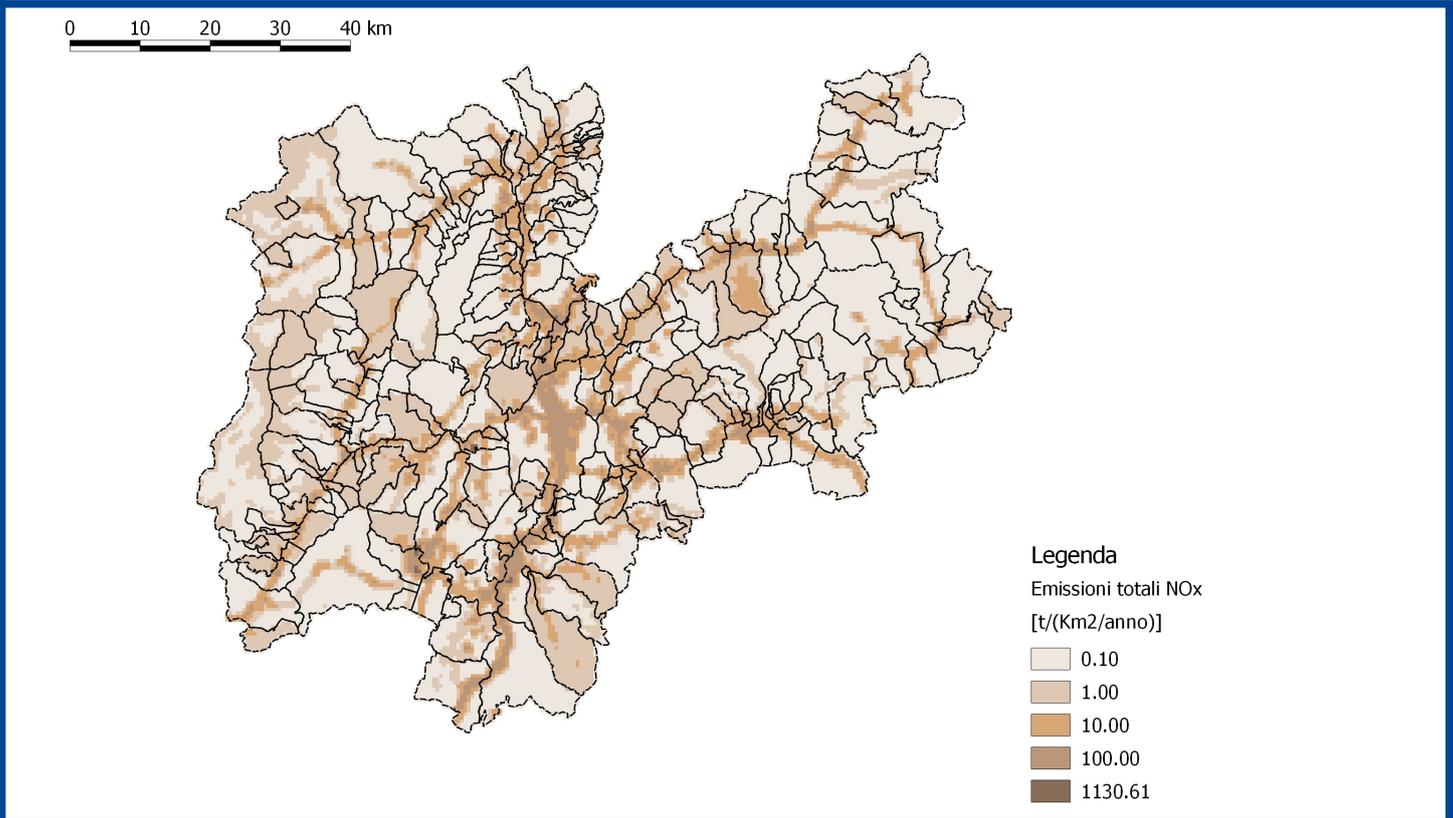


Figura 21 - Emissioni di NO_x su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

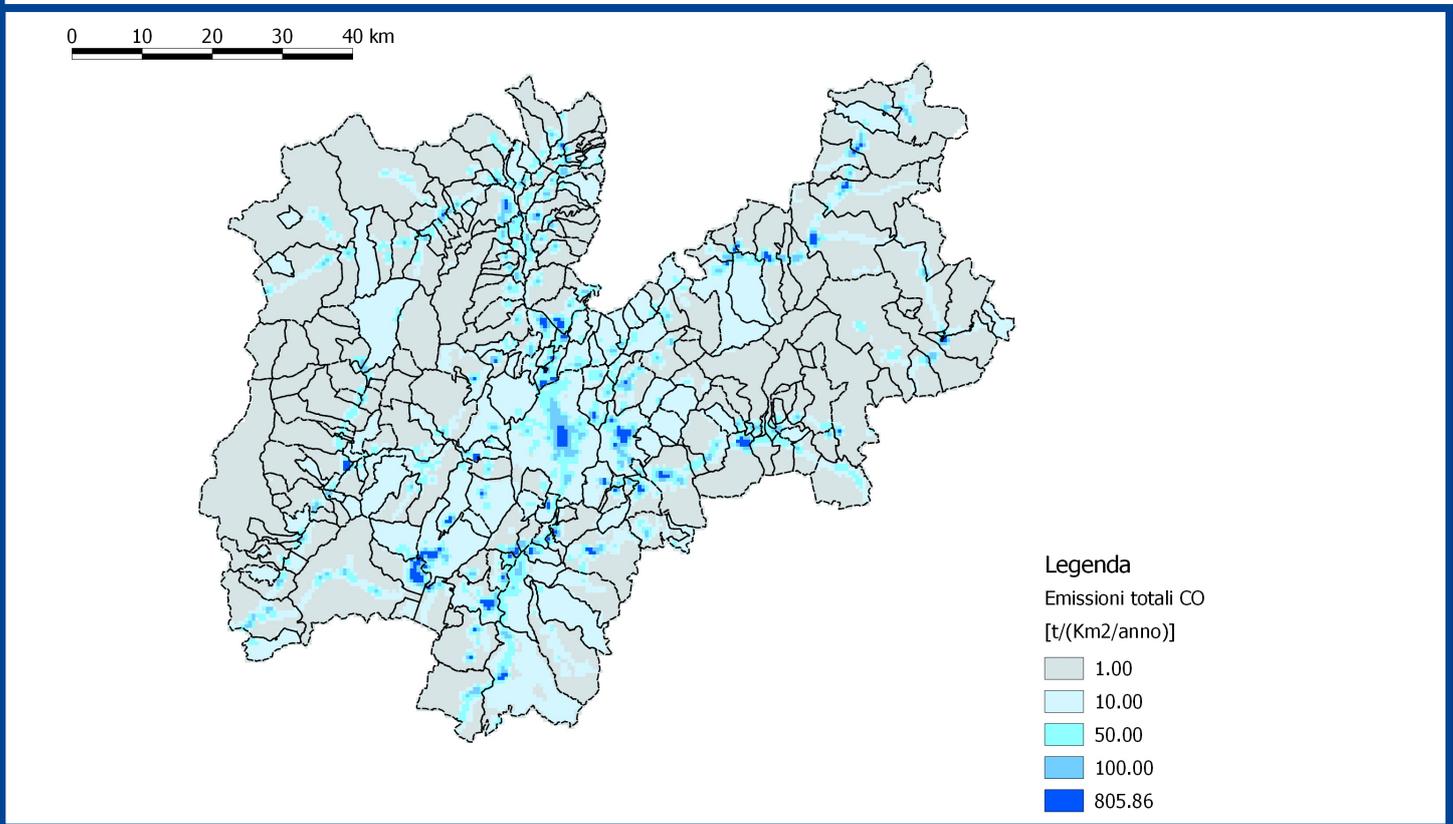


Figura 22 - Emissioni di CO su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

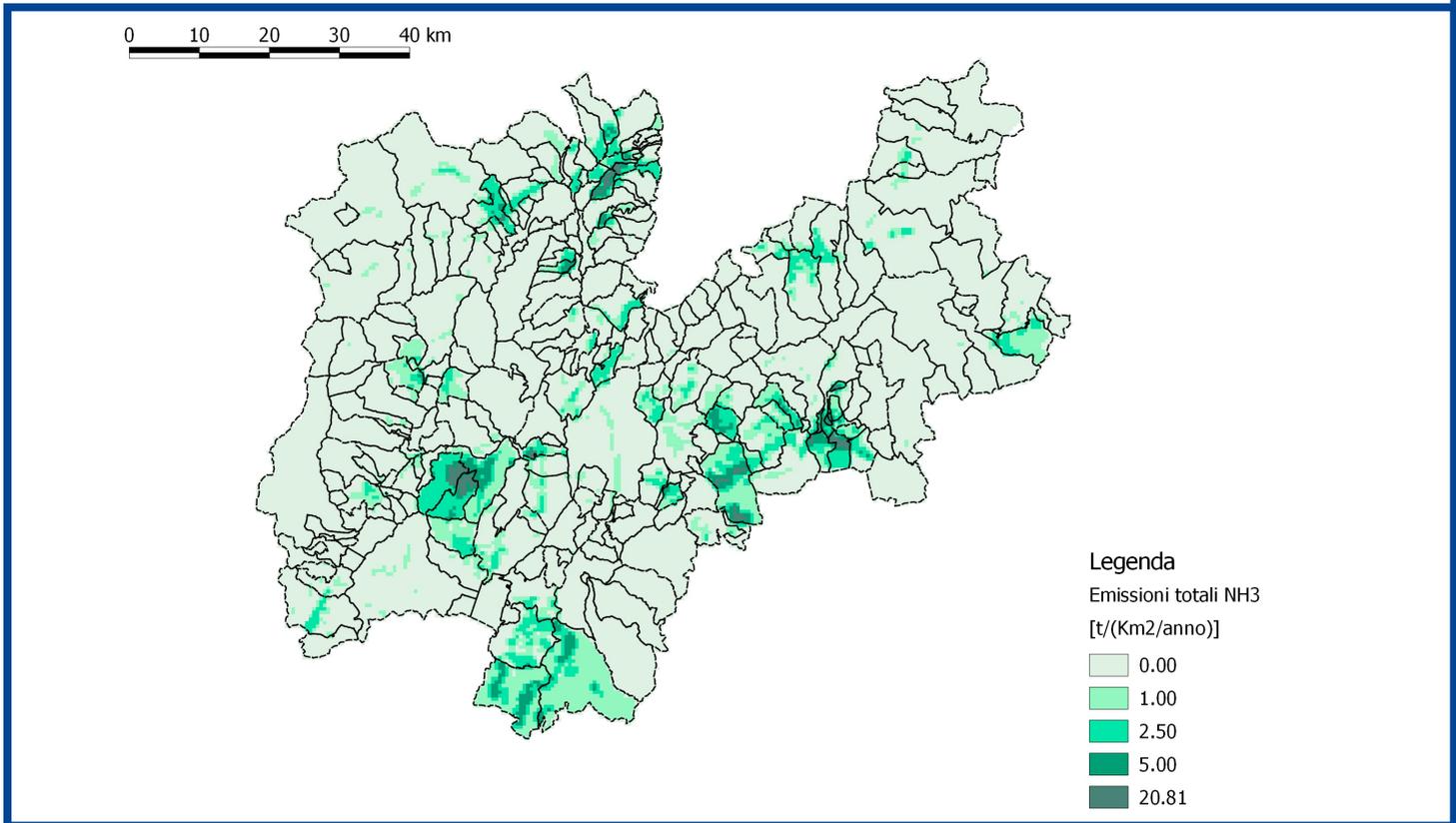


Figura 23 - Emissioni di NH₃ su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

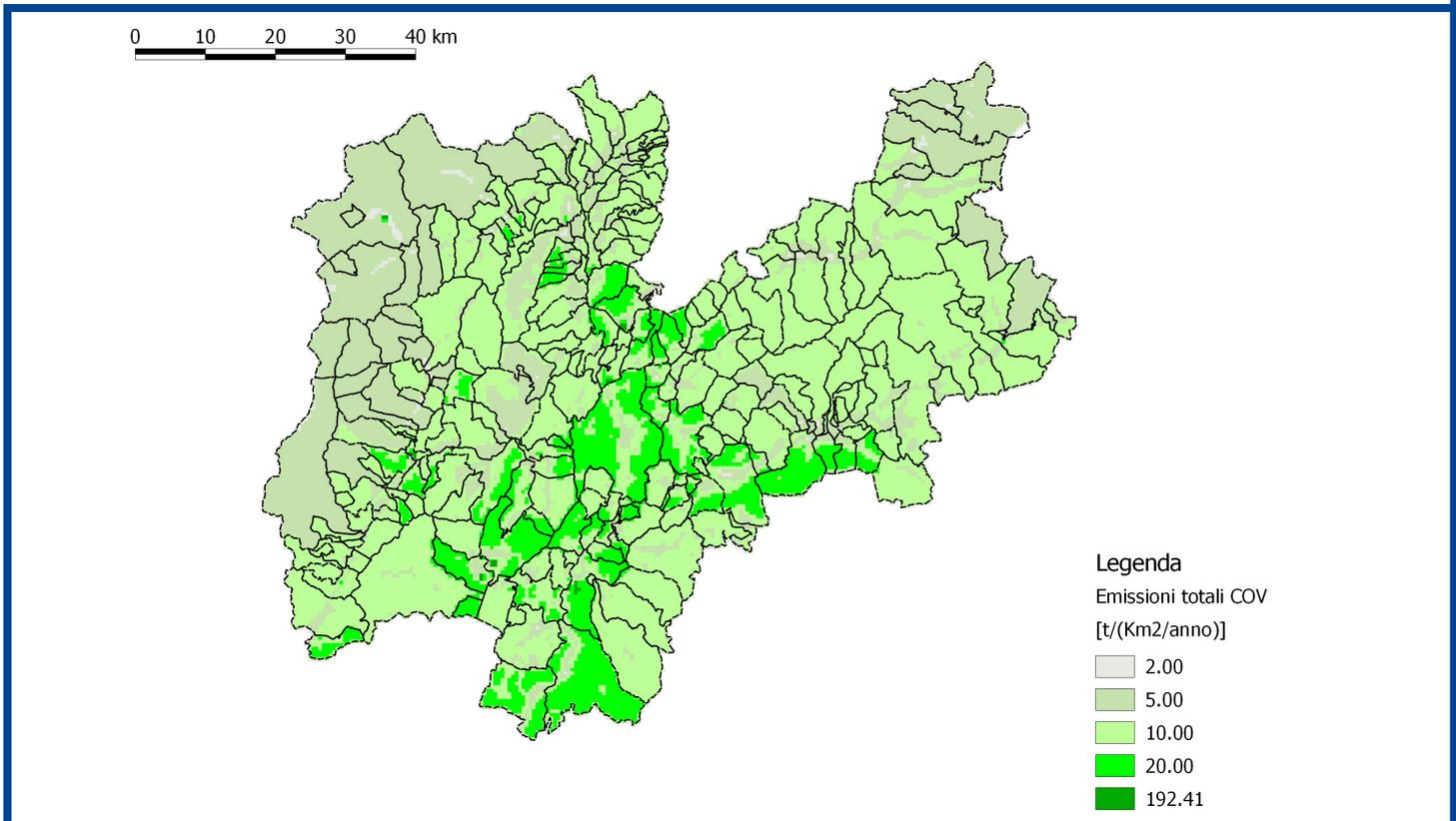


Figura 24 - Emissioni di COV su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

Le emissioni di NH_3 derivano principalmente da attività diffuse di tipo agricolo e zootecnico (figura 23).

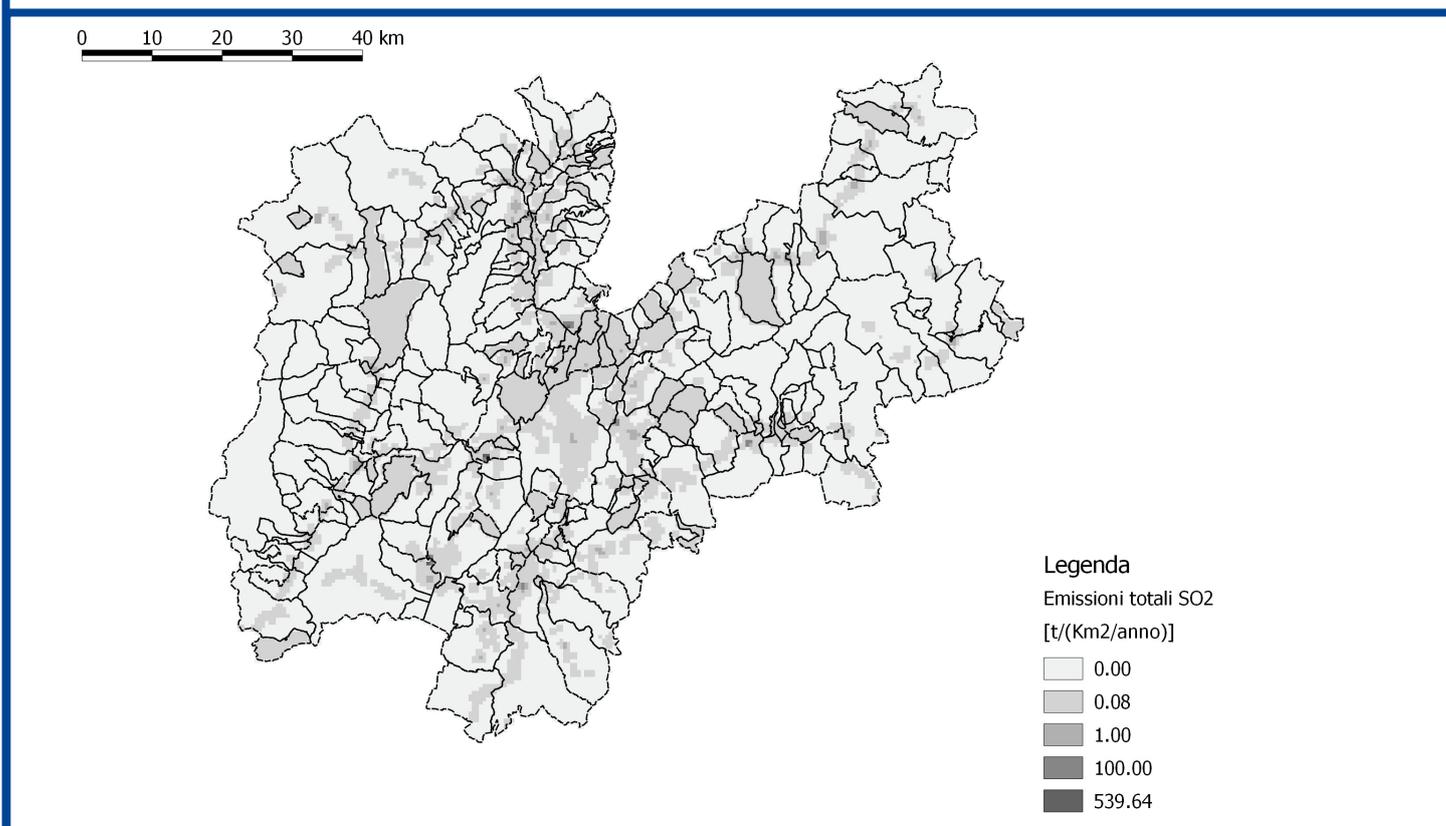


Figura 25 - Emissioni di SO_2 su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

Le emissioni di COV (figura 24) sono legate ad attività diffuse e corrispondono per lo più alle superfici forestali, ma anche in questo caso si notano valori maggiori di concentrazione in alcuni comuni dove insistono specifiche emissioni puntuali. Anche le emissioni di SO_2 (figura 25), associate ai processi di combustione e alle attività produttive in generale, si evidenziano soprattutto in prossimità di specifiche sorgenti puntuali o nei centri abitati.

4.1.3 Inventario delle emissioni – evoluzione negli anni

Si confrontano le emissioni annue dei principali inquinanti stimate nell'elaborazione degli inventari provinciali aggiornati agli anni 2005, 2007, 2010 e 2013.

La metodologia INEMAR, nella versione adottata per l'elaborazione degli inventari citati, non prevede un modulo che ricalcoli automaticamente le emissioni delle precedenti versioni dell'inventario. In altre parole, se negli anni vengono aggiornati i fattori di emissione di una determinata attività o viene perfezionato

un modello di calcolo per una particolare sorgente emissiva, non è possibile ricalcolare in modo automatico le emissioni degli anni precedenti tenendo conto dell'ultimo aggiornamento metodologico. Questa criticità rende estremamente difficile effettuare confronti tra i vari inventari, i quali spesso differiscono in modo anche sostanziale per i diversi fattori di emissione adottati o per le metodologie di calcolo implementate.

Nell'interpretazione dei trend va quindi tenuta in considerazione questa criticità, che verrà esplicitata caso per caso spiegando le differenze maggiormente evidenti. Non vengono riportati i dati dell'inventario 2004 in quanto realizzato con una metodologia

completamente differente da quella INEMAR, adottata a partire dal 2005.

In figura 26 si confrontano le emissioni degli inquinanti NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, espresse in tonnellate annue.

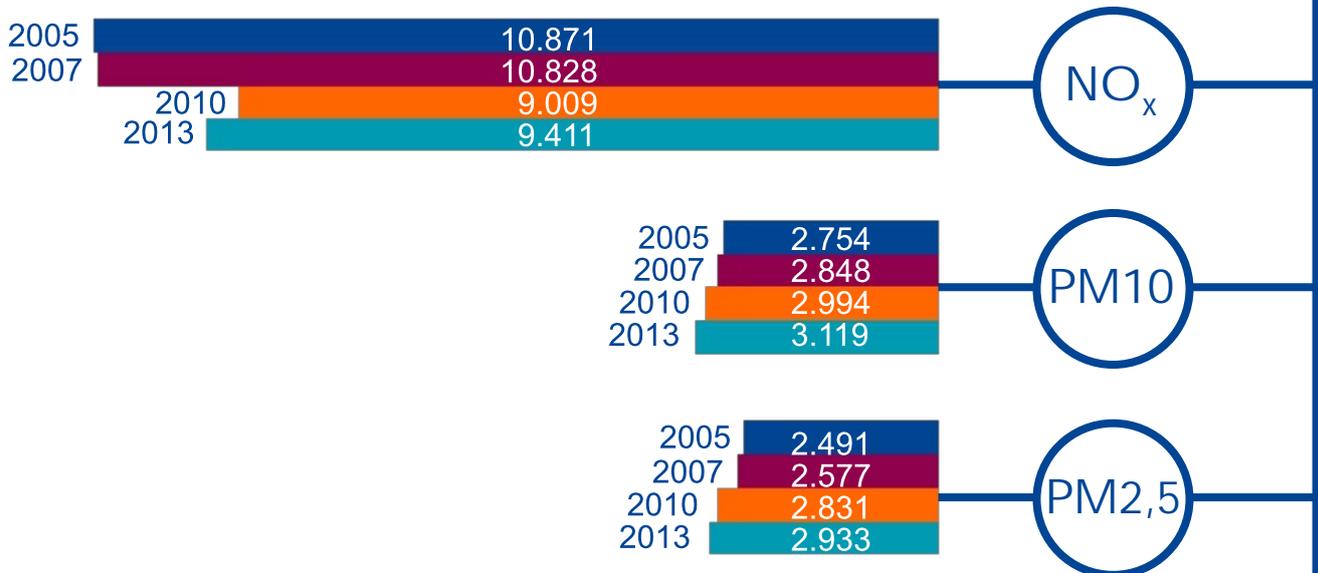


Figura 26 - Emissioni annue di NO_x , PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$ stimate per gli anni 2005, 2007, 2010 e 2013 [t]

Le emissioni di ossidi di azoto, associate, come già detto, principalmente al trasporto su strada e ai processi di combustione, registrano un calo dal 2007 al 2010 e un leggero aumento nel 2013. Il calo di emissioni tra il 2007 e il 2010 è spiegabile principalmente con la concomitanza della crisi economica, che ha causato una riduzione dei volumi di traffico, soprattutto di mezzi pesanti, e la contrazione delle attività produttive e industriali. L'aumento delle emissioni evidenziato tra il 2010 e il 2013 è imputabile a flussi di traffico e percorrenze che sono tornati a crescere, ma anche a novità introdotte nel modulo di calcolo, tra cui una stima più accurata del contributo dell'extrarete (*vendite di carburante non incluse nella rete ordinaria*), che hanno aumentato le stime totali.

Le emissioni di polveri sottili evidenziano un trend in leggera ma costante crescita. Il settore soffre di una forte difficoltà nello stabilire sia i quantitativi totali di combustibili consumati per abitazione che il rendimento emissivo degli impianti domestici, che dipende da numerosi fattori (*tipologia di apparecchio, tipologia e qualità del combustibile, modalità di uso da parte dell'utente, ecc*). Negli ultimi anni si sono moltiplicati gli sforzi delle amministrazioni e degli enti di ricerca per affinare queste stime (*ad esempio, tramite indagini telefoniche svolte sia da ISPAT che da ISTAT, aggiornamento del catasto degli impianti termici, ecc*). Nonostante questa criticità intrinseca nel calcolo, il trend emissivo di particolato in leggera crescita appare realistico ed imputabile ad una sempre più

ampia diffusione dell'uso della biomassa legnosa nel riscaldamento domestico, a cui non corrisponde un sufficientemente rapido rinnovo del parco dei generatori di calore, pur essendo presenti sul mercato sia stufe che caldaie a biomassa legnosa ad alta efficienza energetica ed emissiva.

La quantificazione delle emissioni di COV, che come detto provengono principalmente dalle foreste e in parte minore da sorgenti puntuali e dall'utilizzo di solventi domestici, è un altro tema tutt'oggi ambito di ricerca e di numerosi studi. Negli anni i metodi di calcolo sono stati frequentemente aggiornati e sarà possibile presentare un trend realistico solo quando il

metodo di calcolo sarà solido.

Le concentrazioni in atmosfera di CO e SO₂, come detto, non destano preoccupazione per la qualità dell'aria, in quanto negli anni sono calate in modo molto significativo. Il trend emissivo in calo è confermato anche nell'ultimo decennio, come evidenziato in figura 27, soprattutto per il continuo e generalizzato calo delle emissioni legate al settore industriale, sia per la concomitanza della crisi economica sia per la continua evoluzione delle Best Available Techniques (BAT) e dei sistemi di abbattimenti dei fumi. Le emissioni di NH₃ presentano anch'esse una leggera tendenza alla diminuzione.

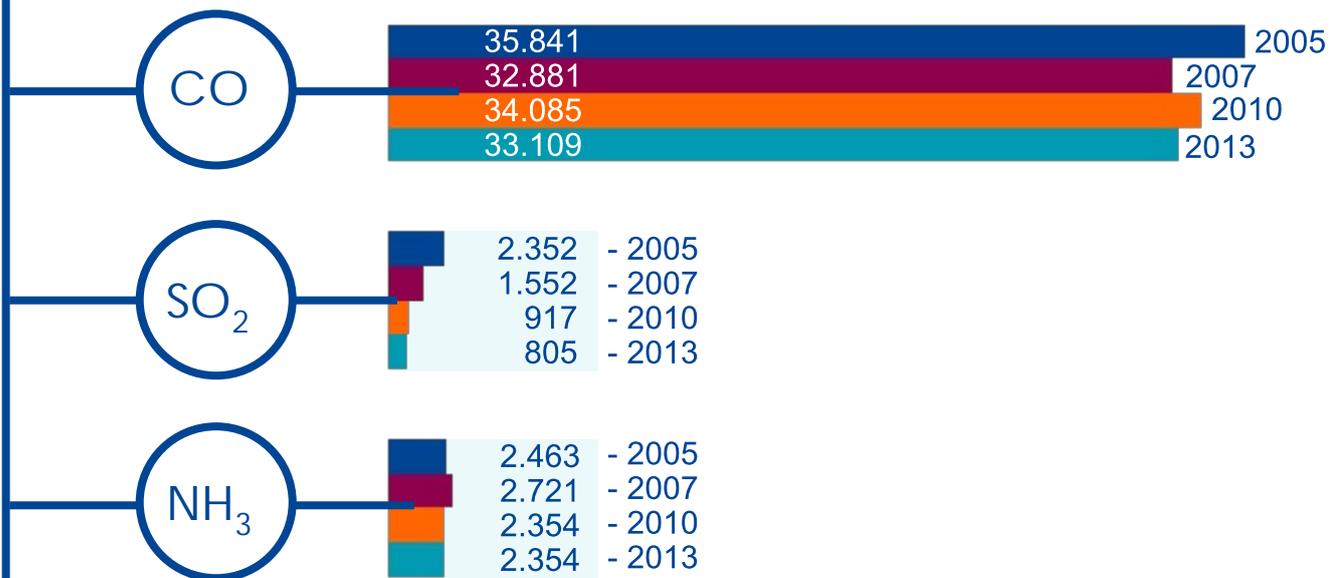


Figura 27 - Emissioni annue di CO, SO₂ e NH₃ stimate per gli anni 2005, 2007, 2010 e 2013 [t]

Le emissioni negli anni dei gas climalteranti CO₂, CH₄ e N₂O presentano una leggera tendenza alla diminuzione, come raffigurato in figura 28.

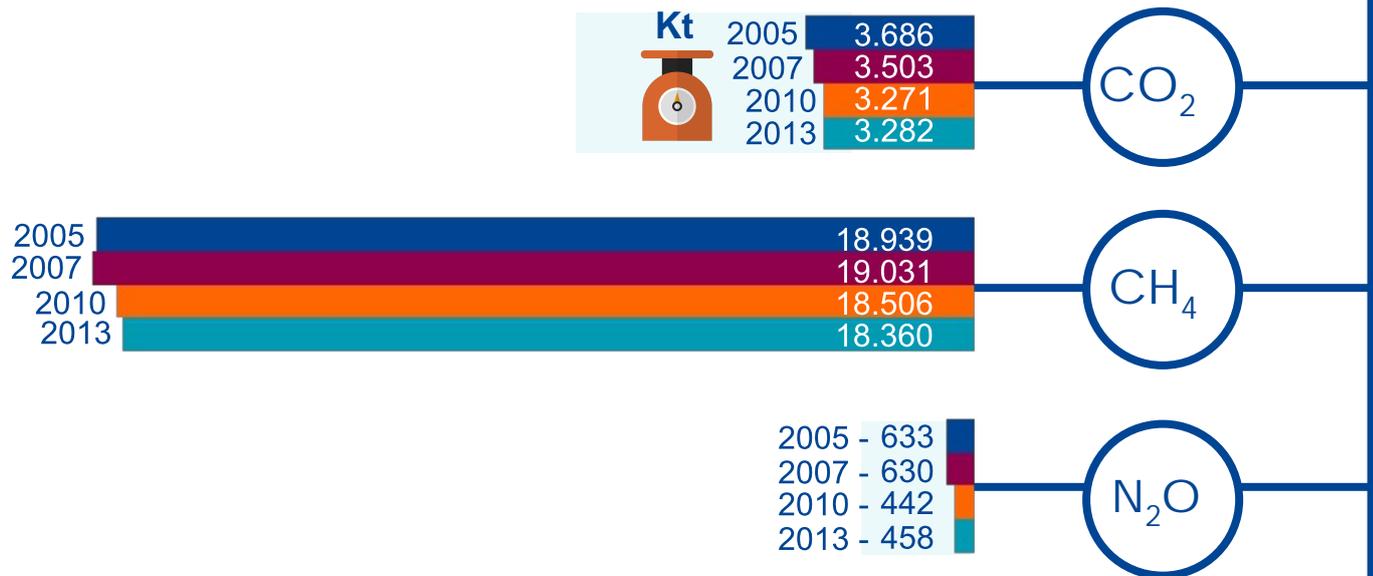


Figura 28 - Emissioni annue dei gas climalteranti CO₂, CH₄ e N₂O stimate per gli anni 2005, 2007, 2010 e 2013 [CO₂ espresse in kilotonnellate, CH₄ e N₂O in tonnellate]

4.1.4 Inventario delle emissioni – confronto con inventario nazionale

Ai sensi del D. Lgs. 13 agosto 2010, n. 155, Art. 22, comma 3, è richiesta l'**armonizzazione** dell'inventario delle emissioni elaborato dalle regioni e dalle province autonome con l'inventario nazionale scalato su scala provinciale. La Provincia ha effettuato tale lavoro di armonizzazione con riferimento all'inventario dell'anno 2010. L'armonizzazione consiste nel confronto tra le stime dell'inventario realizzato dalle regioni e province autonome con approccio *bottom-up* e quello elaborato a livello nazionale da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), scalato a livello provinciale con approccio *top-down* e poi integrato nel modello GAINS-Italia. L'obiettivo è confrontare ed armonizzare le stime per ottenere un unico inventario emissivo di riferimento. Il lavoro di armonizzazione è stato svolto da Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (**ENEA**), in stretta collaborazione con l'Agenzia

provinciale per la protezione dell'ambiente della Provincia autonoma di Trento.

L'armonizzazione, su richiesta di ENEA, è stata svolta a scala regionale, accorpando gli inventari provinciali elaborati dalle Province di Trento e di Bolzano, in coerenza con quanto svolto per tutte le altre realtà regionali italiane; si noti che la metodologia INEMAR è utilizzata per la realizzazione di entrambi gli inventari provinciali.

Il processo di armonizzazione si è concluso con un accordo più che soddisfacente tra le due stime. Presentando delle stime coerenti con le elaborazioni effettuate a partire dall'inventario nazionale, l'inventario delle emissioni elaborato dalla Provincia può essere considerato l'inventario provinciale/regionale di riferimento.

Si prevede di effettuare il prossimo lavoro di armonizzazione con riferimento al prossimo aggiornamento dell'inventario, riferito all'anno 2015.

4.2 Zonizzazione, classificazione e programma di valutazione

Il D.Lgs. 155/2010 definisce i concetti di zonizzazione e di classificazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

La **zonizzazione** è il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente; per "valutazione della qualità dell'aria" si intende l'*utilizzo dei metodi stabiliti dal decreto per misurare, calcolare, stimare o prevedere i livelli degli inquinanti*.

La zonizzazione del territorio richiede la previa individuazione degli agglomerati e la successiva individuazione delle altre zone.

Gli "agglomerati" sono definiti come la *zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure; 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km² superiore a 3.000 abitanti*. Nel territorio della Provincia di Trento non sono presenti aree urbane con tali caratteristiche e quindi non vengono definiti degli agglomerati ai sensi del decreto.

La zonizzazione della Provincia di Trento individua invece delle "zone", definite, principalmente, sulla base di aspetti come il carico emissivo, le caratteristiche orografiche, le caratteristiche meteo-climatiche e il grado di urbanizzazione del territorio.

La **classificazione** è effettuata a valle della zonizzazione del territorio: ciascuna zona o agglomerato viene classificata allo scopo di individuare le modalità di valutazione della qualità dell'aria, mediante misurazioni o altre

tecniche in conformità alle disposizioni del decreto. In altre parole, la classificazione serve per stabilire quali metodi (misure in siti fissi, misurazioni indicative, modelli numerici, ecc) sono appropriati per monitorare le concentrazioni di inquinanti in atmosfera. Alle diverse "zone" del territorio vengono associati differenti metodi di monitoraggio, in virtù, per l'appunto, della classificazione.

Con deliberazione della Giunta Provinciale n.1036 di data 20 maggio 2011, sono state definite ed approvate, la zonizzazione del territorio della Provincia autonoma di Trento e la relativa classificazione delle zone. La classificazione è stata effettuata sulla base del confronto tra i dati di qualità dell'aria del quinquennio 2005-2009 e le soglie di concentrazione fissate dalla normativa per ogni inquinante ai fini della protezione della salute umana.

L'attività di classificazione delle zone non ha riguardato la definizione delle zone relative alla valutazione della qualità dell'aria con riferimento alla vegetazione e agli ecosistemi, in quanto il Ministero, nell'ambito del Coordinamento con le Regioni, ha comunicato che saranno forniti, in un secondo momento, specifici indirizzi finalizzati anche all'individuazione di zone sovraregionali.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente, ovvero come si monitorano le concentrazioni di inquinanti, è fondata su una **rete di misura**, definita nel decreto come *sistema di stazioni di misurazione degli inquinanti atmosferici*, e su un **programma di valutazione**, definito come *il programma che indica le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate*

per le misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva da applicare ai sensi del decreto [...].

Nel 2014 è stata completata l'attività di progettazione della rete di misura e la conseguente redazione del programma di valutazione della qualità dell'aria. Il documento¹⁰, formalmente approvato dal Ministero nel mese di settembre 2014, descrive nel dettaglio quale debba essere la struttura della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e quali ulteriori informazioni

debbano essere acquisite al fine di garantire una corretta e completa valutazione delle zone individuate.

Il decreto prevede il riesame con cadenza almeno quinquennale della classificazione delle zone, che è stata quindi rivista nel corso del 2016 sulla base dei dati di qualità dell'aria del quinquennio 2011- 2015 e approvata con deliberazione della Giunta Provinciale n. 2338 di data 16 dicembre 2016. La nuova classificazione delle zone non ha comportato l'attivazione o lo dismissione di punti di misura.

4.2.1 Zonizzazione

La zonizzazione vigente prevede per gli inquinanti ossidi di azoto, PM10, PM2,5, monossido di carbonio, ossidi di zolfo, benzene, benzo(a)pirene e metalli, la suddivisione del territorio provinciale in 2 zone: la prima, denominata "**Fondovalle**" (codice IT0403), comprende le aree in cui vi sono emissioni di inquinanti e presenza di popolazione, la seconda, denominata "**Montagna**" (codice IT0404), corrisponde al territorio in cui emissioni di inquinanti e popolazione sono presenti in modo non significativo (figura 29). La linea di separazione fra le 2 zone è fissata in corrispondenza della quota altimetrica pari a 1.500 m s.l.m., in modo da includere nella prima zona la maggior parte dei centri abitati. Nella zona di fondovalle, che copre un'area di circa 3.500 km², risiede infatti oltre il 99% della popolazione (tabella 12).

Per quanto riguarda l'ozono, il territorio provinciale non presenta caratteristiche tali da poter definire zone a differente criticità. Per tali motivi si è definita un'unica zona corrispondente ai confini amministrativi provinciali ("**Zona Ozono**", codice IT0405) (figura 30).

Nome zona	Codice	Estensione	Popolazione	Inquinanti
Fondovalle	IT0403	3.505 km ²	523.682	NO ₂ , PM10, PM2,5, CO, SO ₂ , C ₆ H ₆ , Pb, B(a)P, As, Cd, Ni
Montagna	IT0404	2.685 km ²	1.144	NO ₂ , PM10, PM2,5, CO, SO ₂ , C ₆ H ₆ , Pb, B(a)P, As, Cd, Ni
Zona Ozono	IT0405	6.190 km ²	524.826	O ₃

Tabella 12 - Suddivisione in zone del territorio provinciale

¹⁰ APPA, Programma di valutazione - Individuazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria in adeguamento alla zonizzazione e classificazione connessa

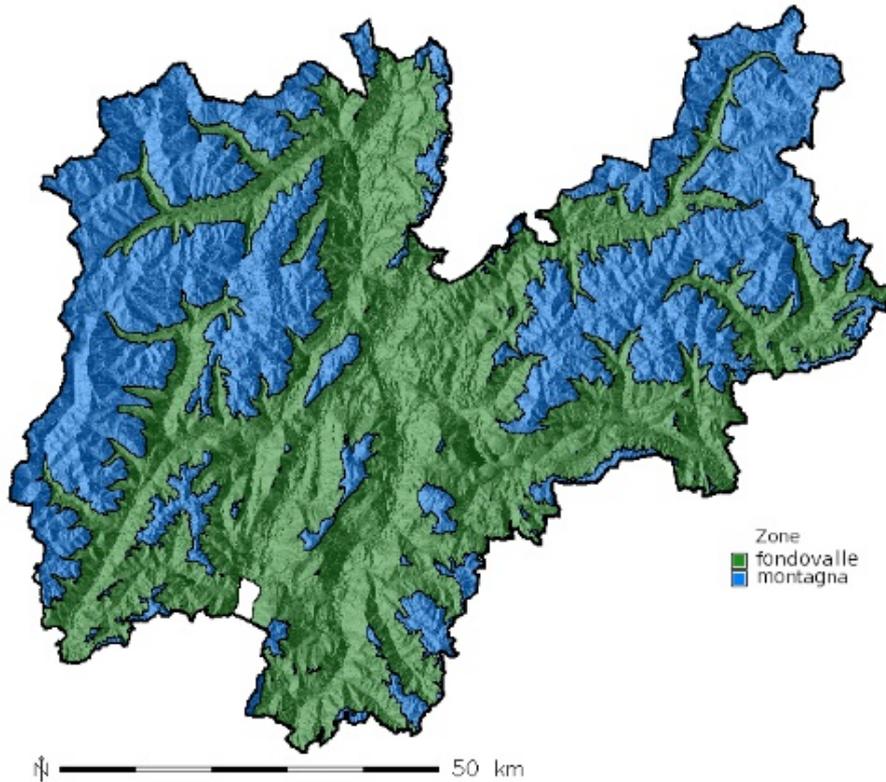


Figura 29 - Zonizzazione per la tutela della salute umana - NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, CO , SO_2 , C_6H_6 , Pb , B(a)P , As , Cd , Ni

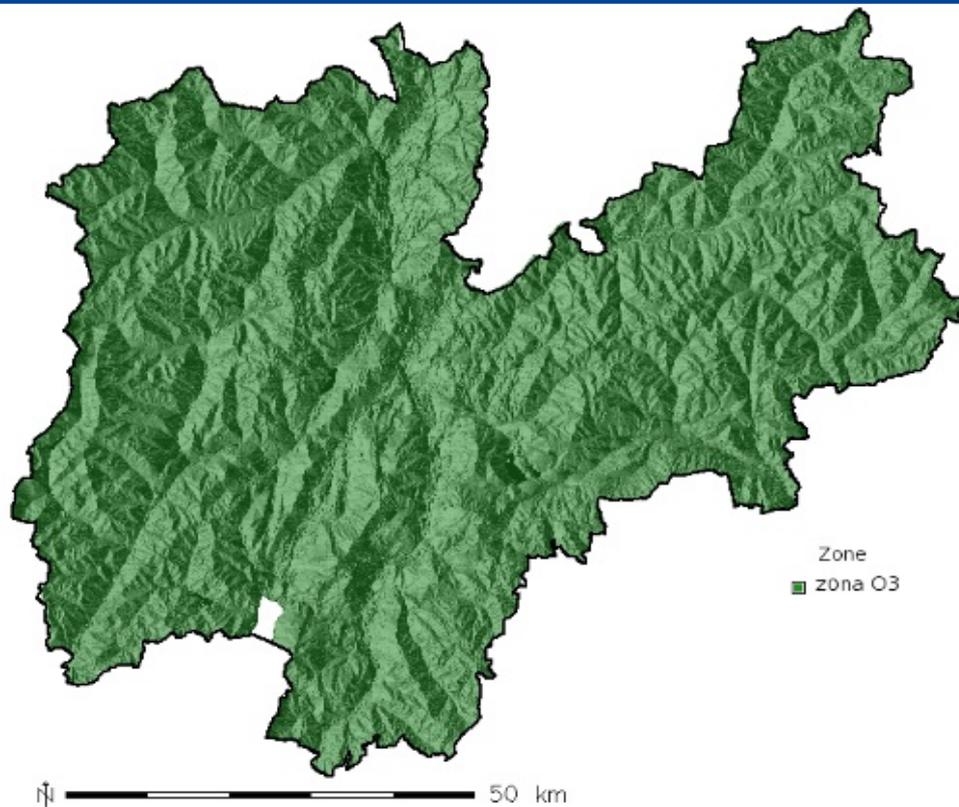


Figura 30 - Zonizzazione per la tutela della salute umana – O_3 .

4.2.2 Classificazione delle zone

La classificazione delle zone è effettuata per ciascun inquinante sulla base delle soglie di valutazione superiori e inferiori previste dell'Allegato II del D. Lgs. 155/2010 e sulla base dei dati raccolti nel quinquennio precedente. La **soglia di valutazione superiore** è definita come il *livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e, per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il benzo(a)pirene, livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi o indicative possono essere combinate con tecniche di modellizzazione*. La **soglia di valutazione inferiore** è definita come il *livello al di sotto del quale e' previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva*.

In Provincia di Trento, ai sensi del decreto, è stata effettuata la classificazione nel corso del 2011 sulla base dei dati raccolti nel quinquennio 2005-2009 (approvata con d.G.P. n.1036/2011 e sulla quale si basa il programma di valutazione vigente), seguita dall'aggiornamento quinquennale approvato con d.G.P. n. 2338/2016, basata sui dati raccolti nel quinquennio 2011-15, e riportata in tabella 13.

	Zona IT0403 "Fondovalle"	Zona IT0404 "Montagna"	Zona IT0405 "Zona ozono"
SO ₂	LAT	LAT_SA	
NO ₂ (1 ora)	UAT	LAT	
NO ₂ (1 anno)	UAT	LAT	
PM10 (24 ora)	UAT	LAT	
PM10 (1 anno)	UAT-LAT	LAT	
PM2,5	UAT	LAT_SA	
CO	LAT	LAT_SA	
C ₆ H ₆	LAT	LAT_SA	
B(a)P	UAT	LAT_SA	
As	LAT	LAT_SA	
Cd	LAT	LAT_SA	
Ni	LAT	LAT_SA	
Pb	LAT	LAT_SA	
O ₃			LTO_U

Tabella 13 - Attuale classificazione delle zone per ogni inquinante



Legenda:

- "**LAT**" : minore della soglia di valutazione inferiore (dati su cinque anni);
- "**UAT**" : maggiore della soglia di valutazione superiore (dati su cinque anni);
- "**UAT-LAT**" : compreso tra la soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore (dati su cinque anni).
- "**LAT_SA**" : minore della soglia di valutazione inferiore (non disponibili dati su cinque anni, valutazione supplementare con campagne mobili e tecniche di modellizzazione);
- "**LTO_U**" : superiore all'obiettivo a lungo termine dell'ozono (Allegato VII) (dati su cinque anni).

La classificazione è utilizzata per stabilire quali **metodi di valutazione della qualità dell'aria** vadano implementati, secondo questi principi:

- le **misurazioni in siti fissi** sono obbligatorie quando i livelli degli inquinanti sono superiori alla soglia di valutazione superiore (UAT), compresi tra soglia di valutazione inferiore e rispettiva soglia di valutazione superiore (UAT-LAT) o superiori all'obiettivo a lungo termine nel caso dell'ozono (LTO_U);
- le misurazioni in siti fissi non sono obbligatorie e possono essere utilizzate, anche in via esclusiva, **tecniche di modellizzazione** o di **stima obiettiva** quando i livelli degli inquinanti sono inferiori alla soglia di valutazione inferiore (LAT / LAT_SA)

4.2.3 Programma di valutazione

Sulla scorta dei risultati della procedura di classificazione delle zone, il programma di valutazione indica le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e, per le misurazioni indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva da applicare ai sensi del D. Lgs. 155/2010.

Il programma di valutazione vigente per la

Provincia di Trento prevede, in coerenza con le indicazioni e i criteri del decreto, un numero minimo di punti fissi di misura per ciascun inquinante, dei punti di misura aggiuntivi e dei punti di misura a supporto. La struttura del programma di valutazione è sinteticamente riportata in seguito e per una trattazione più dettagliata si fa riferimento al documento completo¹¹:

4 punti fissi di misura come numero minimo

- 2 punti fissi nella zona "Fondovalle" per la misura di PM10, PM2,5, ossidi di azoto, arsenico, cadmio e benzo(a)pirene;
- 2 punti fissi nella zona "Ozono" per la misura di ozono e ossidi di azoto;

6 punti di misura aggiuntivi

- 2 punti aggiuntivi nella zona "Fondovalle" per la misura di PM10, PM2,5, ossidi di azoto, SO₂, CO, benzene, piombo e nichel;
- 1 punto di misura aggiuntivo nella zona "Montagna" per PM10 e ossidi di azoto, nonostante le concentrazioni di tutti gli inquinanti siano inferiori alla soglia di valutazione inferiore;
- 3 punti di misura nella la zona "Ozono" per la misura dell'ozono, necessari per meglio rappresentare la complessità orografica del territorio;

1 punto di misura a supporto

- nella zona "Fondovalle" per la misura di PM10, PM2,5 e ossidi di azoto (previsto nel caso in cui, anche per fattori esterni, i dati rilevati da una stazione non dovessero risultare conformi agli obiettivi di qualità del decreto; può venire sostituito da un laboratorio mobile per il periodo di inattività della misura "primaria" al fine di raggiungere la necessaria copertura dei dati).

¹¹ APPA, Programma di valutazione - Individuazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria in adeguamento alla zonizzazione e classificazione connessa

Ad oggi il programma di valutazione ha trovato piena applicazione.

La revisione della classificazione delle zone approvata con d.G.P. n.2338 di data 16 dicembre 2016 non ha comportato attivazione/spegnimento di ulteriori punti di misura, solamente un cambiamento

migliorativo nella classificazione della zona "Fondovalle" per gli inquinanti arsenico e cadmio (da UAT-LAT a LAT): i relativi punti di misura sono quindi passati da primari ad aggiuntivi, in conformità con quanto già previsto per gli altri metalli.

4.3 Dati di qualità dell'aria – siti fissi

La rete di monitoraggio provinciale, individuata nel programma di valutazione, è composta da 7 stazioni fisse (tabella 14):

- 1 stazione di misurazione definita "stazione di traffico" (Trento via Bolzano);
- 6 stazioni di misurazione definite "stazioni di fondo", 4 delle quali localizzate in siti urbani o suburbani (Trento Parco S. Chiara, Rovereto, Riva del Garda, Borgo Valsugana) e 2 in siti rurali (Piana Rotaliana e Monte Gaza).

Stazione	Tipo di zona	Tipo di stazione	Inquinanti misurati
Trento Parco S.Chiera TRENTO PSC	urbana	fondo	SO ₂ , PM10, PM2,5, NO _x , O ₃ , As, Cd, Ni, Pb, B(a)P
Trento via Bolzano TRENTO VBZ	urbana	traffico	CO, PM10, NO _x , C ₆ H ₆
Rovereto ROVERETO LGP	urbana	fondo	PM10, PM2,5, NO _x
Borgo Valsugana BORG VAL	suburbana	fondo	PM10, PM2,5, NO _x , O ₃
Riva del Garda RIVA GAR	suburbana	fondo	PM10, O ₃
Piana Rotaliana PIANA ROTALLIANA	rurale	fondo	O ₃
Monte Gaza MONTE GAZA	rurale	fondo	PM10, NO _x , O ₃

Tabella 14 - Rete di monitoraggio al 31/12/2016 secondo il programma di valutazione

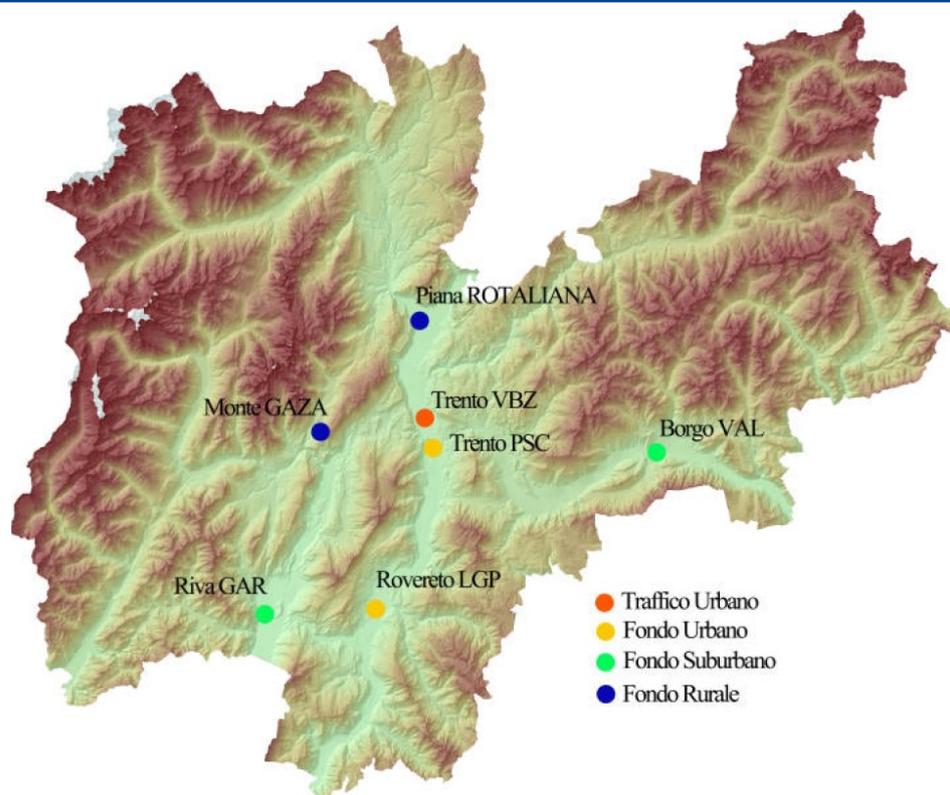


Figura 31 - Rete di monitoraggio provinciale

Tra le stazioni di monitoraggio provinciale, il Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha individuato come **stazioni speciali di monitoraggio della qualità dell'aria**, ovvero stazioni i cui dati sono utilizzati per elaborazioni e studi di interesse nazionale :

- con DM 13 marzo 2013, la stazione di Parco S. Chiara come stazione di fondo urbano per il calcolo dell'indicatore di esposizione media (I.E.M.) per il PM_{2,5} (D.Lgs. 155/2010, articolo 12, comma 2);
- con DM 29 novembre 2012, la stazione di Piana Rotaliana come stazione di fondo in sito rurale per la misurazione dell'ozono (D.Lgs. 155/2010, articolo 8, comma 6).

La stazione di Piana Rotaliana è anche stata selezionata come stazione di riferimento per la valutazione del contributo di polveri sahariane alla concentrazione di PM₁₀¹².

Nei paragrafi seguenti si riportano gli andamenti delle concentrazioni rilevate negli ultimi anni nei punti di misura previsti dal Programma di valutazione (§ 4.2.3)

4.3.1. Biossido di azoto

Il D. Lgs. 155/2010 prevede un valore limite di 40 µg/m³ riferito alla concentrazione media annua ed un valore limite orario di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte all'anno.

¹² ISPRA (2014), Valutazione del contributo di origine sahariana alle concentrazioni di PM₁₀ misurate nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, negli anni 2007-2012.

Il **valore limite orario** viene superato solamente nella stazione di traffico sita in Trento via Bolzano, dove il numero di superamenti registrati non ha comunque mai ecceduto i 18 superamenti annuali ammessi (figura 32).

Per quanto riguarda la **media annua**, il trend è positivo, con concentrazioni medie annue in progressiva diminuzione (figura 33).

La situazione riferita alle stazioni di fondo è relativamente omogenea e, a partire dal 2008, per tutte le stazioni si osserva il rispetto del limite sulla media annuale. Diverse le considerazioni per il sito di traffico di Trento via Bolzano, dove il limite sulla media annua è superato.

Il rispetto dei valori limite per il biossido di azoto va garantito, da normativa, entro l'anno 2010, ma all'art. 22, comma 1, della Direttiva 2008/50/CE è prevista la possibilità di prorogare tale termine di cinque anni al massimo per una determinata zona o agglomerato, a condizione che sia predisposto un piano che dimostri come i

valori limite saranno conseguiti entro il nuovo termine. La Provincia di Trento, non essendo stata in grado di rispettare il valore limite annuo di NO_2 al 2010, ha fatto richiesta di proroga alla Commissione europea la quale, con decisione di data 6 luglio 2012, ha accettato la richiesta di proroga del termine per il raggiungimento del valore limite annuo di NO_2 per la zona di interesse della Provincia di Trento al 1 gennaio 2015.

Malgrado la previsione fatta nel 2010 di rispetto del limite al 2015 in conseguenza della prevista e progressiva implementazione del Piano Urbano della Mobilità del Comune di Trento, implementazione che nella realtà si è concretizzata solo parzialmente, anche nei due anni successivi, 2015 e 2016, la media annua presso la stazione di traffico di Trento via Bolzano è risultata superiore alla soglia di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nonostante a partire dal 2009 sia riconoscibile un chiaro trend decrescente, i dati del monitoraggio rendono quindi evidente la necessità di ulteriori interventi di mitigazione e contenimento delle emissioni.

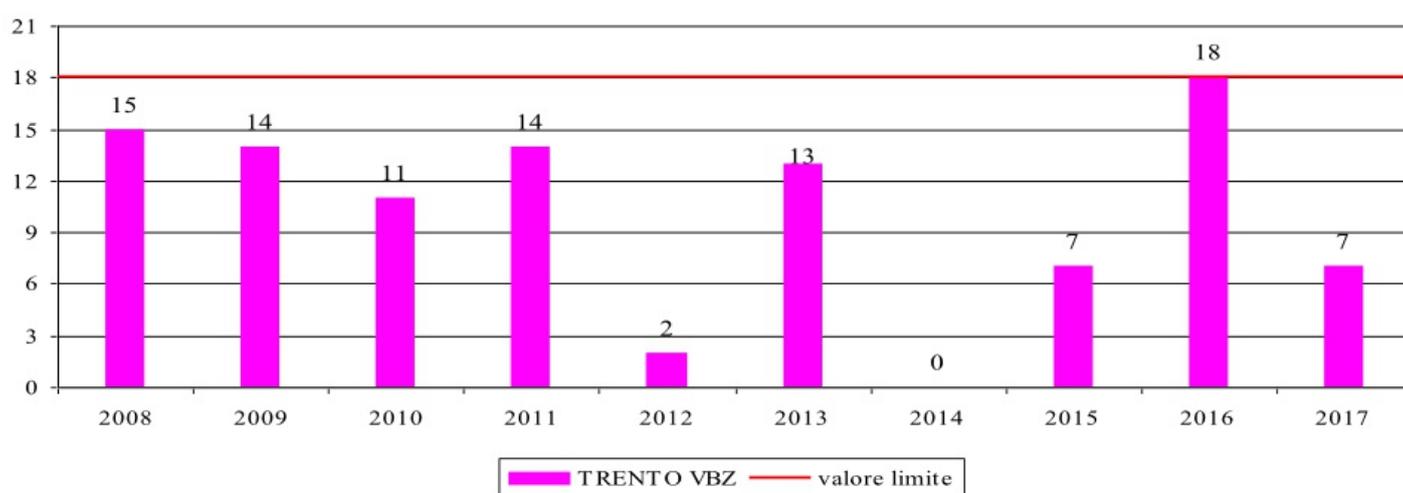


Figura 32 - Biossido di azoto - numero di superamenti del limite di media oraria nella stazione di misura di traffico nel periodo 2008-2017

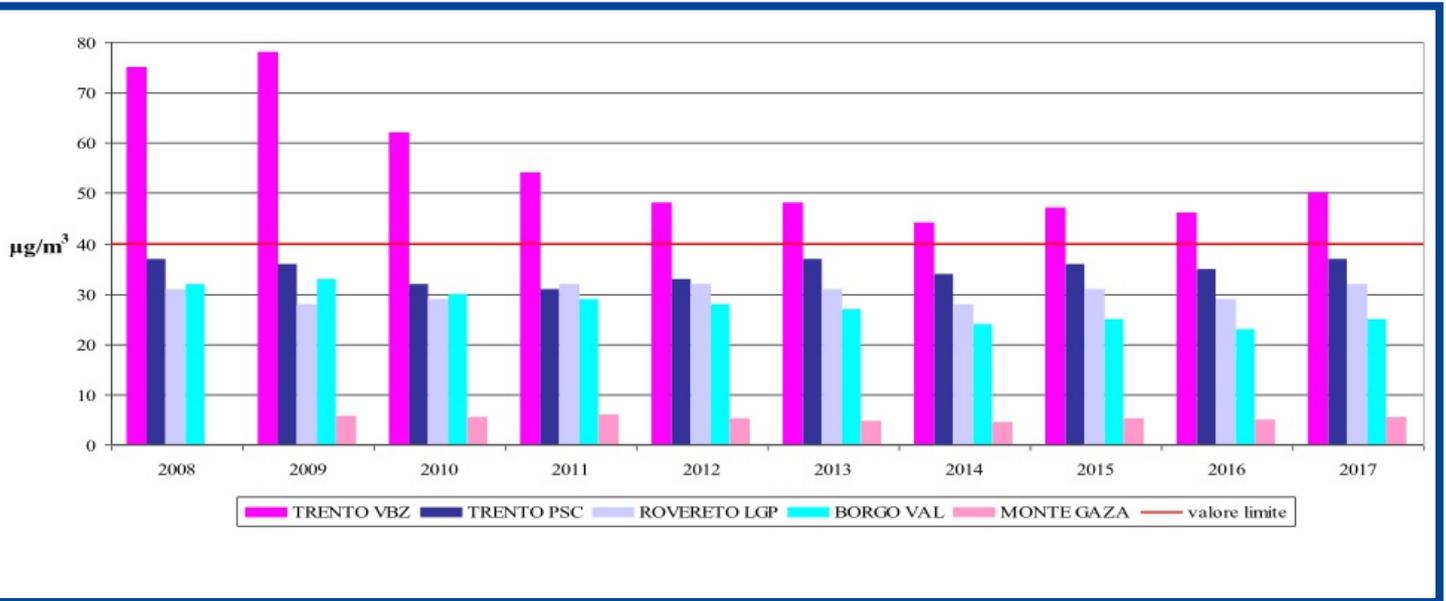


Figura 33 - Biossido di azoto - concentrazione media annua nel periodo 2008-2017

4.3.2 PM10

Il D.Lgs. 155/2010 prevede un valore limite di 40 µg/m³ riferito alla concentrazione media annua ed un valore limite giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte all'anno.

Per quanto riguarda la soglia sul valore **limite giornaliero**, a partire dal 2013 e dopo un periodo caratterizzato da spiccata variabilità, il

limite dei 35 superamenti annuali è rispettato in tutti i siti di misura (figura 34). Si noti che, ad esclusione dei siti di Trento via Bolzano e Borgo Valsugana, per le restanti stazioni appartenenti alla zona IT0403 "Fondovalle" tale condizione è verificata già a partire dal 2009.

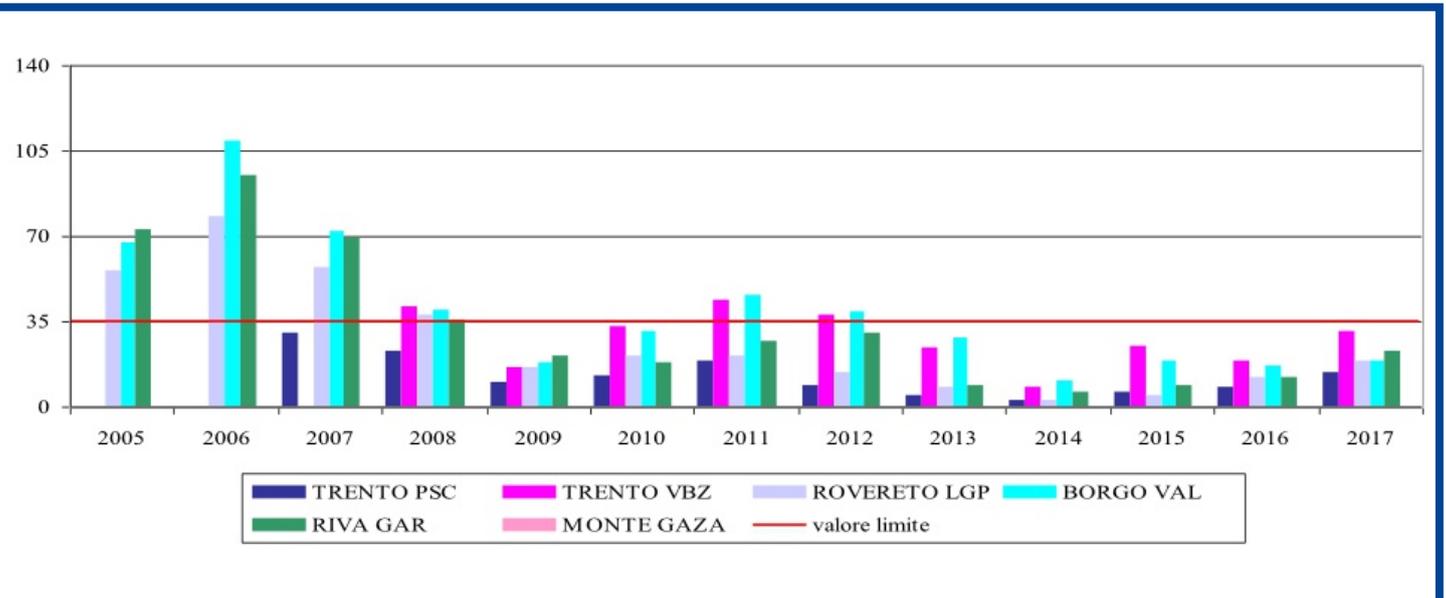


Figura 34 - PM10 – numero di superamenti del limite giornaliero nel periodo 2005-2017

La presenza di un andamento pluriennale relativamente irregolare è principalmente imputabile alla forte correlazione tra le concentrazioni di PM10 e le condizioni meteorologiche invernali più o meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti. Questo rende difficile decretare con certezza se sia stata raggiunta una stabilizzazione del numero di superamenti annuali su valori inferiori alla soglia prevista dalla normativa, sebbene si possa affermare con ragionevole sicurezza che presso le stazioni di Trento Parco S. Chiara, Rovereto e Riva del Garda

non si verificano più situazioni di particolare criticità rispetto a tale limite normativo

In figura 35 è mostrato l'andamento della concentrazione **media annua**. Il limite sulla media annuale è stato sempre rispettato in tutte le stazioni, con l'unica eccezione della stazione di Riva del Garda nell'anno 2006. In particolare, tra il 2006 e il 2010 è possibile notare una progressiva riduzione della concentrazione media annua, fino al raggiungimento di un valore medio ampiamente inferiore del valore limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

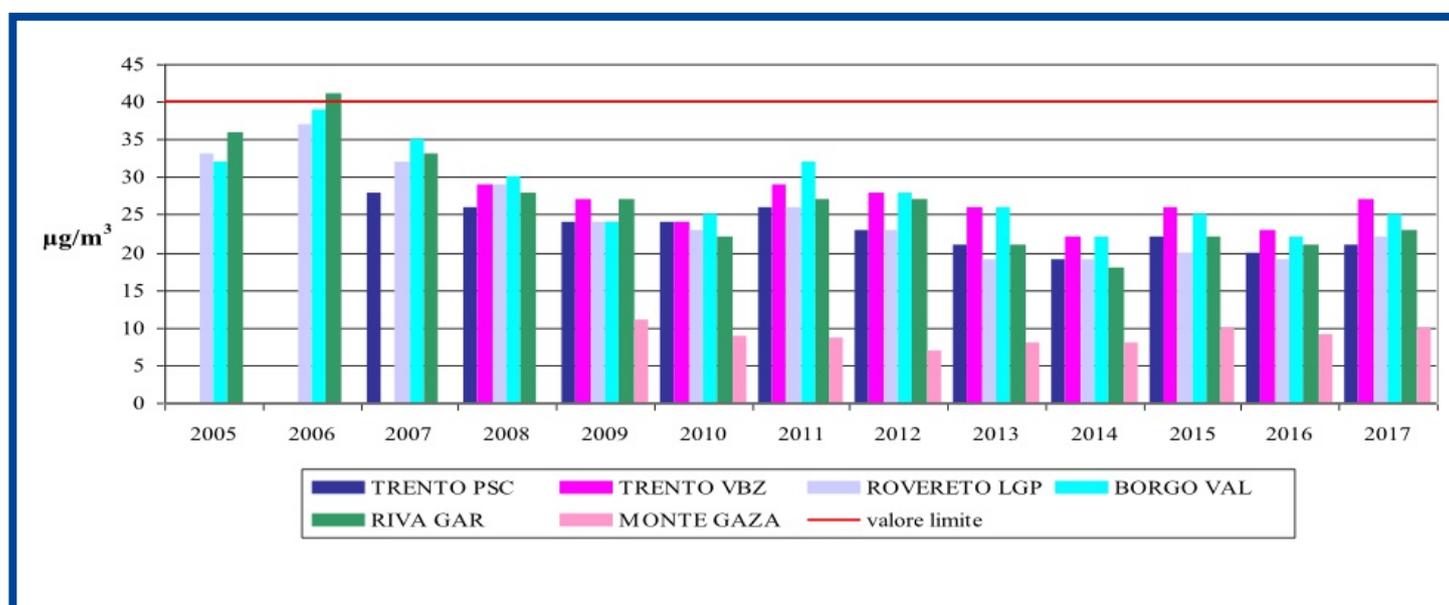


Figura 35 - PM10 – concentrazione media annua nel periodo 2005-2017

La Provincia di Trento è stata coinvolta nella Procedura di infrazione n.2008/2194 in merito allo sfioramento del numero di superamenti ammessi del valore limite di PM10 con riferimento agli anni 2006 e 2007.

La Commissione europea, con Sentenza della Corte di Giustizia di data 19 dicembre 2012, ha sancito la violazione della normativa europea (Art. 13 della direttiva 2008/50/CE) con riferimento agli anni 2006 e 2007 in 55 zone e agglomerati in Italia, tra i quali anche la Provincia di Trento, non accettando le

motivazioni ed i ricorsi dello Stato italiano. Per difetto procedurale, la condanna non ha prodotto sanzioni ed è stata archiviata il 20 giugno 2013 dietro promessa, da parte italiana, dell'adozione di un cospicuo pacchetto di misure volto a ripristinare il rispetto dei massimali previsti dalla direttiva 2008/50/CE.

4.3.3 PM_{2,5}

Il PM_{2,5} attualmente viene misurato nelle stazioni di Trento Parco S. Chiara, Rovereto e Borgo Valsugana. Dal 2014 non viene più misurato presso la stazione di Trento via Bolzano come previsto dal nuovo Programma di valutazione.

A partire dal 2009, anno a decorrere dal quale è attivo il monitoraggio di questo inquinante, la **concentrazione media annuale** è sempre risultata inferiore al valore limite (*previsto a far data dal 1 gennaio 2015*) pari a 25 µg/m³, in tutte le stazioni ove è prevista la misura (figura 36).

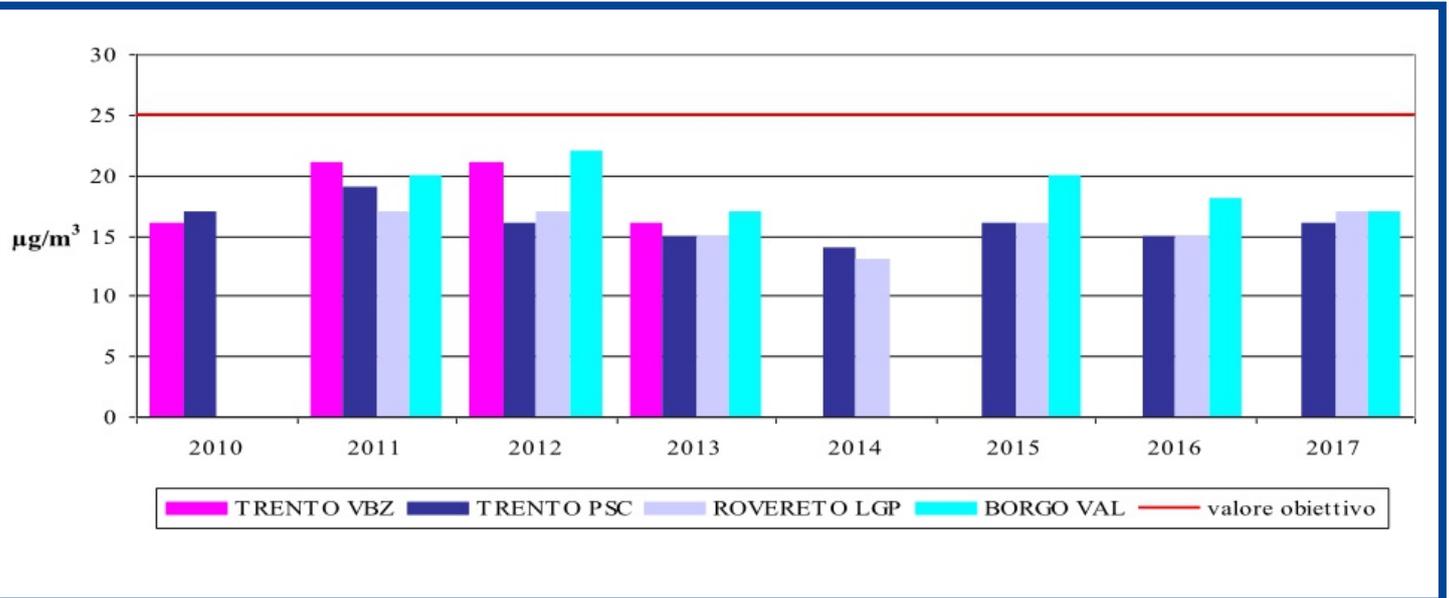


Figura 36 - PM_{2,5} - concentrazione media annua nel periodo 2010-2017

Ai sensi dell'Art.12, comma 1, del D.Lgs. 155/2010, va assicurato il rispetto dell'**obbligo di concentrazione dell'esposizione** e va perseguito il raggiungimento dell'**obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione**, entrambi disciplinati nell'allegato XIV.

Per la verifica del rispetto di entrambi i valori, si utilizza l'indicatore di esposizione media (IEM), calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo ubicate in siti fissi di campionamento urbani, scelte con decreto del Ministro dell'ambiente. Per la Provincia di Trento la stazione di riferimento è quella di Trento Parco S. Chiara. L'IEM è dato dalla concentrazione media annua su tre anni civili, ricavata dalla media dei risultati delle misurazioni effettuate in tutte le stazioni individuate sul territorio nazionale.

Il rispetto dell'obiettivo nazionale di riduzione non può, per sua definizione, essere verificato o meno a livello provinciale, ma ha senso valutare se si stia contribuendo al rispetto dell'obbligo nazionale.

L'IEM per l'anno di riferimento 2010 è dato dalla concentrazione media degli anni 2009, 2010 e 2011. I dati presso la stazione Trento S. Chiara sono disponibili a partire dall'anno 2010 e la concentrazione media degli anni 2010 e 2011 è pari a 18 µg/m³. Applicando la tabella al comma 2 dell'Allegato XIV, l'obiettivo di riduzione in percentuale entro il 2020 risulta pari al 20%, ovvero pari a 14,4 µg/m³. La concentrazione misurata per l'anno 2016 è pari a 15 µg/m³, quindi con un valore molto prossimo all'obiettivo a 5 anni dalla data termine.

L'obbligo di concentrazione dell'esposizione, come definito nell'Allegato XIV, è pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare entro l'anno 2015. Calcolando l'IEM riferito all'anno 2015 come media degli anni 2013, 2014 e 2015 presso la

stazione di Trento Parco S. Chiara si ricava un valore pari a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi il rispetto dell'obbligo è assicurato entro i tempi previsti.

4.3.4 Benzo(a)pirene

Presso la stazione di Trento Parco S. Chiara vengono raccolti campioni giornalieri per la determinazione della **media annuale** di benzo(a)pirene. Il valore medio annuo oscilla attorno al valore obiettivo, con valori di poco inferiori o superiori al valore obiettivo di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ (figura 37).

Attualmente non è quindi possibile garantire il rispetto del valore obiettivo senza mettere in atto interventi di contenimento delle emissioni.

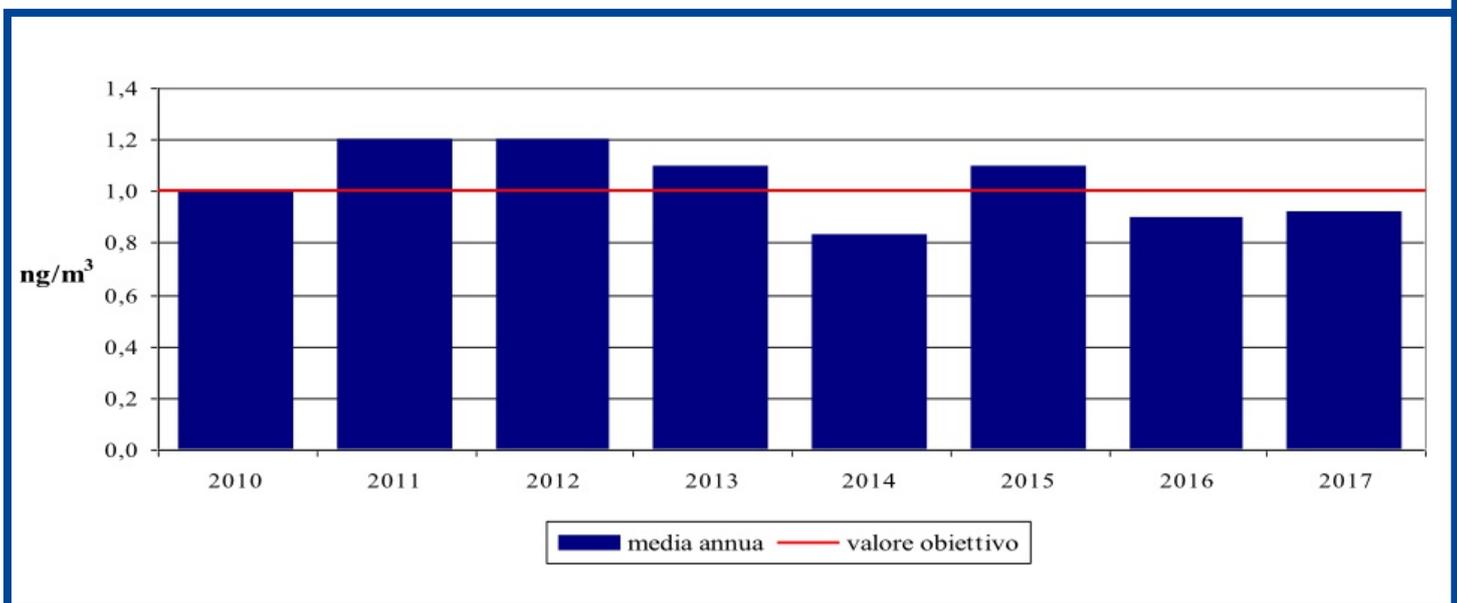


Figura 37 - Benzo(a)pirene - concentrazione media annua nel periodo 2010-2017



4.3.5 Benzene

Il D.Lgs. 155/2010 prevede un valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ riferito alla concentrazione media annua.

Il benzene è stato monitorato dal 1996 al 2008 nella stazione di traffico sita a Trento Largo Porta Nuova (ora non più esistente) e successivamente nella stazione di traffico sita a Trento via Bolzano.

A partire dal 2003, le concentrazioni medie annue di benzene risultano abbondantemente inferiori al valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e dal 2007 tali concentrazioni hanno raggiunto valori stabilmente inferiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (figura 38).

Il benzene è di conseguenza un inquinante primario non critico per il territorio trentino.

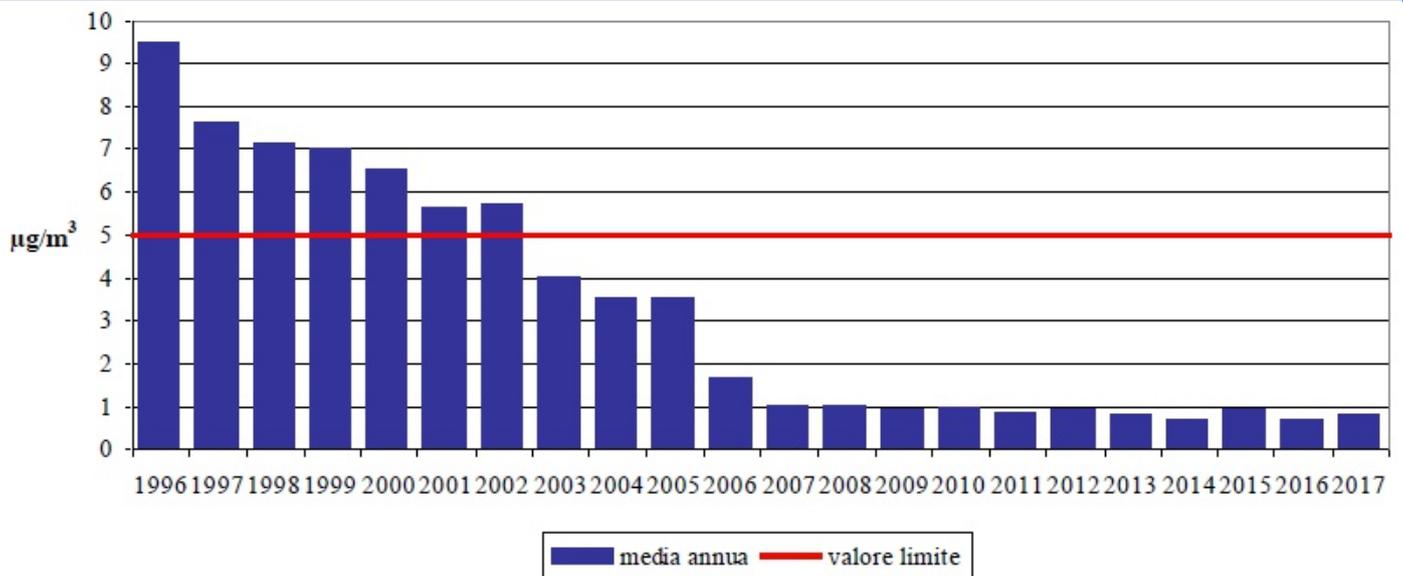


Figura 38 - Benzene - concentrazione media annua nel periodo 1996-2017



4.3.6 Monossido di carbonio

L'introduzione massiccia ed obbligatoria dei sistemi catalitici su tutti i veicoli a motore ha consentito una progressiva e risolutiva decrescita delle concentrazioni di CO in aria ambiente (figura 39). A seguito di tale sostanziale riduzione delle concentrazioni registrata negli anni, il numero di punti di monitoraggio è stato progressivamente ridotto, ed attualmente la misura è effettuata nella sola stazione di monitoraggio di traffico di Trento via Bolzano.

A partire dal 2005 la concentrazione media annua di CO si è stabilizzata su valori inferiori a 1 mg/m^3 . Non si evidenziano criticità per quanto riguarda il rispetto del valore limite previsto per la media calcolata su 8 ore, pari a 10 mg/m^3 .

Il monossido di carbonio rappresenta quindi un inquinante primario non critico per il territorio trentino.

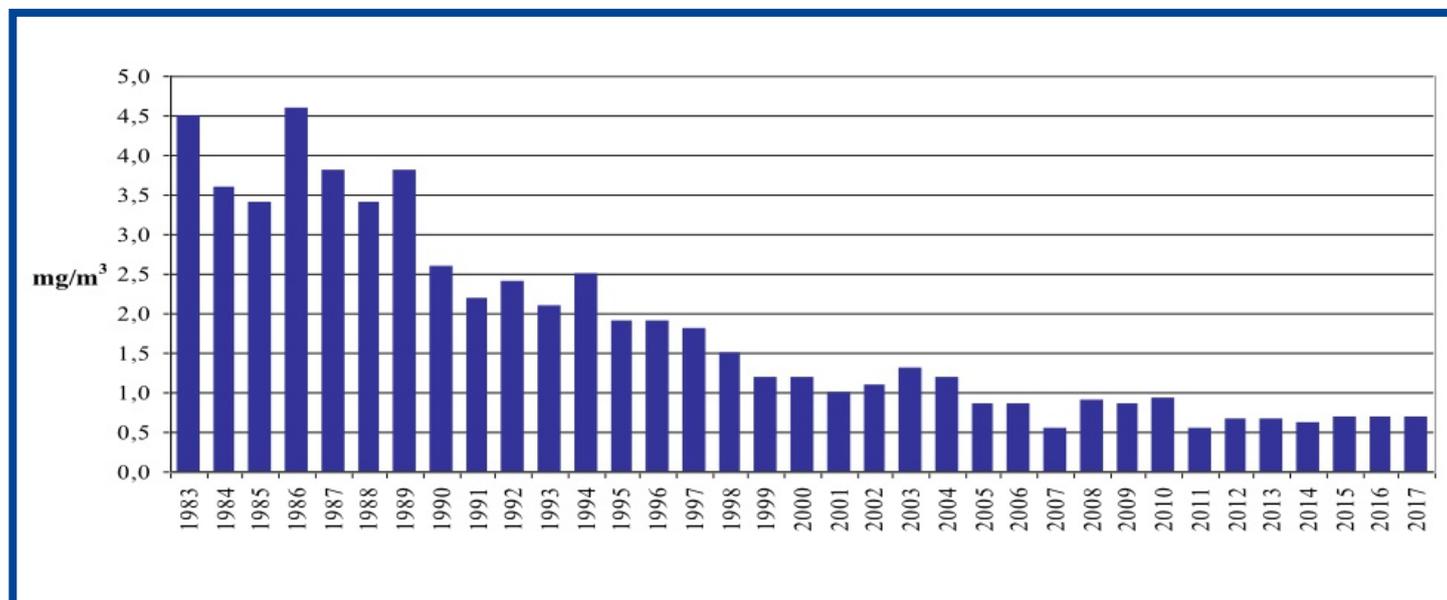


Figura 39 - Monossido di carbonio - concentrazione media annua nel periodo 1983-2017

4.3.7 Biossido di zolfo

Le concentrazioni di biossido di zolfo SO_2 , sempre modeste in Trentino, sono sensibilmente diminuite nel tempo (figura 40) per effetto del progressivo uso di combustibili con contenuto di zolfo minore rispetto al passato (in particolare nei combustibili diesel). Inoltre, ha avuto un ruolo fondamentale la progressiva conversione degli impianti di riscaldamento domestici da gasolio a metano.

Il biossido di zolfo è stato misurato in diverse stazioni nel corso degli ultimi anni. Fino al 2011 è stato misurato nelle 2 stazioni di fondo urbano di Trento Parco S. Chiara e Rovereto e nella stazione di fondo rurale di Monte Gaza. Dal 2012 è attiva per questo inquinante la sola stazione di Trento Parco S. Chiara.

Analizzando l'andamento della concentrazione media annua di SO₂ dell'ultimo trentennio, si nota come, a partire dal 2006, si abbia una stabilizzazione della concentrazione attorno a valori inferiori a 3 µg/m³. Inoltre, non si riscontrano superamenti del valore limite orario (350 µg/m³), del valore limite giornaliero (125 µg/m³), né della soglia di allarme (500 µg/m³ per 3 ore consecutive).

Il biossido di zolfo rappresenta quindi un inquinante primario non critico per il territorio trentino.

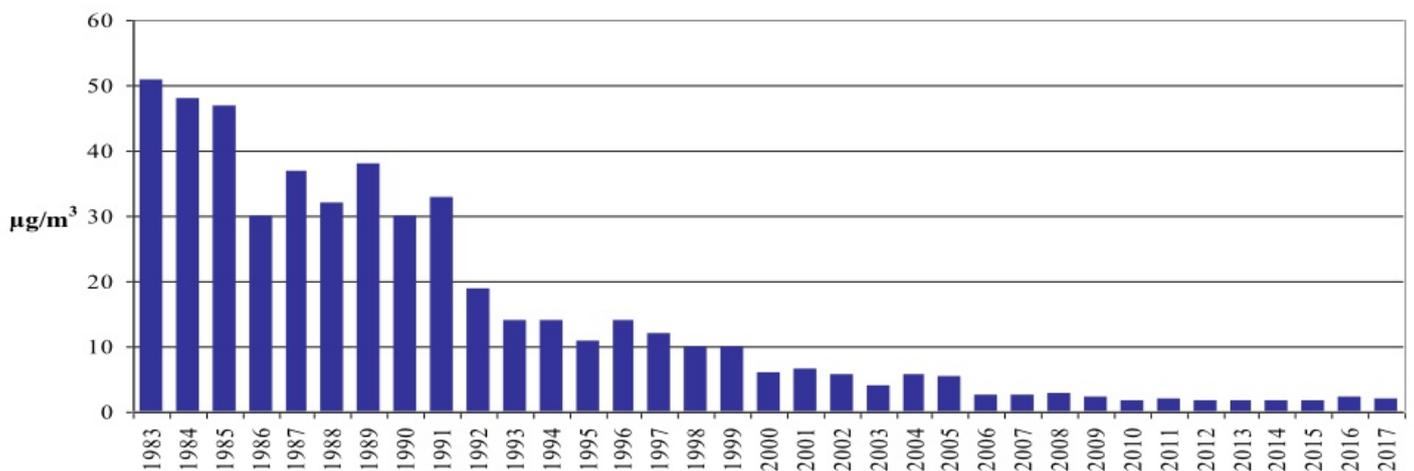


Figura 40 - Biossido di zolfo – concentrazione media annua nel periodo 1983-2017

4.3.8 Metalli

Presso la stazione di Trento Parco S. Chiara vengono raccolti campioni giornalieri per la determinazione della **media annuale** di piombo (figura 41), nichel (figura 42), arsenico (figura 43) e cadmio (figura 44).

Il D.Lgs. 155/2010 prevede un valore limite per il piombo pari a 0,5 µg/m³ e dei valori obiettivo pari a 6 ng/m³ per l'arsenico, 5 ng/m³ per il cadmio, 20 ng/m³ per il nichel, tutti calcolati

con riferimento alle concentrazioni medie annue .

Le concentrazioni di piombo rilevate confermano il rispetto con ampio margine del limite annuo per questo inquinante. Anche per quanto riguarda arsenico, cadmio e nichel, le concentrazioni rilevate sono contenute e risultano inferiori ai rispettivi valori obiettivo.

Nessuno dei metalli considerati rappresenta un inquinante critico per il territorio trentino.

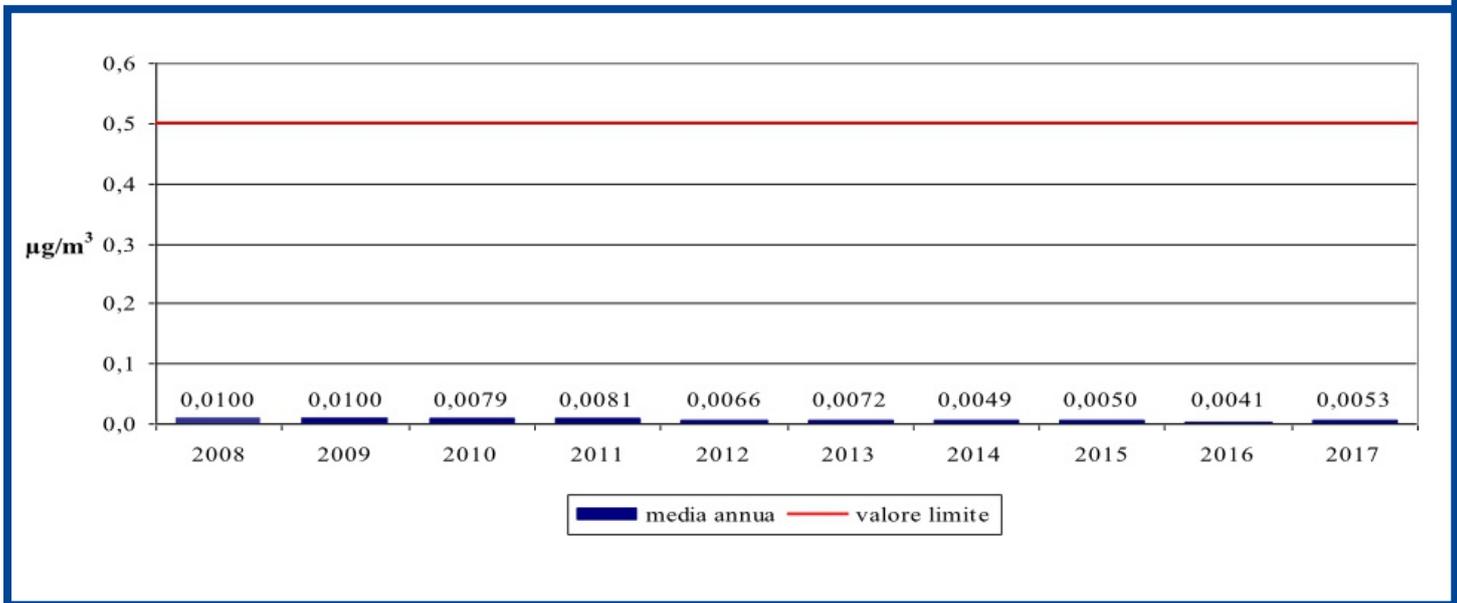


Figura 41 - Piombo - concentrazione media annua nel periodo 2008-2017

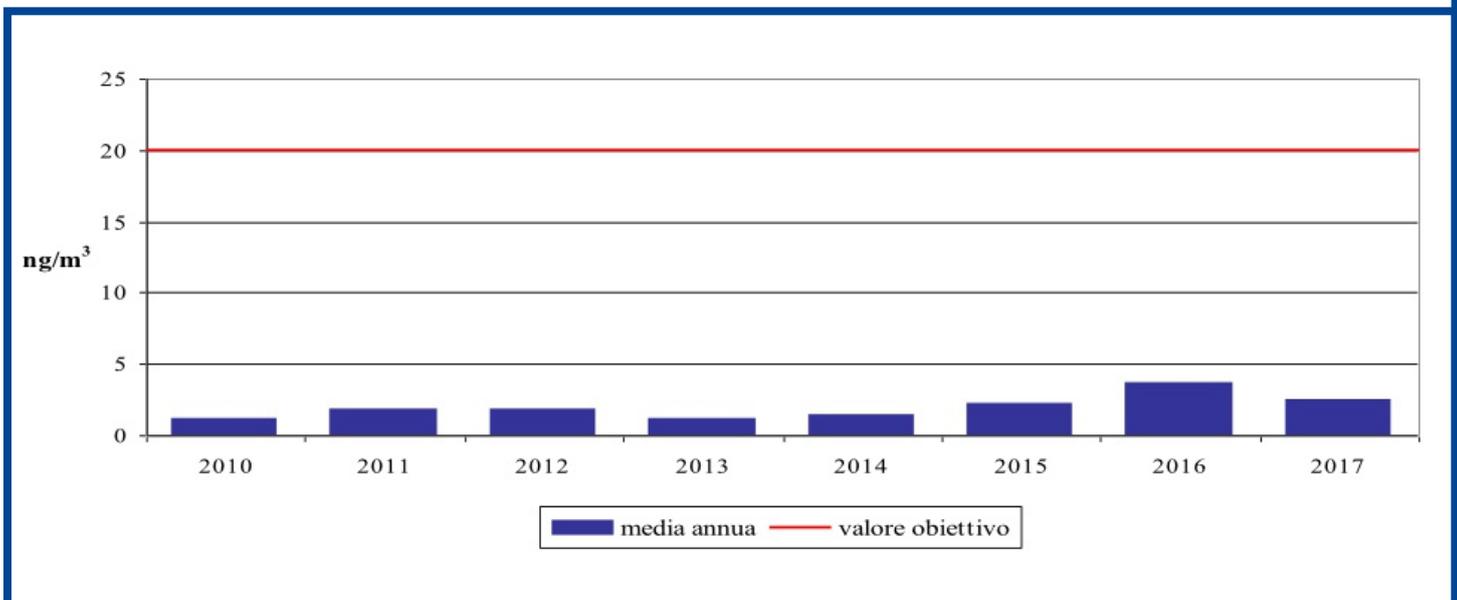


Figura 42 - Nichel - concentrazione media annua nel periodo 2010-2017

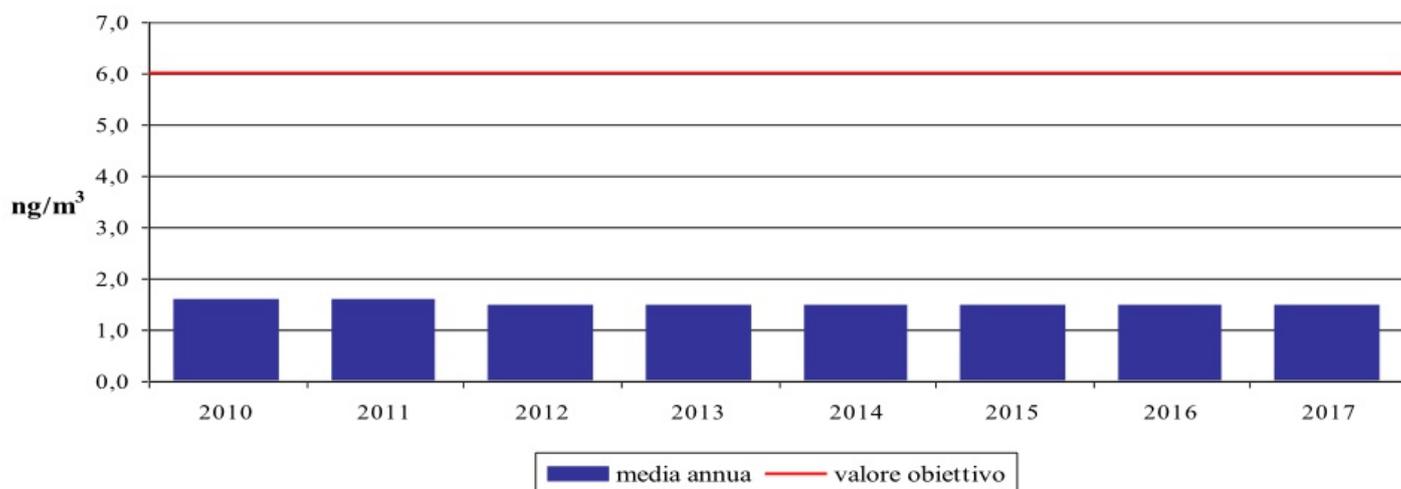


Figura 43 - Arsenico - concentrazione media annua nel periodo 2010-2017

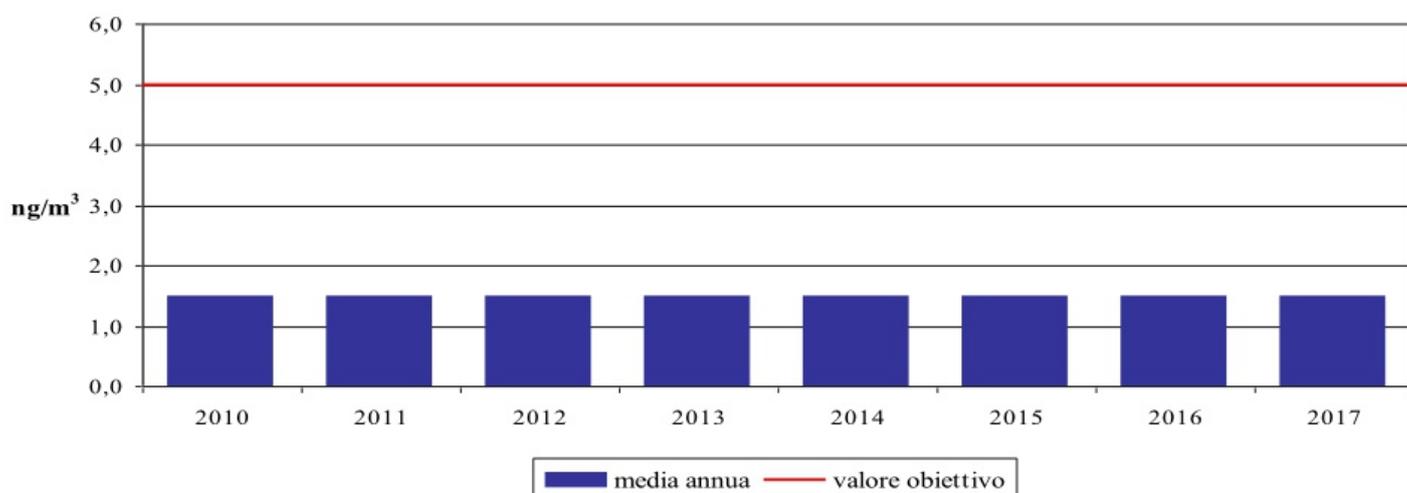


Figura 44 - Cadmio - concentrazione media annua nel periodo 2010-2017

4.3.9 Ozono

L'ozono è monitorato nelle stazioni appartenenti alla zona IT0405 "zona ozono". A differenza degli inquinanti *primari*, cioè direttamente riconducibili a specifiche fonti di emissione, l'ozono è un **inquinante secondario** che si forma per reazioni tra composti che vengono generalmente definiti *precursori* la cui origine è sia biogenica e quindi naturale, sia antropogenica e pertanto legata alle attività umane. Oltre alla presenza dei composti *precursori*, le concentrazioni di ozono sono altresì fortemente influenzate anche da diverse variabili meteorologiche, come l'intensità della radiazione solare e la temperatura (di conseguenza la sua presenza è molto variabile nell'arco della giornata e delle stagioni), ed orografiche.

Il **valore obiettivo**, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni e riferito alla media massima giornaliera calcolata su 8 ore, continua ad essere superato costantemente e in maniera diffusa su tutto il territorio provinciale, ad eccezione della stazione di Borgo Valsugana per la quale le ultime tre medie triennali rispettano il limite imposto dalla normativa (figura 45).

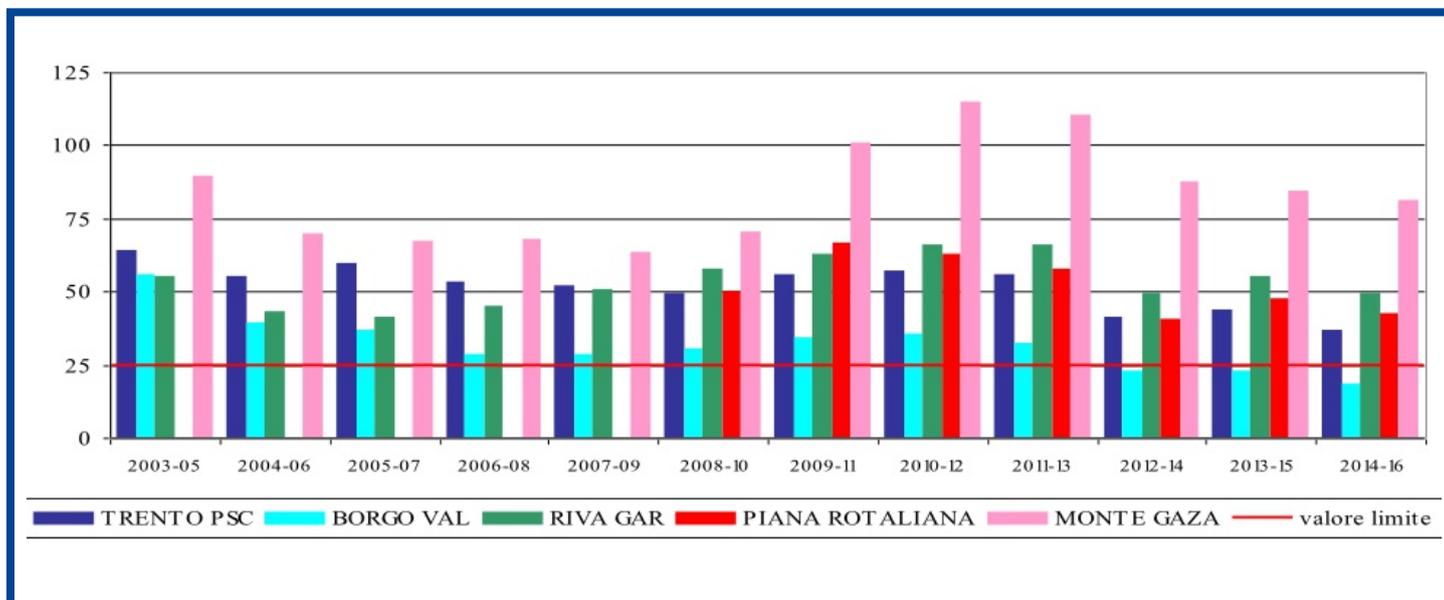


Figura 45 - Ozono - superamenti del valore obiettivo nel periodo 2003-2017

In figura 46 è riportato il numero di superamenti della **soglia di informazione**, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata su media oraria. Le situazioni di maggior criticità vengono registrate nelle stazioni di Riva del Garda e Monte Gaza e, in misura minore, Piana Rotaliana. Queste stazioni sono caratterizzate da un elevato irraggiamento solare durante il periodo estivo, che favorisce le reazioni fotochimiche responsabili della formazione di ozono.

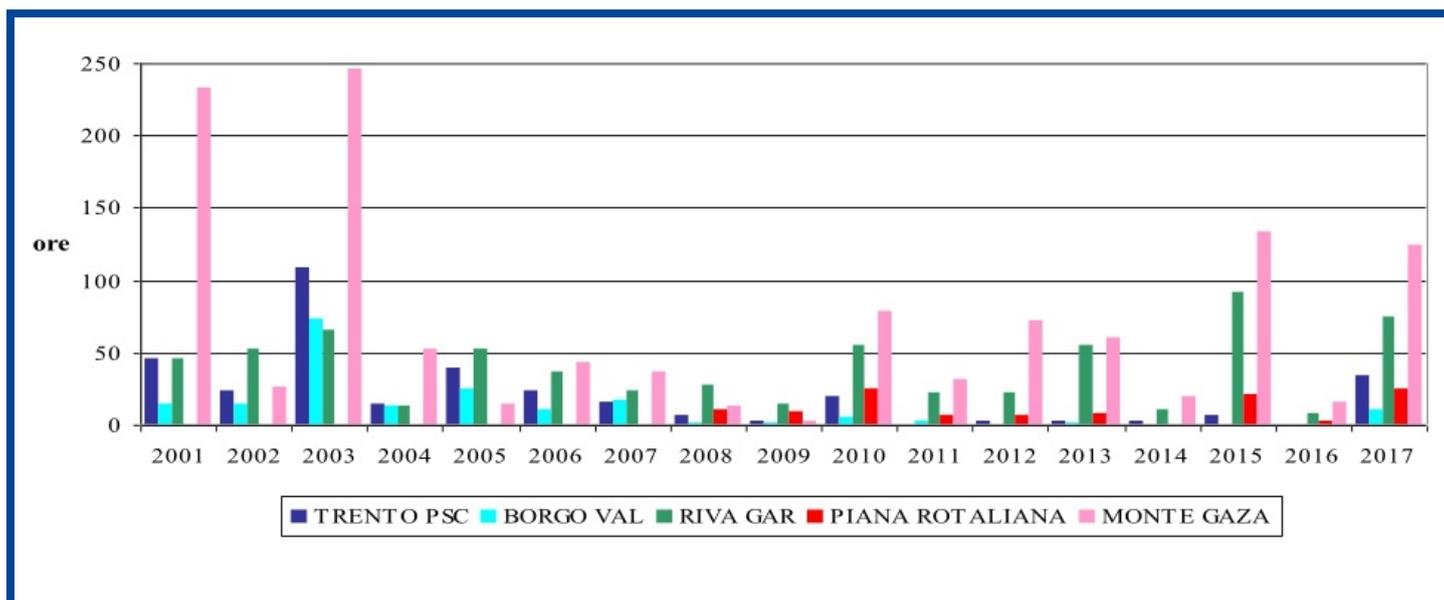


Figura 46 - Ozono - superamenti della soglia di informazione nel periodo 2005-2017

A causa di un guasto alla stazione di Monte Gaza, non sono disponibili le misure di O_3 durante gran parte del mese di agosto 2015. Limitatamente a questa stazione, quindi, i risultati presentati sono da considerarsi affetti da possibile sottostima

4.4 Dati di qualità dell'aria – mezzi mobili

Nel quinquennio 2011-15 sono state condotte alcune campagne di monitoraggio con mezzi mobili attrezzati per la misura di CO, SO₂, PM10, O₃, NO_x, metalli ed IPA, ed alcune solo con campionatore gravimetrico di PM10/PM2,5 con determinazione di metalli ed

IPA (tabella 15 e figura 47). In nessuna campagna sono stati monitorati C₆H₆ e PM2,5.

Sito	Periodo	Zone	Inquinanti
Arco fraz. Bolognano	21/12/2011–13/03/2012	IT0403, IT0405	CO, SO ₂ , PM10, O ₃ , NO _x , metalli, IPA
Trento fraz. Piedicastello	21/01/2012–17/02/2013	IT0403, IT0405	CO, SO ₂ , PM10, O ₃ , NO _x , metalli, IPA
Malè fraz. Bolentina	16/12/2011–15/04/2012 13/12/2012–07/04/2013	IT0403	PM10, metalli, IPA
Isera	01/06/2012–17/02/2013	IT0403, IT0405	CO, SO ₂ , PM10, O ₃ , NO _x , metalli, IPA
Mezzano	01/05/2013–30/04/2014	IT0403, IT0405	CO, SO ₂ , PM10, O ₃ , NO _x , metalli, IPA
Storo	09/08/2013–13/08/2014	IT0403, IT0405	CO, SO ₂ , PM10, O ₃ , NO _x , metalli, IPA
Faedo fraz. Cadino	25/10/2013–16/04/2014 06/11/2014–17/04/2015 03/11/2015–15/04/2016	IT0403	PM10, metalli, IPA
Canazei - Passo Pordoi	09/07/2014–02/11/2014	IT0404, IT0405	CO, SO ₂ , PM10, O ₃ , NO _x , metalli, IPA
Ala fraz. S. Lucia	13/12/2014–in corso	IT0403	PM10, metalli, IPA
Borgo Valsugana	26/10/2014–23/04/2017	IT0403	Metalli e IPA (in aggiunta a quanto già monitorato presso la stazione fissa)
Novaledo	19/02/2016–18/02/2018	IT0403, IT0405	CO, SO ₂ , PM10, O ₃ , NO _x , metalli, IPA

Tabella 15 - Campagne di monitoraggio con mezzi mobili

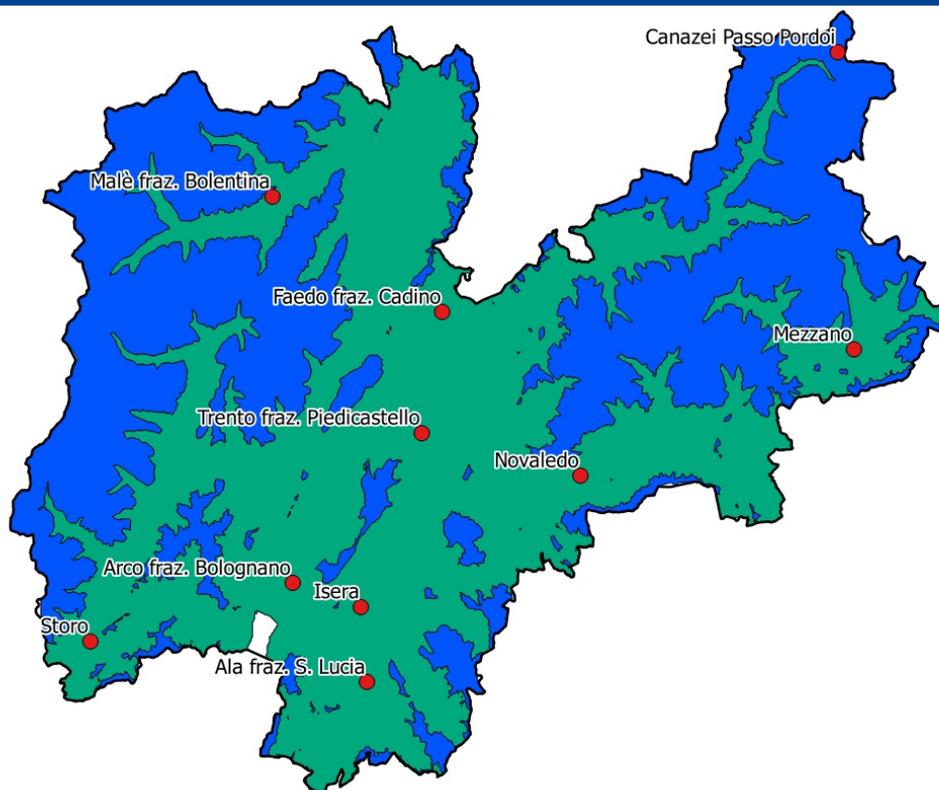


Figura 47 - Monitoraggio con mezzi mobili

I dati raccolti sono confrontabili con i limiti normativi ed i valori obiettivo solo se il periodo di campionamento ha durata sufficiente e risulta quindi rappresentativo di un anno completo di monitoraggio. Secondo questi criteri, di particolare rilevanza risultano le tre campagne di durata annuale condotte a Trento - frazione di Piedicastello (*sito urbano di traffico*), a Storo e a Mezzano (*siti di fondo suburbano*) e la campagna condotta a Novaledo della durata di 2 anni.

Sintetizzando i risultati ottenuti durante tali campagne, per gli inquinanti CO, SO₂, As, Cd, Ni, Pb, non sono state rilevate concentrazioni superiori ai valori limite/obiettivo, a conferma di quanto già rilevato presso i punti fissi di monitoraggio.

Anche la concentrazione media annua di PM₁₀ è risultata inferiore al limite normativo, analogamente a quanto registrato presso le stazioni della rete fissa di monitoraggio.

Il numero di superamenti del limite di media giornaliera previsto per il PM₁₀ è risultato a:

- Trento fraz. Piedicastello – in numero maggiore rispetto alla media della rete di monitoraggio, ma inferiore rispetto alla stazione fissa di Trento via Bolzano;
- Storo – in numero maggiore rispetto alla media della rete di monitoraggio e al numero limite di superamenti;
- Mezzano – in numero maggiore rispetto alla media della rete di monitoraggio, ma inferiore al numero limite di superamenti;
- Novaledo – in linea con quanto misurato presso le stazioni di fondo della rete di monitoraggio.

La concentrazione media annua di NO₂ è risultata per:

- Trento fraz. *Piedicastello* – superiore al limite normativo, analogamente a quanto registrato presso la stazione classificata come “di traffico” di via Bolzano;
- Storo - inferiore al limite normativo, analogamente a quanto registrato presso le stazioni fisse classificate come “di fondo”;
- Mezzano - inferiore al limite normativo, analogamente a quanto registrato presso le stazioni fisse classificate come “di fondo”;
- Novaledo – inferiore al limite normativo, analogamente a quanto registrato presso le stazioni fisse classificate come “di fondo”.

Il numero di superamenti del limite di media oraria di NO₂ sono stati per:

- Trento fraz. *Piedicastello* – inferiore al limite normativo, analogamente a quanto registrato presso la stazione classificata come “di traffico” di via Bolzano;
- Storo – nessun superamento, analogamente a quanto registrato presso le stazioni di fondo;
- Mezzano – nessun superamento, analogamente a quanto registrato presso le stazioni di fondo;
- Novaledo – nessun superamento, analogamente a quanto registrato presso le stazioni di fondo.

Il numero di superamenti del valore obiettivo di ozono è risultato per:

- Trento fraz. *Piedicastello* – inferiore al valore obiettivo, coerentemente alla localizzazione del sito “di traffico”;
- Storo – superiore al valore obiettivo, analogamente a quanto registrato presso le stazioni di fondo;
- Mezzano – inferiore al valore obiettivo;
- Novaledo – superiore al valore obiettivo, analogamente a quanto registrato presso le stazioni di fondo.

In entrambi i siti di Storo e Mezzano, nel periodo invernale, le concentrazioni medie giornaliere di PM10 sono risultate tendenzialmente maggiori rispetto a quanto misurato nel sito di riferimento di Trento (*fondo urbano*), con frequenti superamenti del limite previsto.

Sempre nel corso del periodo invernale, sono state osservate elevate concentrazioni di IPA, con medie annuali di **B(a)P** superiori a 4 volte il valore obiettivo e valori massimi giornalieri prossimi a 30 ng/m³.

I risultati delle campagne di studio evidenziano chiaramente come il ricorso alla **combustione di biomassa per il riscaldamento domestico** possa compromettere nettamente la qualità dell'aria in siti rurali o suburbani anche remoti.

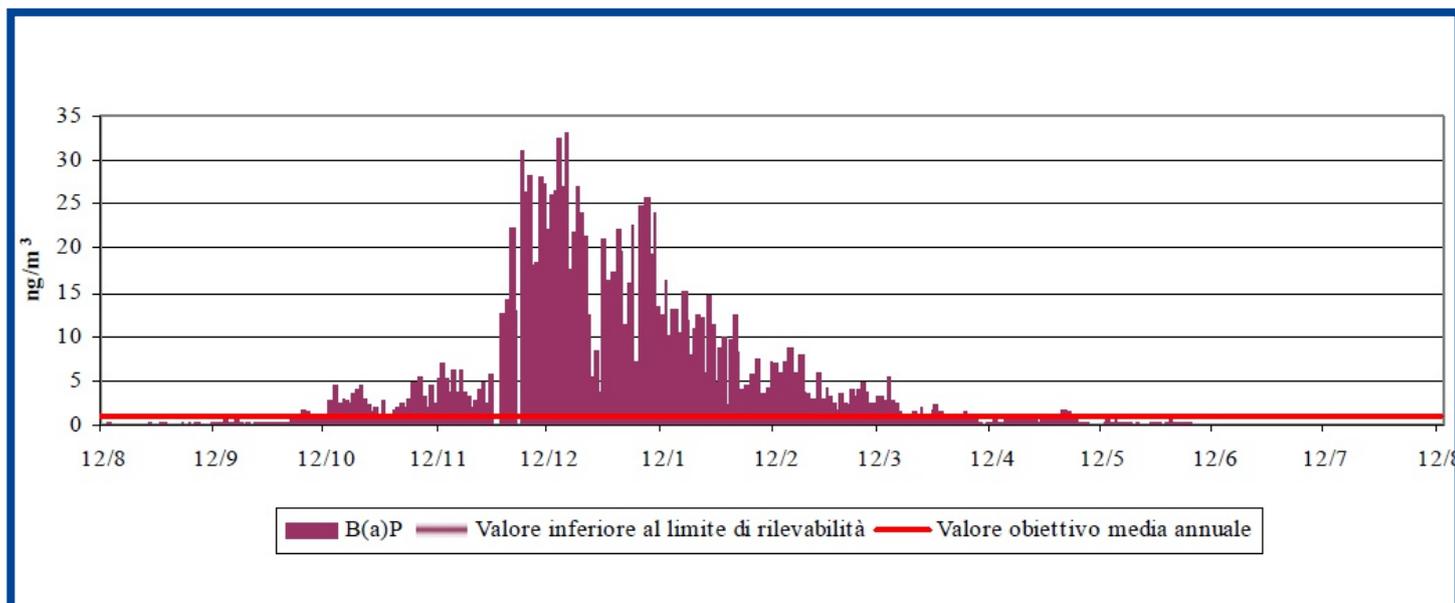


Figura 48 - Concentrazione media giornaliera di B(a)P - campagna di Storo

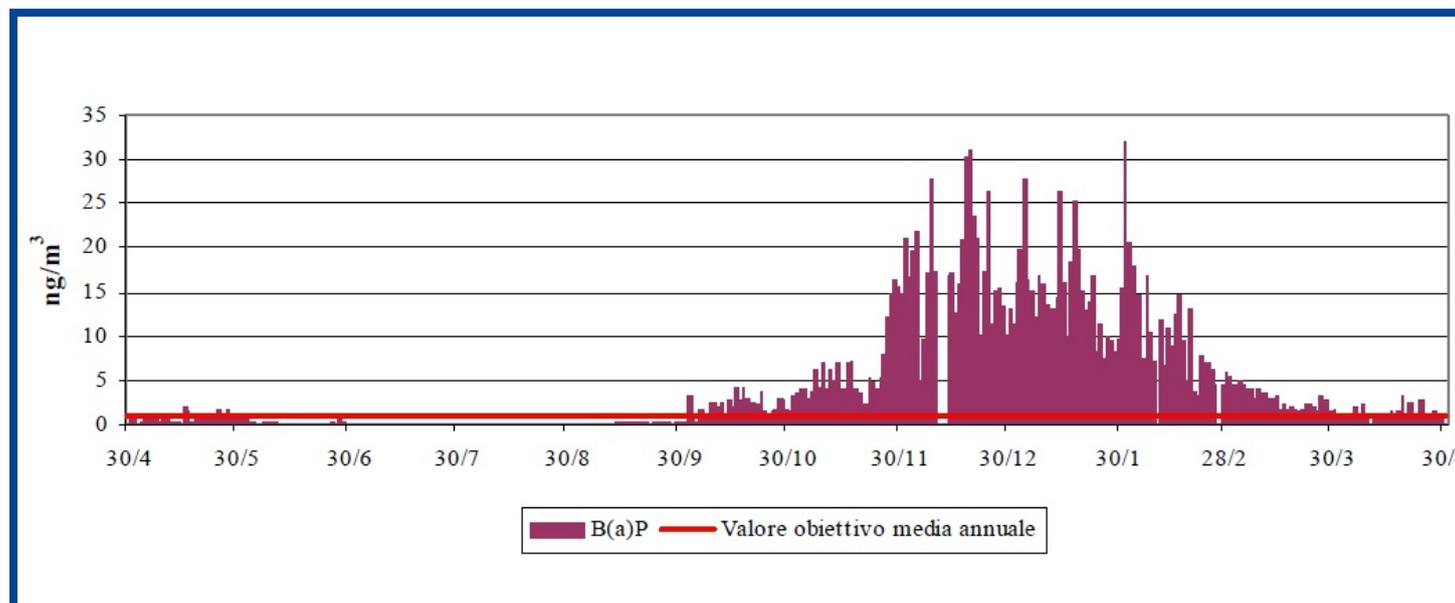


Figura 49 - Concentrazione media giornaliera di B(a)P - campagna di Mezzano

Per quanto riguarda la campagna di monitoraggio di Borgo Valsugana, nonostante non siano ancora disponibili dati definitivi, è già possibile effettuare alcune importanti considerazioni:

- le concentrazioni di As, Cd, Ni, Pb sono al di sotto dei rispettivi valori limite/obiettivo;
- le concentrazioni di B(a)P risultano superiori al valore obiettivo e si ha chiara evidenza di come il ricorso alla combustione di biomassa per il riscaldamento domestico impatti in maniera nettamente preponderante per questo inquinante, ma anche per il PM₁₀ nel suo complesso, rispetto alle altre sorgenti presenti.

In sintesi, i dati raccolti durante le campagne con mezzi mobili confermano le criticità rilevate presso i punti fissi di monitoraggio, cioè:

- *il superamento del valore limite previsto per la media annuale di NO₂ in siti di traffico;*
- *il superamento del valore obiettivo previsto per la media annua di B(a)P (con valori sensibilmente più elevati negli abitati montani rispetto a quanto misurato nella città di Trento);*
- *il rischio di superamento del numero massimo di 35 sforamenti concessi per il limite di media giornaliera del PM10;*
- *il superamento del valore obiettivo previsto per l'ozono.*

4.5 Dati di qualità dell'aria – Autostrada del Brennero

Lungo l'asse autostradale è attiva dal 2008 la stazione di monitoraggio Avio A22, situata in comune di Avio, località Ischiaforana. Scopo di tale stazione è il **monitoraggio degli effetti dovuti al traffico lungo l'autostrada**. Non rientra tra i punti di monitoraggio previsti dal programma di valutazione, ma viene mantenuta attiva per monitorare costantemente la rilevante fonte emissiva rappresentata dal traffico transitante lungo l'Autostrada del Brennero.

Presso la stazione vengono monitorati gli

inquinanti monossido di carbonio, ossidi di azoto e particolato PM10; di particolare interesse risulta la concentrazione di biossido di azoto NO₂, essendo l'inquinante maggiormente correlato alla sorgente emissiva del traffico.

Presso questo sito, non sono mai state rilevate concentrazioni medie orarie di NO₂ superiori al limite di 200 µg/m³, mentre diverso è il discorso per quanto riguarda la media annua in quanto il limite previsto, pari a 40 µg/m³, viene da sempre superato.

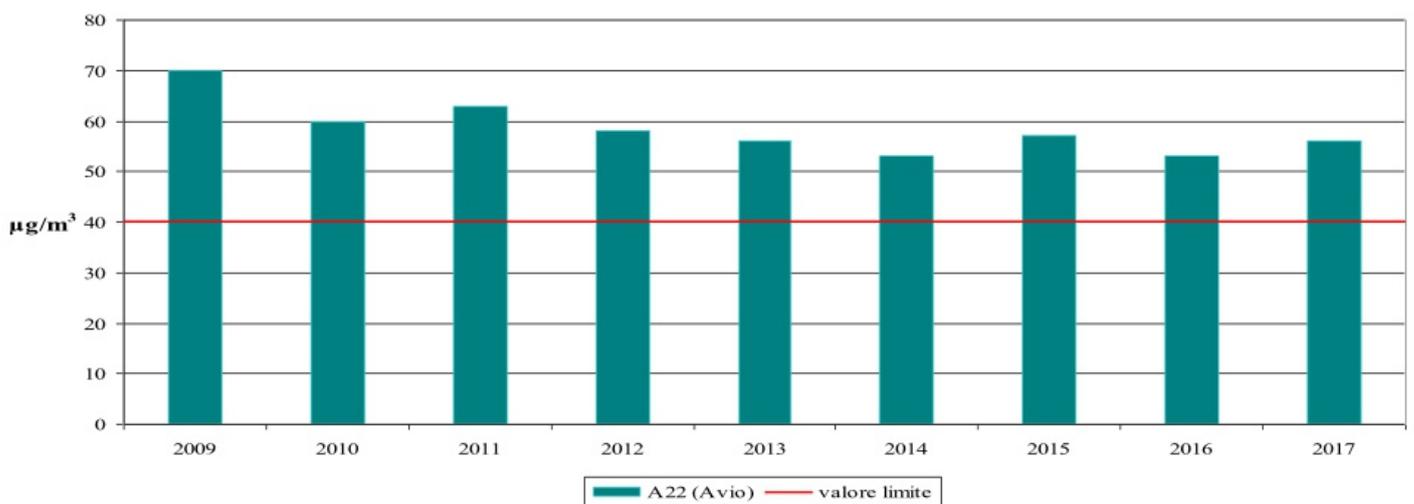


Figura 50 - Concentrazione media annua di NO₂ rilevata presso la stazione Avio A22

Il corridoio del Brennero, che va dal territorio trentino fino a Kufstein in Austria, è attraversato longitudinalmente dagli assi autostradali di Autostrada del Brennero A22, dalle autostrade austriache A13 fino a Innsbruck e A12 fino al confine con la Germania: lungo tali arterie autostradali sono

attive numerose stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria che misurano in continuo i principali inquinanti legati al traffico, coerentemente con gli standard di misura europei e fornendo quindi dati perfettamente comparabili.

Si riportano i dati più recenti a disposizione (figura 51¹⁴), che confermano come la situazione di criticità osservata presso la stazione di Avio A22 sia comune agli altri siti di monitoraggio localizzati a bordo autostrada.

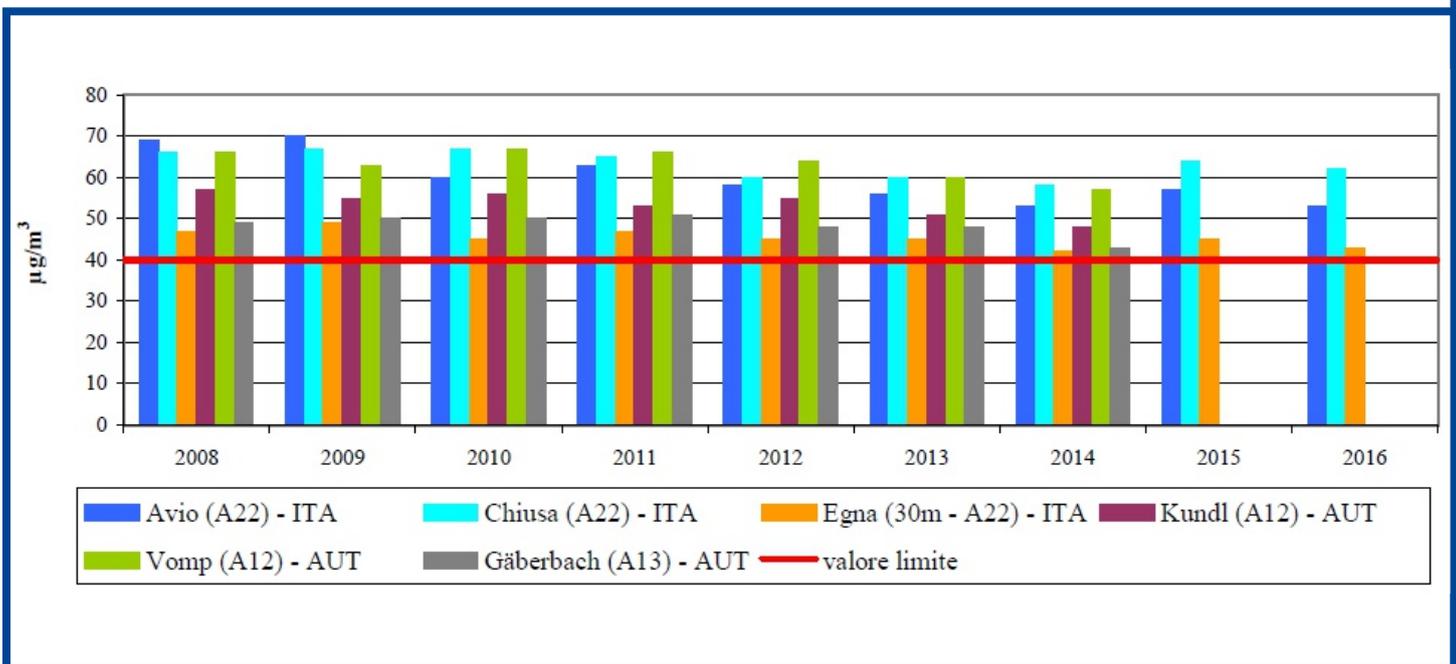


Figura 51 - Concentrazioni medie annue di NO₂ misurate in stazioni di monitoraggio lungo il corridoio del Brennero

4.6 Simulazioni modellistiche

Oltre ai dati raccolti grazie alla rete di monitoraggio provinciale e ai mezzi mobili, si ricorre a modelli fisico-matematici per meglio inquadrare la situazione dell'intero territorio provinciale e cercare di capire più approfonditamente da cosa derivano le criticità presenti.

Come esplicitato nell'Appendice III del D.Lgs. 155/2010, i **modelli numerici di**

dispersione degli inquinanti in atmosfera rappresentano un utile strumento per ottenere stime dei campi di concentrazione in tutto il territorio oggetto di studio, anche nelle aree dove non esistono stazioni di misurazione, e per estendere la rappresentatività spaziale delle misure stesse.

I modelli sono inoltre utilizzati per meglio comprendere le relazioni tra emissioni e

¹⁴ Brenner Corridor Platform-Working Group Environment on behalf of the European Coordinator Pat Cox Arbeitsgruppe Umwelt - Umweltbericht 2015 -Luft

concentrazioni, per discriminare i contributi delle diverse sorgenti alle concentrazioni in una determinata area (il cosiddetto “*source apportionment*”), per determinare i contributi transfrontalieri e quelli derivanti da fenomeni di trasporto su larga scala (per esempio, delle polveri sahariane).

La normativa prevede inoltre che i modelli possano essere integrati e combinati con le misurazioni effettuate tramite le stazioni di misurazione in siti fissi, in modo tale da ridurre il numero, al fine di valutare la qualità

dell'aria nelle zone in cui non sono presenti stazioni di misurazione.

I modelli sono utili anche per prevedere la qualità dell'aria sulla base di scenari emissivi futuri o in funzione di variazioni delle condizioni meteorologiche, nonché per valutare l'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni in atmosfera.

4.6.1 Modellistica di dispersione

Per il territorio della Provincia di Trento e con riferimento all'anno 2013, è stata implementata una simulazione modellistica di dispersione degli inquinanti in atmosfera, applicando la catena modellistica WRF-CAMx, dove Weather Research and Forecast (WRF) è un modello meteorologico prognostico e CAMx, un modello Chemical Transport Model (CTM) per il calcolo delle concentrazioni degli inquinanti¹⁵.

Le peculiarità della simulazione modellistica implementata sono le seguenti:

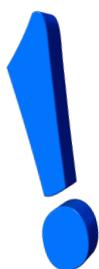
- *dominio di 200x200 km centrato sulla regione Trentino Alto Adige con risoluzione spaziale pari a 2x2 km, ricampionata con un post-processing su celle 500 x 500m;*
- *scelta dell'anno 2013 come anno di riferimento per le condizioni meteorologiche, iniziali e al contorno necessarie per la simulazione; l'anno 2013 è stato individuato¹⁶ come l'anno reale più rappresentativo a valle dell'analisi della serie storica 2004 - 2014;*
- *come input al modello per le emissioni, è stata utilizzata l'ultima versione degli inventari regionali/provinciali a disposizione per la porzione italiana del dominio (anno 2013 delle Province di Trento e Bolzano, anno 2012 della Regione Lombardia e anno 2010 della Regione Veneto e Regione Friuli Venezia Giulia) e di EMEP 2013 per l'estero; l'anno scelto è coerente con l'input meteorologico.*

La simulazione modellistica permette di ottenere mappe di concentrazione relative al territorio provinciale, per gli inquinanti di interesse e per periodi di calcolo delle medie che permettono un diretto confronto con i valori limite e obiettivo stabiliti dalla normativa.

¹⁵⁻¹⁶ “Implementazione di tecniche modellistiche a supporto della valutazione della qualità dell'aria in Provincia di Trento”, 2017, CISMA S.r.l. – Terraria S.r.l., incarico affidato con Provvedimento del Dirigente di APPA n. 100 di data 24 dicembre 2015

I risultati della simulazione modellistica sono stati validati tramite un confronto con le concentrazioni misurate dalla rete di monitoraggio provinciale per l'anno 2013, anno della simulazione, e calcolando l'errore relativo, indicatore di validità della bontà del modello definito nell'Appendice III del D.Lgs 155/2010, verificando il rispetto del valore massimo accettabile, definito in funzione del periodo di mediazione e dell'inquinante considerato ai sensi dell'Allegato I del medesimo decreto.

Le mappe di concentrazione risultati dalla simulazione modellistica sono riportate in seguito utilizzando una legenda che rispecchia lo standard adottato da APPA nei propri bollettini sulla qualità dell'aria, ovvero utilizzando classi basate della stima del rischio per la salute derivante dall'esposizione alle diverse concentrazioni di inquinanti e suddivise in rischio Trascurabile, Basso, Moderato, Elevato.



Trascurabile	Concentrazioni inferiori a metà del valore limite
Basso	Concentrazioni tra la metà del valore limite e il valore limite
Moderato	Concentrazioni tra il valore limite e il doppio del valore limite
Elevato	Concentrazioni superiori al doppio del valore limite

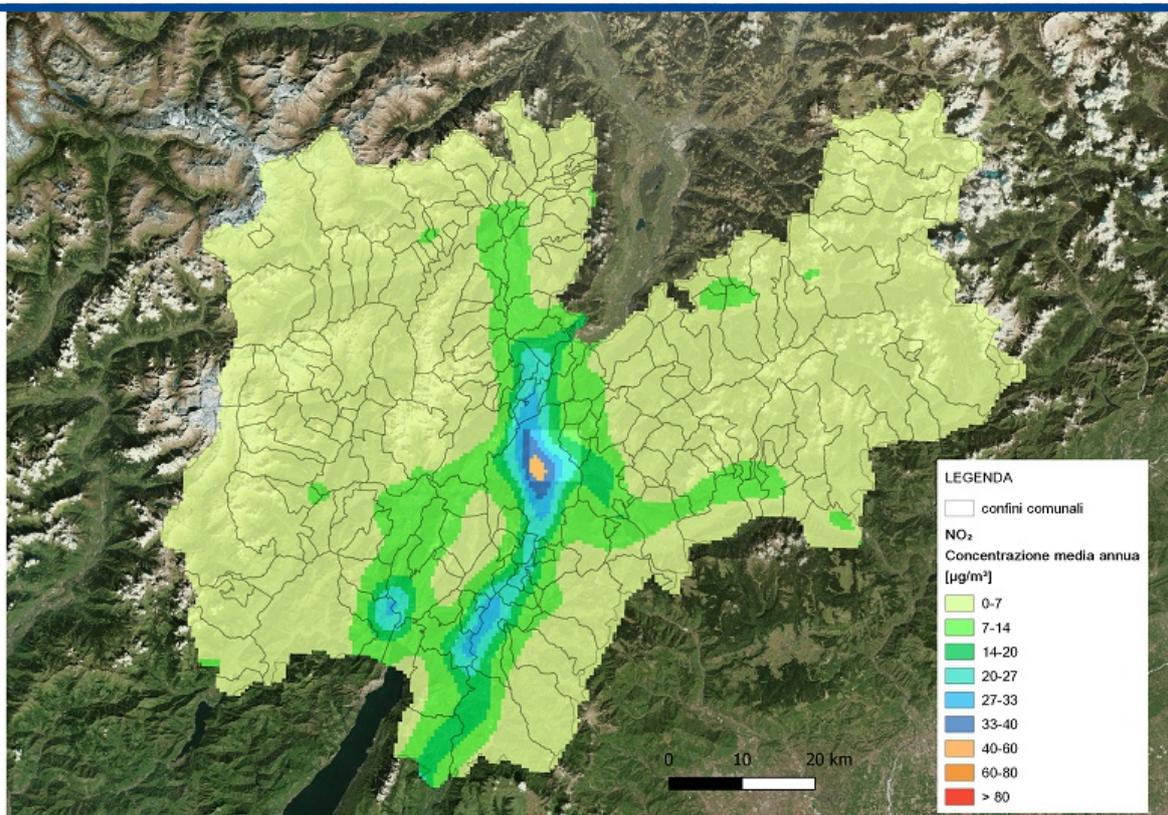


Figura 52 - Concentrazione media annua NO_2 (valore limite= $40\mu\text{g}/\text{m}^3$) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

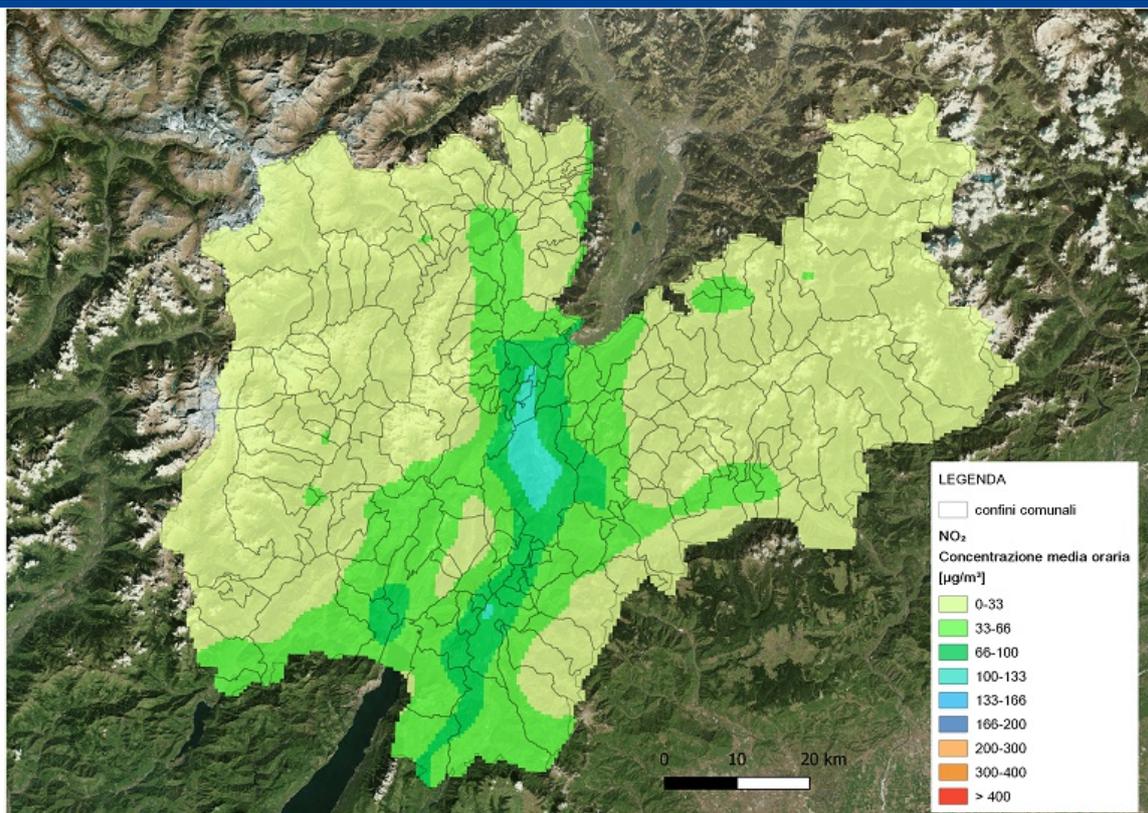


Figura 53 - Concentrazione media oraria NO₂ (valore limite= 200µg/m³) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

In figura 52 e in figura 53 sono rappresentate le distribuzioni spaziali, rispettivamente, della concentrazione media annua e oraria di NO₂, con valori più elevati in corrispondenza delle principali arterie stradali, in particolare lungo la valle dell'Adige, con una concentrazione media annua massima di poco superiore al valore limite nel comune di Trento, in linea con quanto rilevato dalle stazioni di monitoraggio.



In figura 54, figura 55 e figura 56 sono riportate, rispettivamente, le mappe rappresentanti le concentrazioni medie giornaliere e medie annue di particolato PM₁₀ e le concentrazioni medie annue di PM_{2,5}. Risulta confermato il rispetto dei valori limite di entrambi gli inquinanti in tutto il territorio provinciale, individuando concentrazioni maggiori nelle aree urbane.

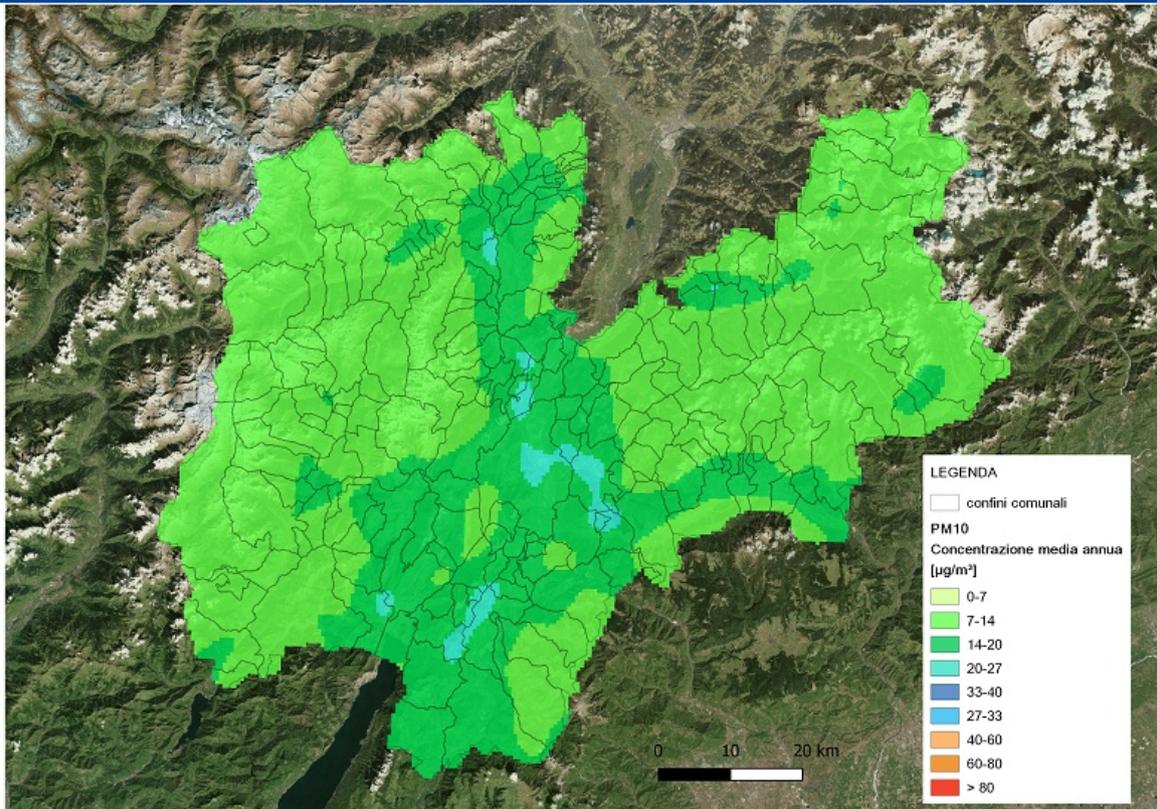


Figura 54 - Concentrazione media giornaliera PM10 (valore limite= $50\mu\text{g}/\text{m}^3$) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

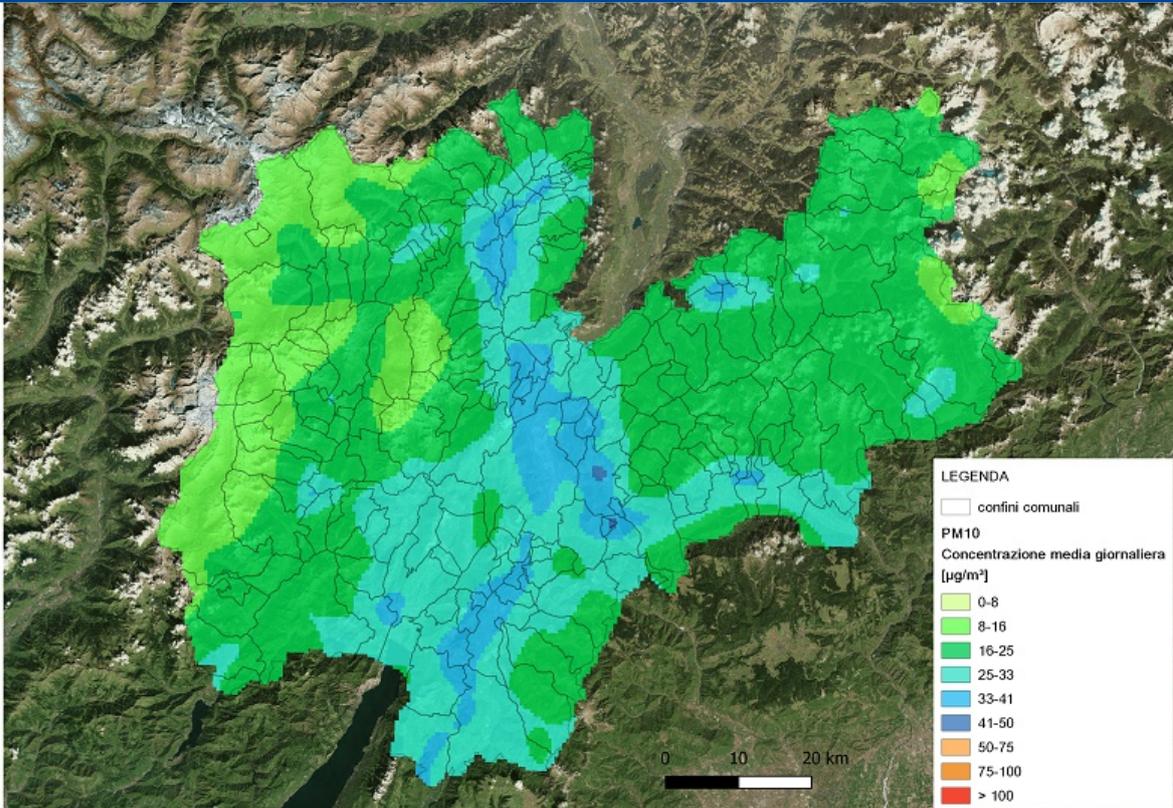


Figura 55 - Concentrazione media annua PM10 (valore limite= $40\mu\text{g}/\text{m}^3$) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

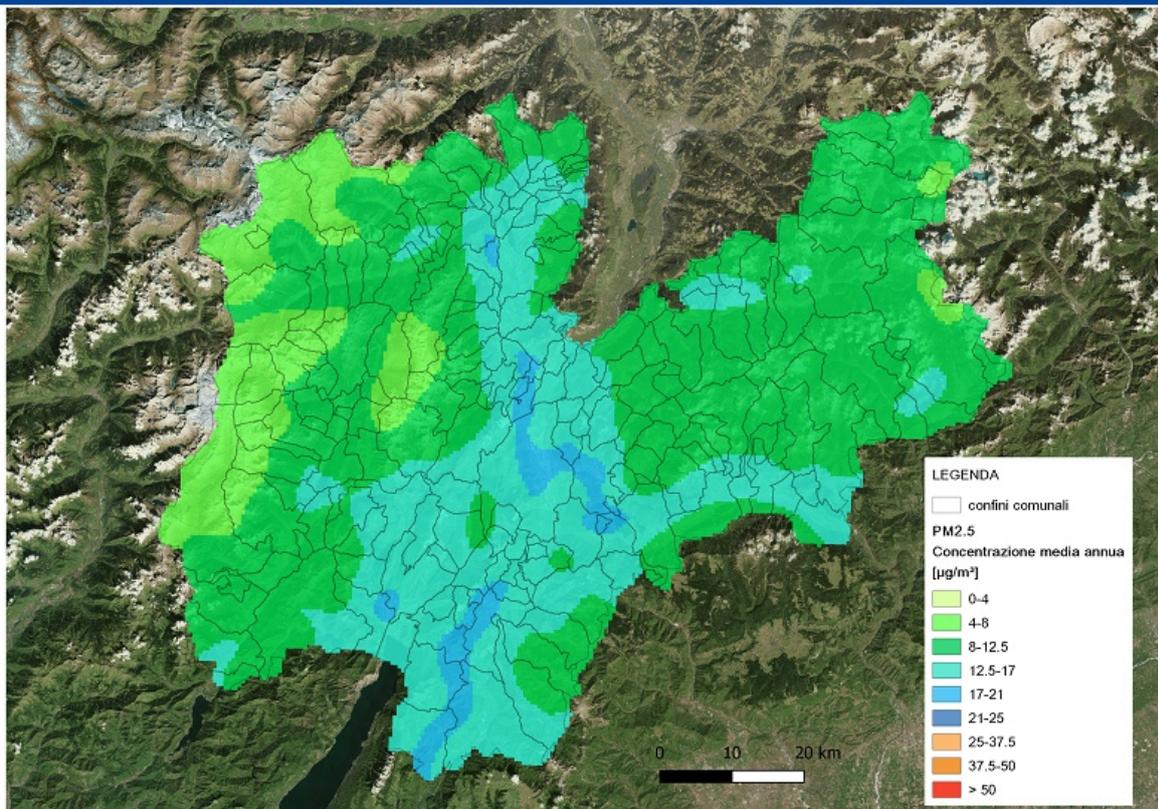


Figura 56 - Concentrazione media annua PM_{2,5} (valore limite= $25\mu\text{g}/\text{m}^3$) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

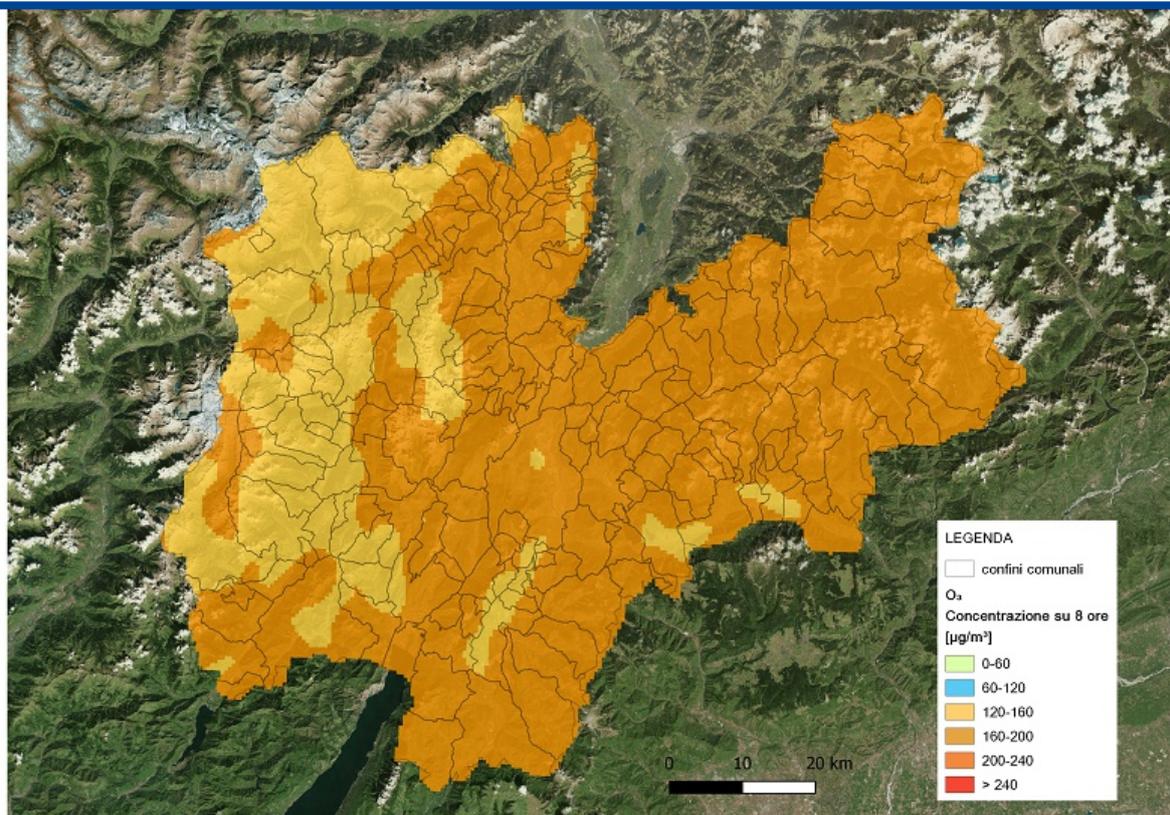


Figura 57 - Concentrazione media massima giornaliera sulle 8 ore O₃ (valore obiettivo= $120\mu\text{g}/\text{m}^3$) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

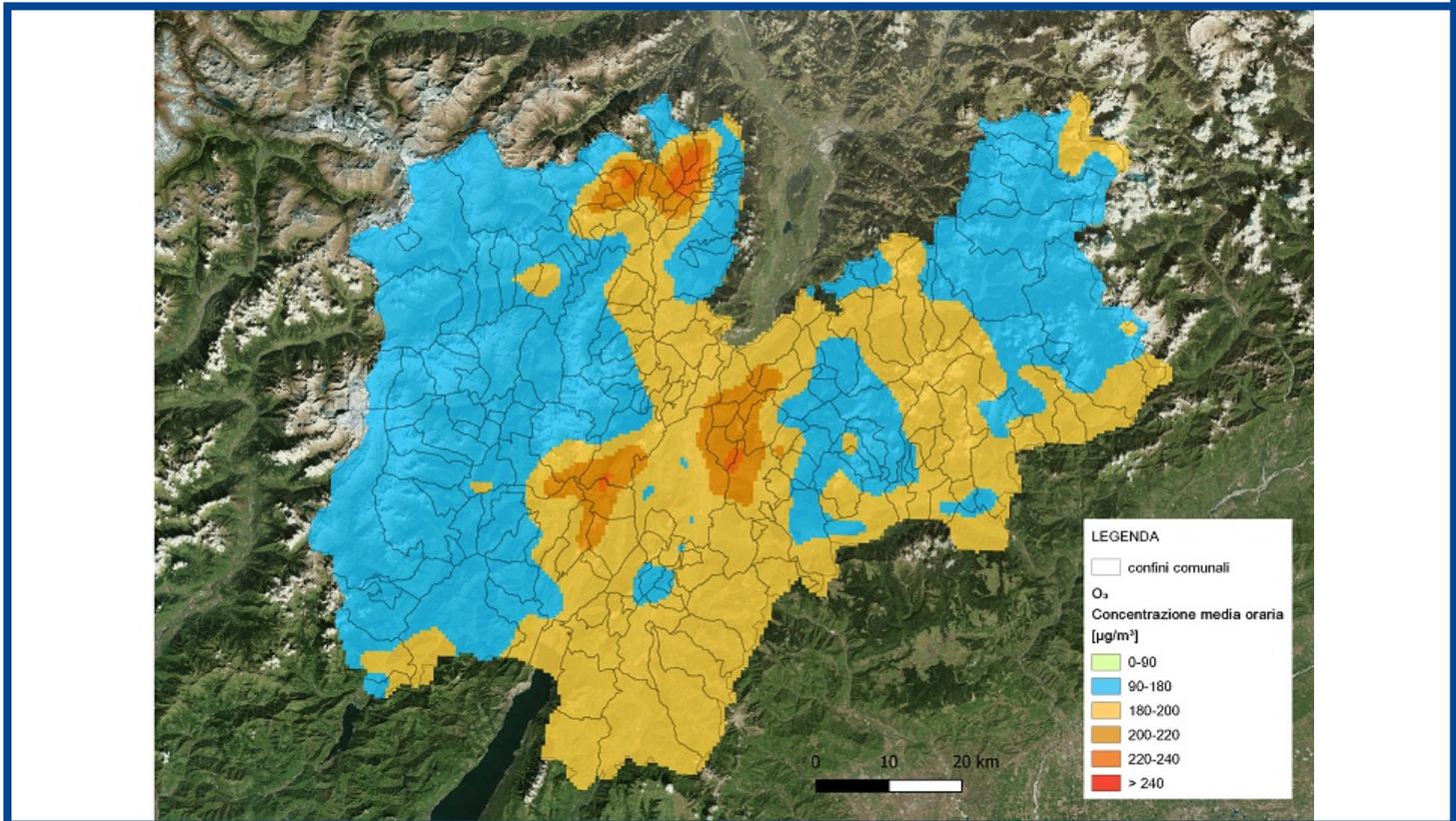


Figura 58 - Concentrazione oraria O_3 (soglia di informazione= $180\mu\text{g}/\text{m}^3$) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

La distribuzione spaziale delle concentrazioni di O_3 è rappresentata come massimo giornaliero calcolato sulla media mobile di 8 ore in figura 57 e come media oraria in riferimento alla soglia di informazione in figura 58. I risultati del modello confermano il mancato rispetto del valore obiettivo a lungo termine in maniera diffusa su tutto il territorio provinciale.

La distribuzione spaziale della concentrazione di CO, espressa come massima giornaliera calcolata sulla media di 8 ore, è rappresentata in figura 59; le concentrazioni di SO_2 , espresse come media giornaliera, sono rappresentate in figura 60.

Per entrambi gli inquinanti si evidenziano concentrazioni largamente inferiori al valore limite normativo in tutto il territorio provinciale, confermando come sia il monossido di carbonio che il biossido di zolfo siano inquinanti non critici in Trentino.

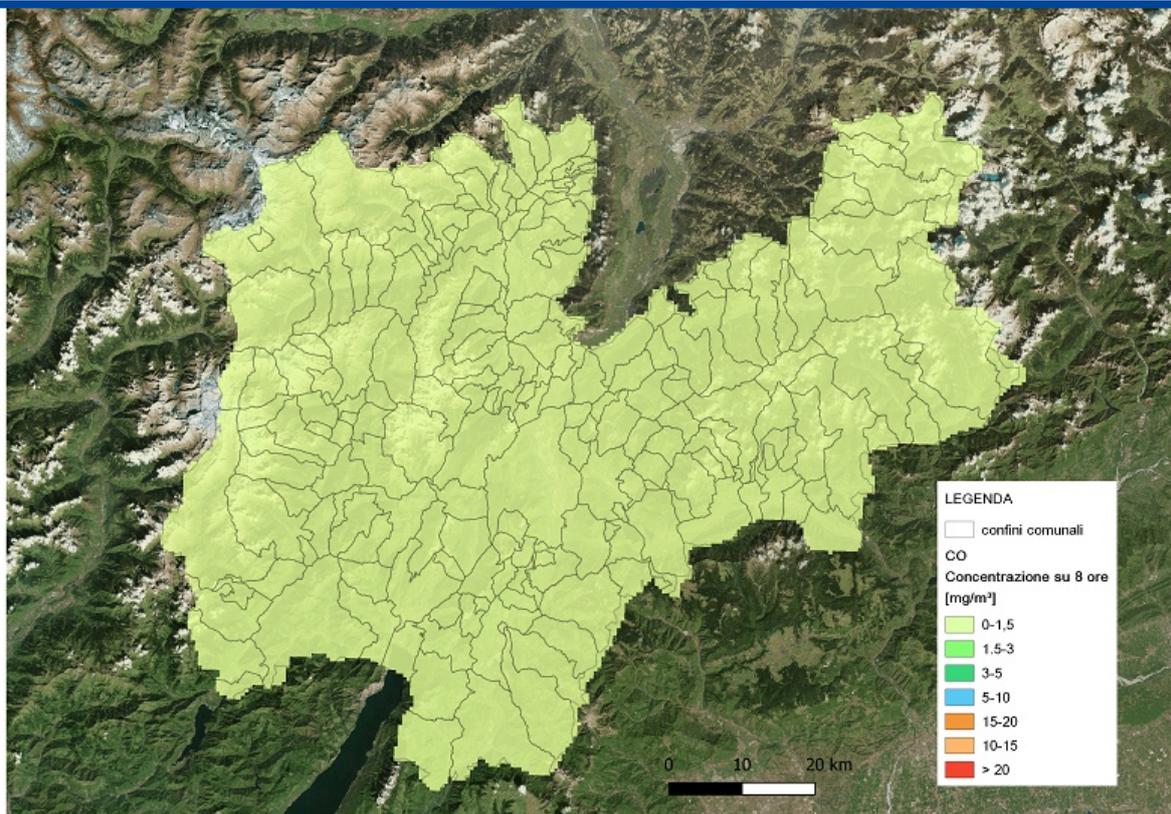


Figura 59 - Concentrazione media massima giornaliera sulle 8 ore CO (valore limite= 10 mg/m³) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

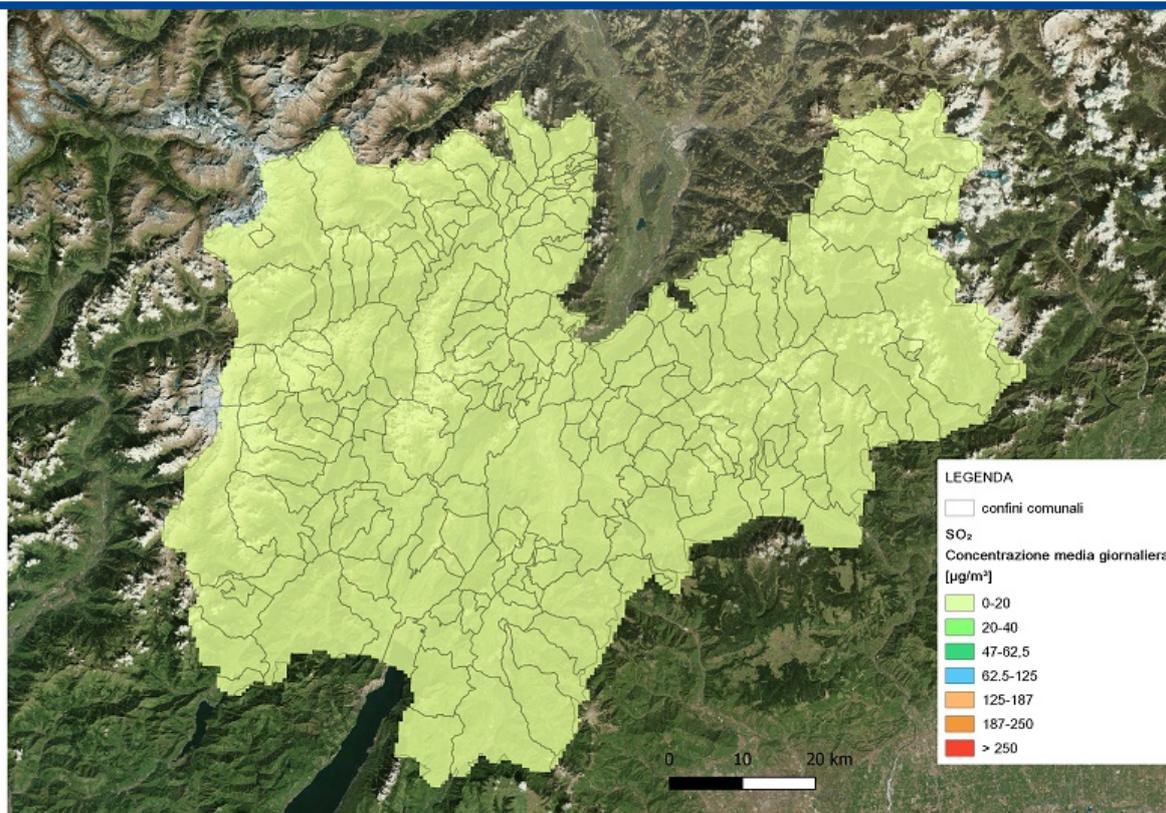


Figura 60 - Concentrazione media giornaliera SO₂ (valore limite= 120 µg/m³) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

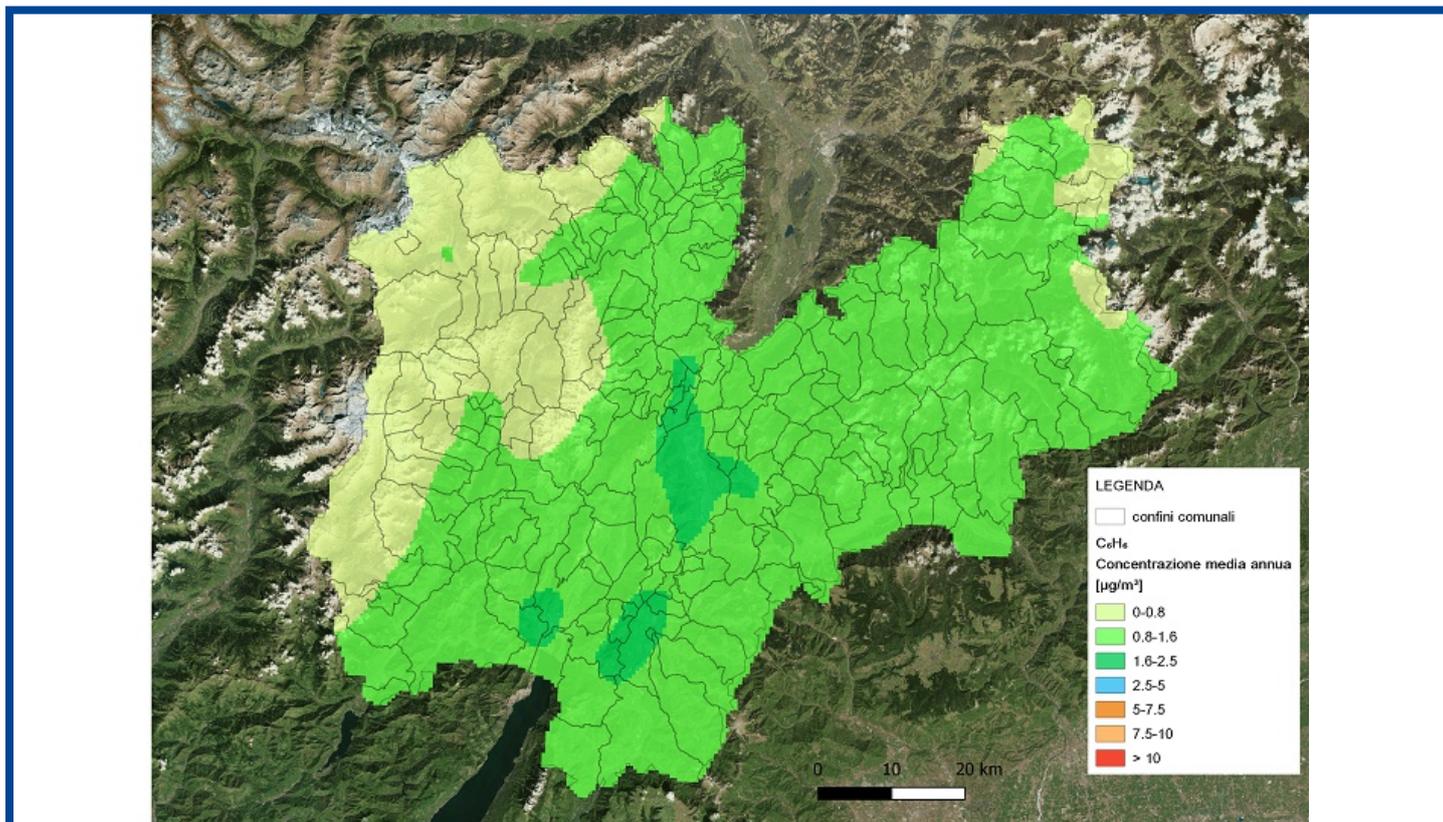


Figura 61 - Concentrazione media annua di C_6H_6 (valore limite= $5 \mu g/m^3$) risultante dalla modellistica di dispersione, anno 2013

La distribuzione spaziale delle concentrazioni medie annue di benzene è rappresentata in figura 61: le mappe di ricaduta confermano il rispetto del valore limite su tutto il territorio provinciale e quindi anche il benzene è confermato essere un inquinante non critico per il territorio trentino.

4.6.2 Indice di criticità meteorologica

Le concentrazioni degli inquinanti che determinano la qualità dell'aria dipendono innanzitutto dalla quantità di inquinanti che vengono immessi in atmosfera, ma dipendono anche dalla **capacità di diluizione dell'atmosfera** stessa.

L'Agenzia ha promosso la realizzazione di uno studio¹⁷ finalizzato alla definizione di un indice di criticità meteorologica, altresì chiamato **indice di stagnazione atmosferica**, che quantifichi la capacità dell'atmosfera di diluire un generico inquinante rilasciato in essa,

fornendo una sua rappresentazione spaziale nel territorio provinciale.

I principali effetti che concorrono alla diluizione sono da un lato lo spessore dello strato verticale di miscelamento e dall'altro la presenza di vento, con conseguente diluizione e spostamento degli inquinanti. I fenomeni più intensi di inquinamento si realizzano quando lo spessore dello strato di miscelamento rimane limitato per lunghi periodi di tempo e il vento è debole o assente; le concentrazioni di inquinanti, confinate in uno strato

¹⁷ "Implementazione di tecniche modellistiche a supporto della valutazione della qualità dell'aria in Provincia di Trento", 2017, CISMA S.r.l. – Terraria S.r.l., incarico affidato con Provvedimento del Dirigente di APPA n. 100 di data 24 dicembre 2015

relativamente piccolo, raggiungono così valori elevati. Questo fenomeno è tipico della stagione invernale, quando l'apporto di energia solare al suolo è limitato e in concomitanza le emissioni di inquinanti in atmosfera sono più elevate (a causa dell'utilizzo diffuso e continuativo dei sistemi di riscaldamento domestico).

L'indice di criticità meteorologica è stato definito facendo riferimento all'approccio proposto da Katsoulis (1988), che propone un indice basato sui valori di altezza di mescolamento e di velocità del vento. Tale indice adimensionale assume valori che variano da 0 a 1, dove i valori più elevati

corrispondono alle situazioni di maggiore criticità.

In figura 62 si riporta una mappa che rappresenta su tutto il territorio provinciale, il valore medio annuo dell'indice di stagnazione atmosferica. L'anno di riferimento prescelto è l'anno 2013, individuato come l'anno reale più rappresentativo a valle dell'analisi della serie storica dal 2004 al 2014.

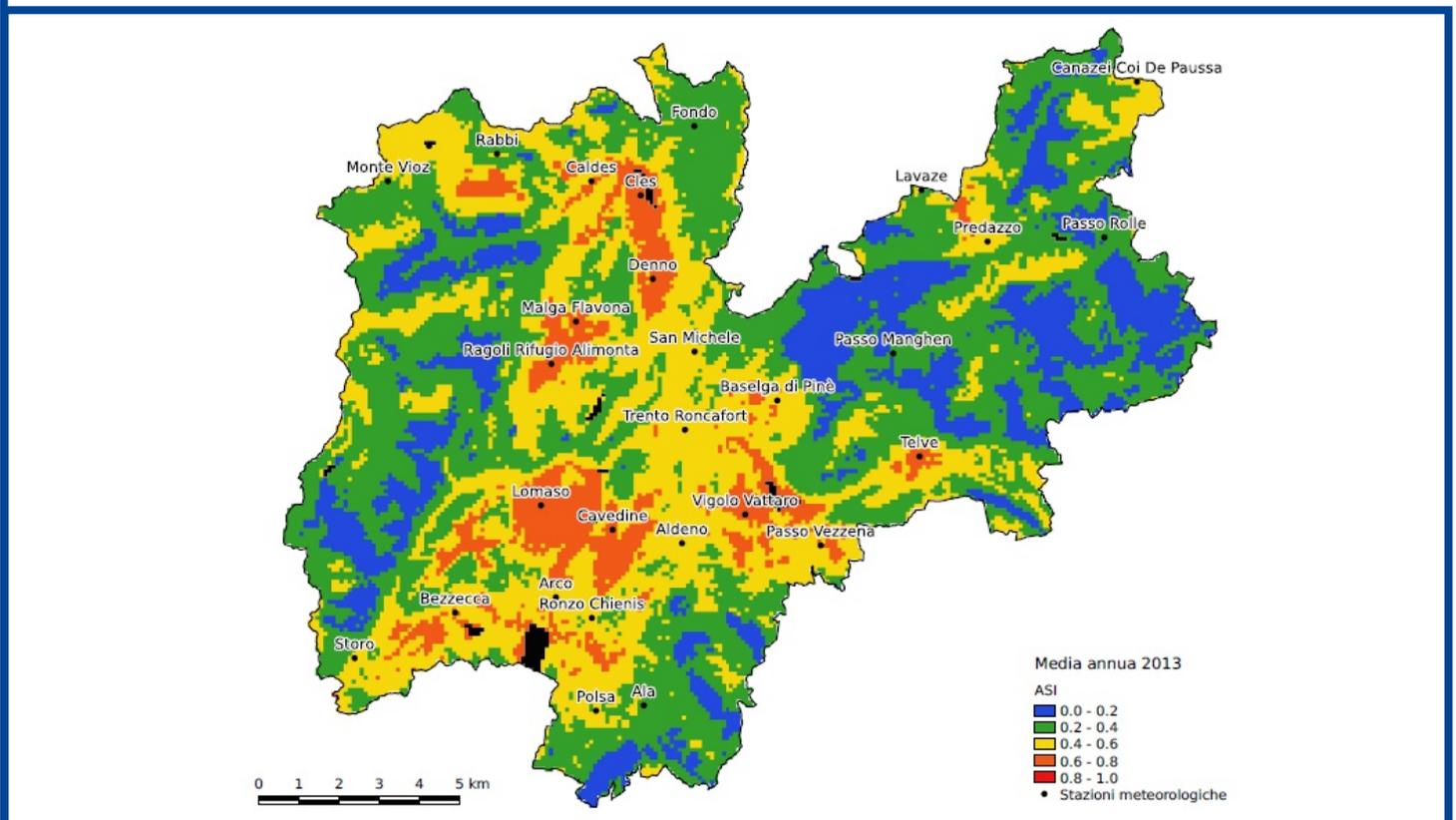


Figura 62 - Indice di criticità meteorologica, valore medio annuo (2013)

L'analisi è stata effettuata per ciascun mese dell'anno di riferimento: questo livello di dettaglio permette di evidenziare e localizzare le condizioni maggiormente critiche, che si verificano nei mesi invernali rispetto a quelli estivi. A titolo di esempio si riporta la rappresentazione spaziale del mese di dicembre e del mese di luglio.

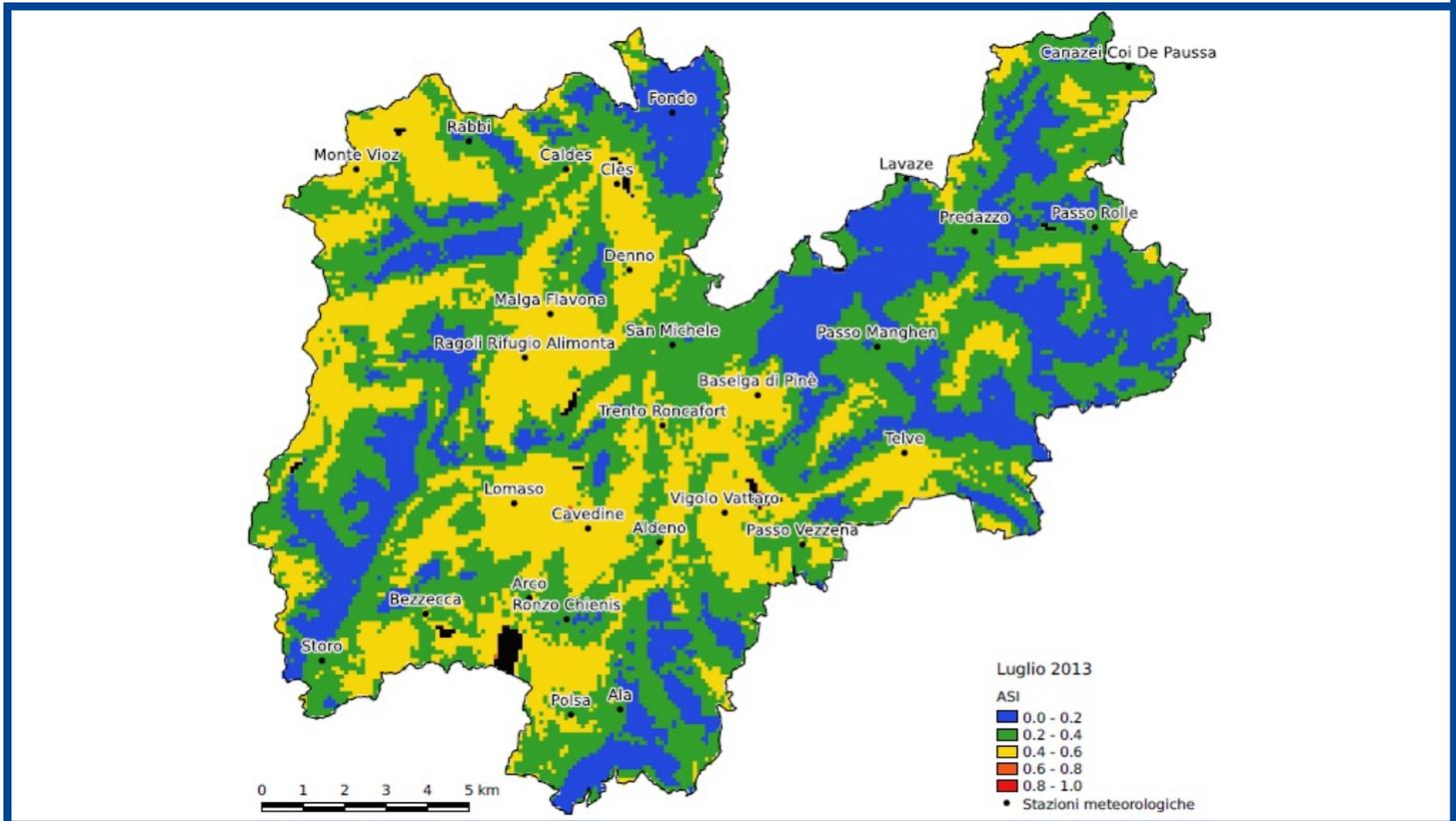


Figura 63 - Indice di criticità meteorologica, mese di luglio

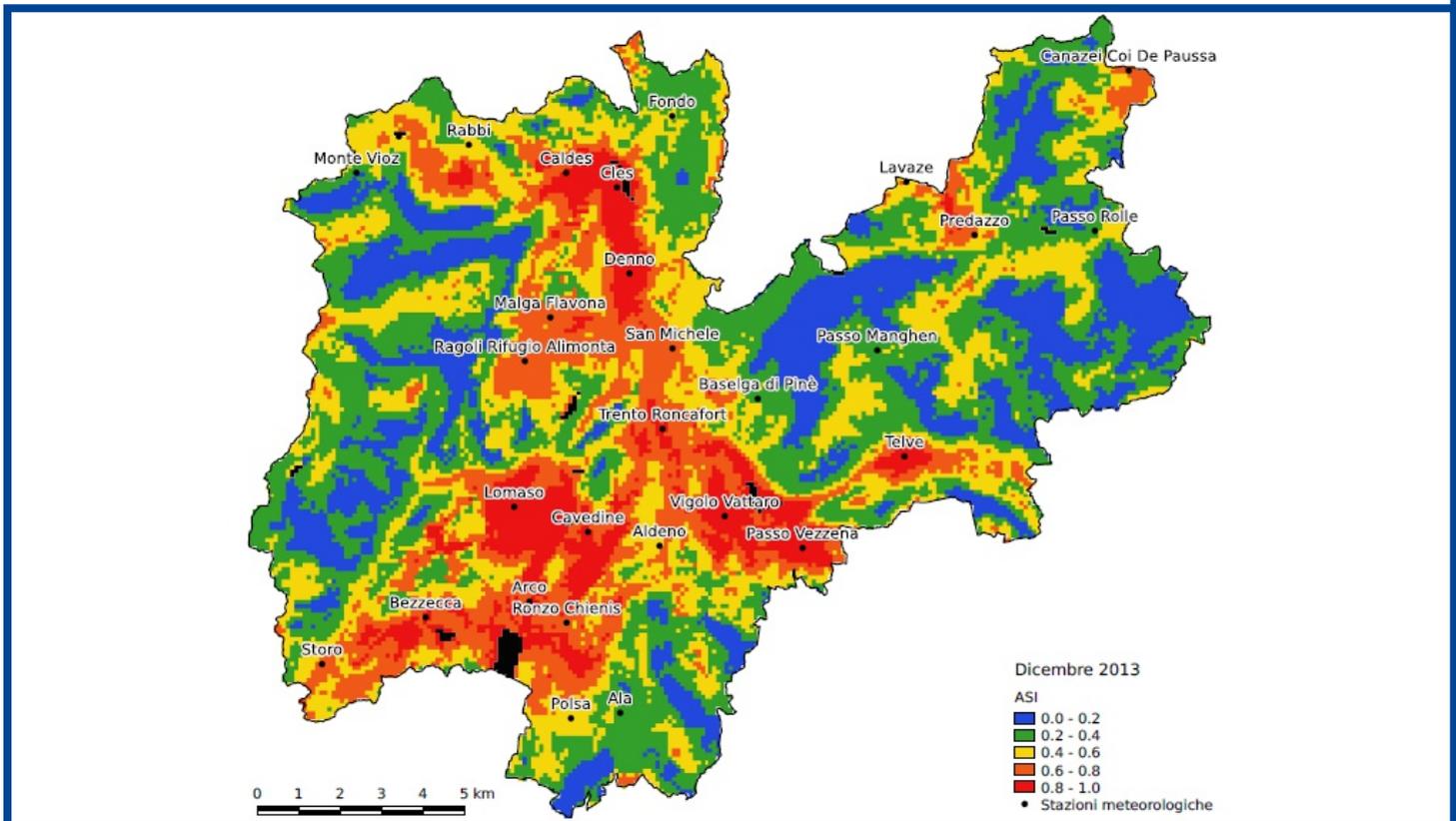


Figura 64 - Indice di criticità meteorologica, mese di dicembre

I risultati dello studio confermano come il **periodo invernale** sia caratterizzato da condizioni meteorologiche altamente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti.

L'impatto di tale fattore in termini di qualità dell'aria è confermato dalle concentrazioni misurate sia dalla rete fissa che da mezzo mobile: le concentrazioni di determinati inquinanti, soprattutto PM10 e B(a)P, sono infatti significativamente più elevate d'inverno, in quanto a condizioni meteorologiche avverse si aggiungono carichi emissivi più intensi, associati principalmente al riscaldamento domestico.

4.6.3 Source apportionment

Per poter individuare e quantificare le **sorgenti del particolato atmosferico**, si è scelto di ricorrere ad un modello a recettore per l'identificazione e la stima del contributo delle varie sorgenti presenti.

I filtri raccolti nei diversi siti di misura per la verifica gravimetrica e per la quantificazione

degli inquinanti normati (*As, Cd, Ni, Pb, B(a)P*) sono stati analizzati anche per quantificare gli elementi chimici necessari per avere un database completo.

Nello specifico gli elementi considerati sono:

- *metalli (Al, Sb, As, Ba, Br, Cd, Ca, Cl, Co, Cr, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, K, Cu, Si, Na, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr, S);*
- *IPA (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, benzo(k)fluorantene, crisene, dibenzo(a,h)antracene, fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene, perilene, pirene);*
- *ioni (NH_4^+ , Ca^{++} , Cl^- , Mg^{++} , NO_3^- , NO_2^- , K^+ , Na^+ , SO_4^{--});*
- *carbonio elementare (EC) ed organico (OC);*
- *levoglucosano.*

I parametri elencati sono stati utilizzati nell'analisi di "source apportionment" (*apporzionamento delle fonti*) e la consistente base di dati raccolti è stata processata utilizzando il modello PMF 3.0 dell'US EPA.

Il modello è stato utilizzato durante la **campagna svolta a Storo**¹⁸. Come descritto nel paragrafo 4.4, l'indagine ha rilevato un numero di superamenti del limite di media giornaliera di PM10 maggiore rispetto alla media della rete di monitoraggio e al numero limite di superamenti. La concentrazione

media annua di B(a)P è risultata più di 4 volte superiore al valore obiettivo e a quanto contemporaneamente registrato presso il punto fisso di monitoraggio di Trento Parco S. Chiara.

L'analisi di source apportionment ha individuato profili emissivi associabili alle sorgenti traffico, combustione della biomassa legnosa, erosione crostale, solfato e nitrato. Da una recente rielaborazione dei dati, la principale fonte di PM10 durante il periodo invernale (da novembre e febbraio inclusi),

¹⁸ Indagine ambientale - Campagna di misura della Qualità dell'aria Storo 13/08/2013 – 12/08/2014

è risultata essere la **combustione della biomassa**: tale fonte risulta responsabile del 65% del PM10 presente in aria. Su base annuale, alla combustione della biomassa è attribuito il 37% del totale annuale.

In base ai risultati del modello e alle correlazioni presenti tra le concentrazioni di PM10, levoglucosano e B(a)P, si può affermare che anche gli alti valori di benzo(a)pirene registrati, responsabili del superamento del valore obiettivo previsto, sono da ricondurre a questa fonte inquinante. Il particolato sottile è originato sia per emissione diretta (particelle primarie), sia per reazioni chimiche e fisiche in atmosfera di composti chimici quali ossidi di azoto e zolfo, ammoniaca, composti organici volatili e ozono (particolato secondario). Nel caso analizzato, il particolato secondario associato alle fonti "nitrato" e "solfato" risulta essere l'origine

principale di PM10 nel periodo estivo, in particolar modo in corrispondenza delle giornate caratterizzate da maggiori concentrazioni di ozono, e in particolare pari al 36% del PM10 rilevato durante l'intera campagna.

Il *traffico* è una fonte presente durante tutto il corso dell'anno, con effetti complessivamente non trascurabili sulla concentrazione di PM10. Tale fonte risulta infatti responsabile del 21% del PM10 presente in aria nel periodo invernale e del 25% del totale annuale. Il *contributo crostale* è ben riconoscibile, ma presente in bassa quantità e di fatto praticamente trascurabile, rappresentando il 3% del PM10 rilevato nel corso della campagna.

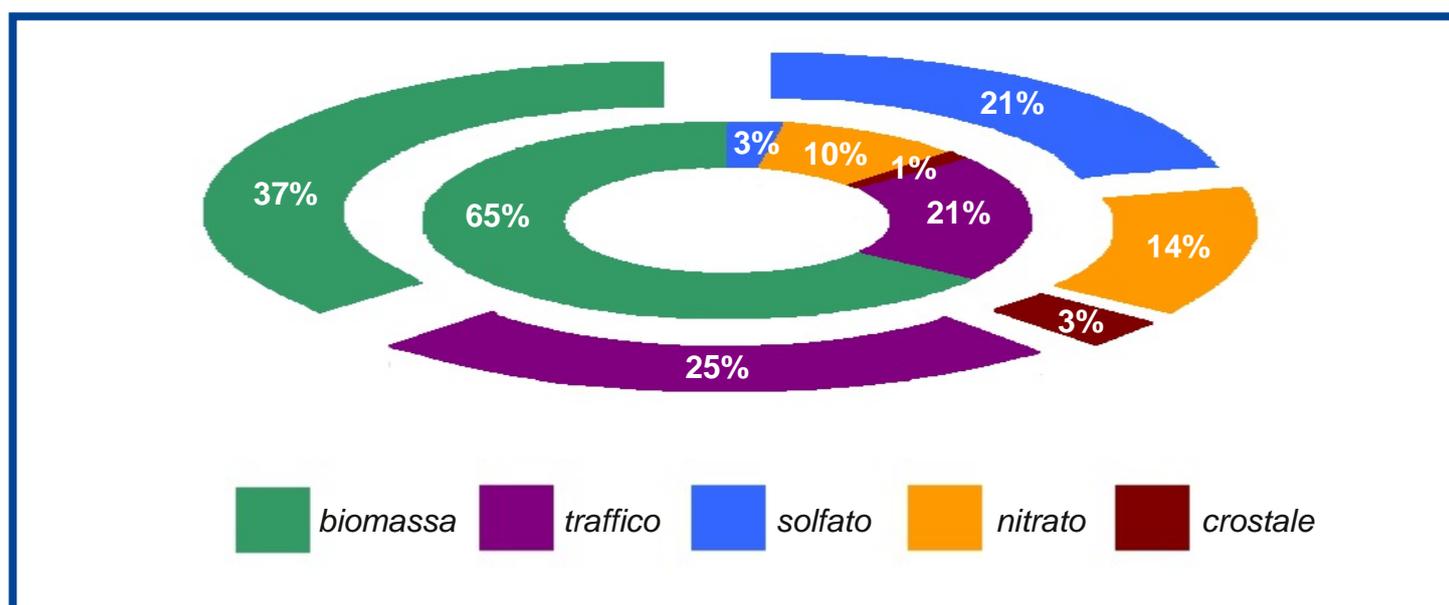


Figura 65 - Profili di sorgenti: cerchio esterno-anno / cerchio interno-stagione invernale (campagna di Storo)

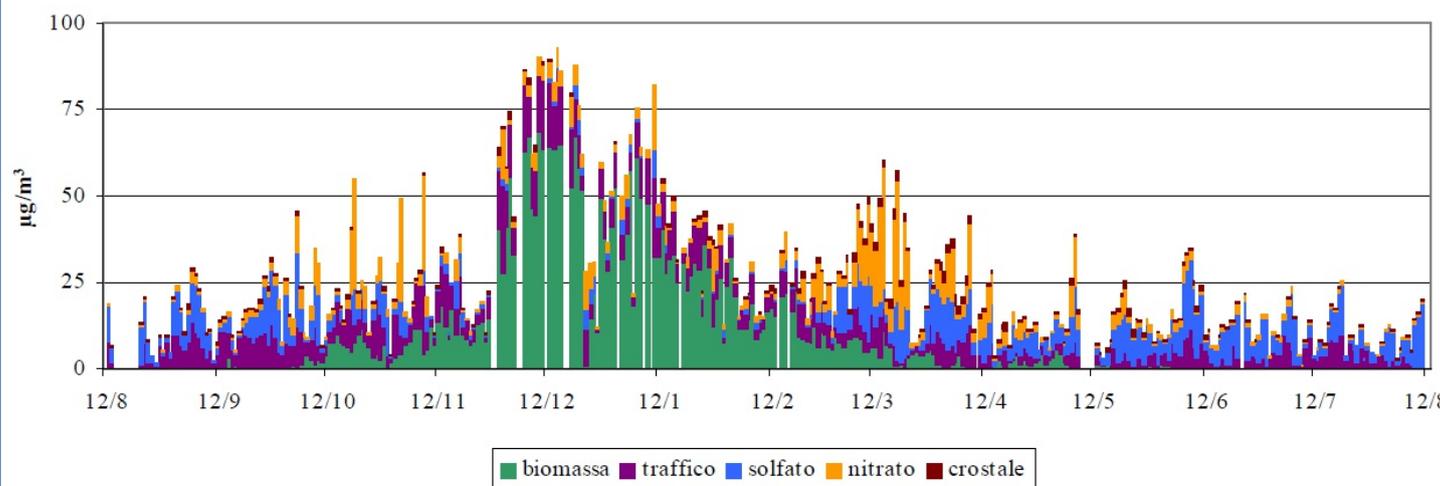


Figura 66 - Source apportionment - valori giornalieri (campagna di Storo)

Anche le informazioni raccolte negli anni nel corso di un'altra **campagna** condotta in contesto montano, presso il sito di **Mezzano**¹⁹ in Primiero, hanno permesso di individuare un profilo emissivo caratteristico della fonte *combustione di biomassa*.

La campagna condotta con mezzo mobile ha rilevato un numero di superamenti del limite di media giornaliera di PM10 maggiore rispetto alla media della rete di monitoraggio, benché inferiore al numero limite di superamenti. La concentrazione media annua di B(a)P è risultata più di 4 volte superiore al valore obiettivo.

L'applicazione del source apportionment ai dati raccolti ha consentito, tramite una regressione di tipo matematico e statistico, di

quantificare la quota di PM10 attribuibile a tale fonte sul PM10 totale misurato.

La sorgente emissiva della combustione della biomassa risulta essere responsabile della quasi totalità del PM10 misurato a Mezzano e nel periodo invernale, durante il quale si assiste ad un innalzamento sostanziale della concentrazione di PM10, la combustione della biomassa è responsabile di circa il 90% del PM10 misurato.

L'impatto delle altri fonti emissive, quali ad esempio il traffico veicolare e l'erosione crostale, risulta essere molto contenuta, quasi trascurabile rispetto al totale evidenziato.

¹⁹ Indagine ambientale - Campagna di misura della Qualità dell'aria Mezzano 01/05/2013

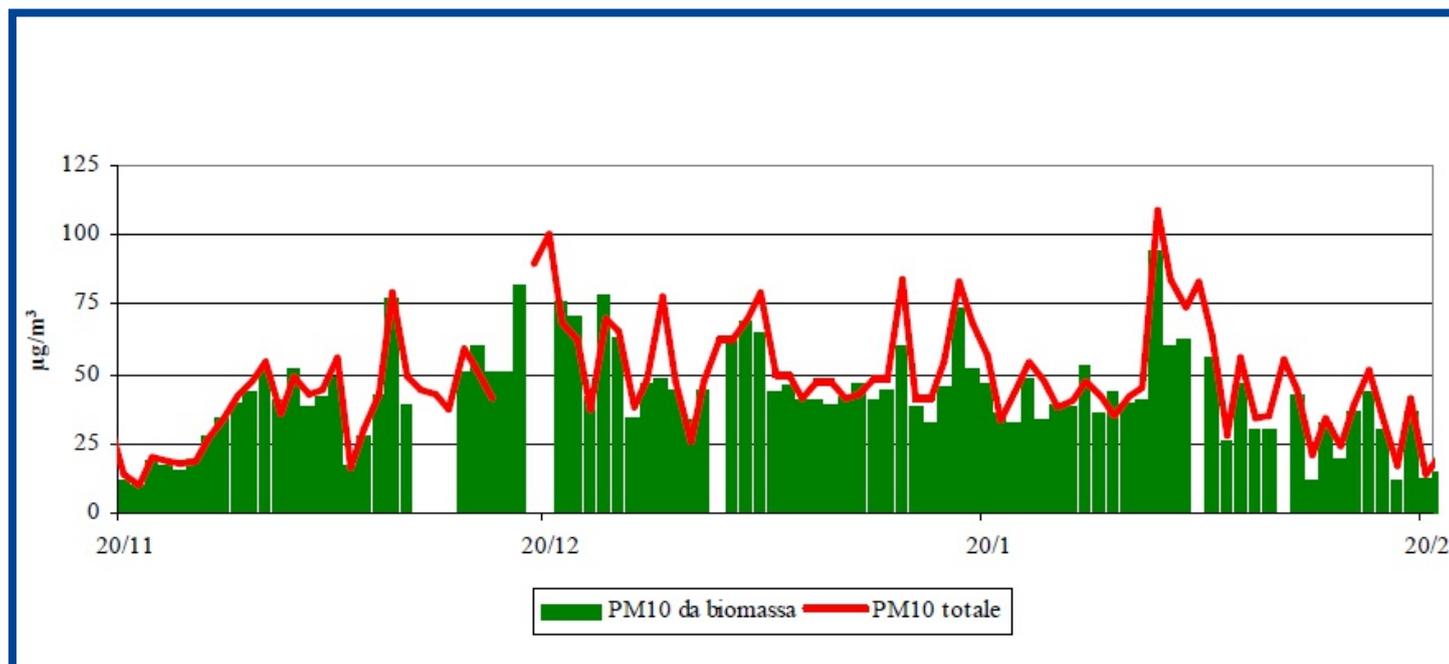


Figura 67 - Contributo della combustione della biomassa rispetto al PM10 totale durante il periodo invernale (campagna di Mezano)

Il modello è stato utilizzato per l'analisi dei campioni raccolti presso le stazioni di monitoraggio di **Borgo Valsugana** e di **Trento Parco S. Chiara**.

Presso il sito di Borgo Valsugana, il campionamento e le successive analisi hanno riguardato il particolato PM_{2,5}. Tra le fonti individuate, di particolare rilevanza anche in questo caso risulta essere la combustione della biomassa. Il 43% del PM_{2,5} rilevato nel periodo invernale ed il 21% su base annuale sono riconducibili a questa fonte inquinante. Il traffico risulta responsabile solamente per il 6% del PM_{2,5} nel periodo invernale e per il 13% su base annua.

Presso la stazione di monitoraggio di Trento Parco S. Chiara vengono raccolti quotidianamente campioni di PM₁₀ per la determinazione di metalli e IPA. Sempre attraverso una regressione di tipo matematico e statistico, è possibile stimare che mediamente la quota di PM₁₀ attribuibile alla combustione della biomassa è pari a circa il 30% nel periodo invernale ed al 13% su base annua.

4.7 Situazioni di superamento

Con riferimento a quanto previsto dal decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, che agli art. 9, art. 12 e art. 13 esplicita **i casi e le modalità secondo cui va redatto il Piano**, si descrivono le situazioni di superamento e le aree di superamento associate, specificando le sorgenti emissive correlate a ciascuna situazione di criticità.

Se vi è **superamento dei valori limite**, regioni e province autonome **adottano un piano** che preveda le misure necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza sulle aree di superamento e a raggiungere i valori limite nei termini prescritti

NORMA

Sulla base di quanto misurato dalla rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria, negli anni 2015, 2016 e 2017 è stato registrato il superamento del valore limite previsto per la media annuale di **biossido di azoto NO₂**. Valori superiori al limite di 40 µg/m³ sono stati registrati nella sola stazione di monitoraggio di Trento via Bolzano, stazione di monitoraggio di **traffico** sita nel comune di Trento, appartenente alla zona IT0403 "Fondovalle". Valori inferiori al limite vengono invece registrati in tutte le altre stazioni della zona, classificate come stazioni di fondo, e nella stazione appartenente alla zona IT0404 "Montagna".

Risulta evidente come la criticità per questo inquinante sia legata alla presenza di strade a traffico intenso. Si ritiene che valori oltre il limite si possano localizzare solo nell'immediata vicinanza delle principali arterie stradali. Si ritiene inoltre che le misure per il contenimento delle emissioni non siano da concentrare nella sola città di Trento, ma anche negli altri comuni della Provincia. In base a tali considerazioni, e operando a favore di sicurezza, si definisce come area di superamento l'intera zona di fondovalle.

Se vi è **superamento dei valori obiettivo**, regioni e province autonome **adottano le misure che non comportano costi sproporzionati** necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza sulle aree di superamento e a raggiungere i valori obiettivo nei termini prescritti

NORMA

La concentrazione media annuale di **benzo(a)pirene**, misurata nel punto di monitoraggio di Trento Parco S. Chiara, stazione di misura di fondo urbano sita nel comune di Trento, appartenente alla zona IT0403 "Fondovalle", è prossima ad 1 ng/m³, con valori di poco superiori o inferiori al valore obiettivo. Le campagne di monitoraggio condotte negli ultimi anni utilizzando mezzi mobili hanno

evidenziato concentrazioni anche di molto superiori al valore obiettivo anche in altre aree della zona di fondovalle. Le valutazioni di source apportionment e i dati dell'inventario delle emissioni permettono di associare quasi univocamente la presenza di questo inquinante alla **combustione della biomassa legnosa per il riscaldamento invernale in impianti domestici**.

In base ai dati raccolti, viene quindi definita come area di superamento tutto il territorio abitato, che coincide con la zona IT0403 “Fondovalle”.

I **centri abitati montani**, peraltro inclusi

dell’area di superamento zona “Fondovalle”, rappresentano dei punti critici cui destinare prioritariamente specifiche azioni del presente Piano.

Se vi è **superamento dei valori obiettivo** in relazione all’ozono, regioni e province autonome **adottano le misure che non comportano costi sproporzionati** necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza sulle aree di superamento e a raggiungere i valori obiettivo nei termini prescritti

Per quanto riguarda l’**ozono**, il valore obiettivo previsto come media sulle 8 ore viene superato in maniera diffusa sul territorio provinciale. Per tale motivo, viene definita come area di superamento tutta la zona IT0405 “zona ozono”, che corrisponde all’intero territorio provinciale.

Come detto, l’ozono è un inquinante secondario che si forma per reazioni tra composti definiti precursori di origine sia biogenica che antropogenica, nonché fortemente influenzato da variabili meteorologiche, come l’intensità della radiazione solare e la temperatura, ed orografiche.

Quindi pur in presenza di inquinanti precursori dell’ozono provenienti anche da emissioni antropogeniche (i principali sono gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili le cui sorgenti emissive sono da ricondurre, quantomeno nel nostro contesto, in particolare al traffico ed alle combustioni in genere), la presenza di concentrazioni di ozono diffusamente superiori alle soglie di attenzione ed allarme e ai valori obiettivo sull’intero territorio provinciale non può essere direttamente correlata ad emissioni locali e localizzate di inquinanti primari, quanto piuttosto a fenomeni ben più vasti e complessi che si manifestano contemporaneamente a

scala sovra regionale e talvolta sovra nazionale.

Pur tenendo in considerazione come le azioni del Piano mirino ad una riduzione degli inquinanti precursori dell’ozono, con ricadute positive anche su tale inquinante, a livello locale si è sostanzialmente costretti ad una “presa d’atto” dei valori misurati, superiori agli standard normativi, in quanto interventi concreti ed azioni di gestione della qualità dell’aria con reali effetti sulle concentrazioni di ozono sono implementabili solamente ad una scala territoriale decisamente più ampia di quella locale, addirittura sovranazionale.

Regioni e province autonome adottano le misure necessarie a **preservare la migliore qualità dell'aria ambiente** compatibile con lo sviluppo sostenibile nelle aree dove valori limite e obiettivo sono rispettati. Le misure interessano, anche in via preventiva, le principali sorgenti di emissione e sono inserite nei piani

NORMA

I dati raccolti presso le stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria evidenziano il rispetto dei valori limite per gli inquinanti **PM10, biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene e piombo**, ed il limite di media oraria per il **biossido di azoto**. Sono inoltre rispettati i valori obiettivo previsti per **PM2,5, arsenico, cadmio e nichel**.

Sulla base delle informazioni raccolte, si ritiene che per gli inquinanti biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene, piombo, arsenico, cadmio e nichel non sia necessario prevedere misure specifiche.

Diversamente, visto l'andamento negli anni del numero di superamenti del limite di media giornaliera previsto per le polveri sottili **PM10** (figura 34), i risultati delle campagne di monitoraggio condotte e la forte dipendenza delle concentrazioni dalle condizioni meteorologiche, si ritiene che tale inquinante rientri tra quelli per i quali è necessario adottare comunque misure necessarie a preservare la qualità dell'aria ambiente. Le criticità evidenziate sono localizzate esclusivamente nelle aree abitate, quindi le misure per preservare la migliore qualità dell'aria ambiente vanno applicate nella zona "Fondovalle".

In particolare, l'inventario delle emissioni in atmosfera e le evidenze delle analisi di source apportionment hanno messo in evidenza una stretta correlazione tra la fonte emissiva della combustione della biomassa legnosa in impianti domestici ed elevate concentrazioni di

polveri sottili. I centri abitati montani, peraltro inclusi nell'area di superamento zona "Fondovalle", rappresentano dei punti critici ai quali destinare prioritariamente specifiche azioni del presente Piano.

Con riferimento al **PM2,5**, la sua componente primaria è strettamente legata alla fonte emissiva della combustione domestica della biomassa, in analogia al PM10 e pertanto valgono le medesime considerazioni sopra riportate. La sua natura di inquinante secondario richiede peraltro un approccio integrato e mirato alla riduzione delle emissioni dei principali precursori.

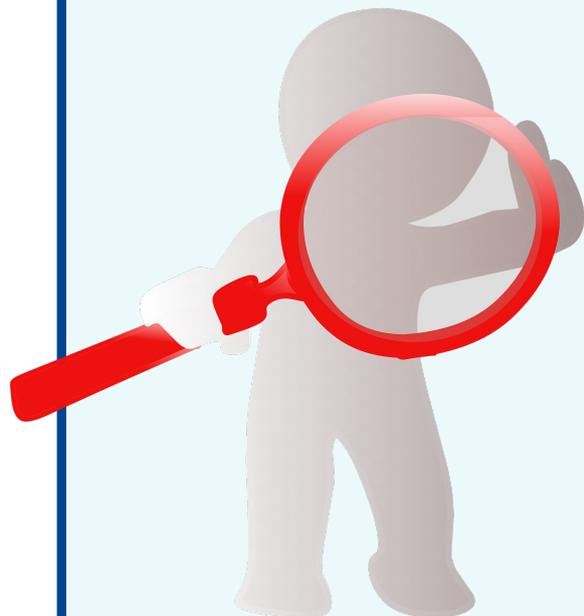
Considerando la complessità del fenomeno e tenendo conto dell'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione da rispettare al 2020, si ritiene che anche tale inquinante rientri tra quelli per i quali è necessario adottare misure necessarie a preservare la qualità dell'aria ambiente. Le criticità evidenziate sono localizzate esclusivamente nelle **aree abitate**, quindi le misure per mantenere la migliore qualità dell'aria ambiente vanno applicate nella zona "Fondovalle".

Le **zone di superamento** per gli inquinanti NO₂, B(a)P e O₃ e le zone di attenzione per PM10 e PM2.5 sono quindi riassunte in tabella 16.

Inquinante e stato		Zona	Estensione	Popolazione
NO ₂	Superamento del valore limite	IT0403 - Fondovalle	3.505 km ²	523.682 ab
B(a)P	Superamento del valore obiettivo	IT0403 - Fondovalle	3.505 km ²	523.682 ab
O ₃	Superamento del valore obiettivo	IT0405 - Zona Ozono	6.190 km ²	524.826 ab
PM10 PM2,5	Mantenimento stato di qualità	IT0403 - Fondovalle	3.505 km ²	523.682 ab

Tabella 16 - Zone di superamento e di attenzione

Box di approfondimento: TRASPORTO di INQUINANTI



Le misure individuate all'interno del Piano hanno come obiettivo la riduzione delle emissioni di inquinanti sul territorio provinciale. Va in ogni caso evidenziato come la presenza di inquinanti in atmosfera non sia riconducibile in maniera esclusiva alla presenza di fonti

locali, ma in parte anche al trasporto di **inquinanti provenienti da fuori provincia**.

In particolare, nella stagione invernale in diverse aree dell'Italia settentrionale si verificano condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti. In questi casi, all'indubbio contributo delle emissioni locali, si può sommare un significativo contributo derivante dal trasporto di inquinanti, precedentemente accumulati nel Bacino Padano, proveniente da sud. Tale fenomeno interessa prevalentemente la valle dell'Adige, l'Alto Garda e la Valle dei Laghi: in queste occasioni si osserva un innalzamento delle concentrazioni di particolato in atmosfera a partire dal Trentino meridionale, con valori che si attenuano man mano che si sale verso nord, mentre le valli laterali restano più riparate da questo fenomeno.

Contributo delle polveri sahariane

Altra fonte di particolato non locale è rappresentata dal trasporto di polveri sahariane. Tale fenomeno, che interessa principalmente le regioni del centro-sud Italia, viene in alcuni casi osservato anche in Trentino (figura 52). In giornate in cui la concentrazione media di PM10 è già prossima al valore limite, il contributo aggiuntivo sahariano può portare al superamento del limite stesso. Il D.Lgs. 155/2010 definisce le polveri sahariane come fonte naturale e consente di scorporare il loro contributo in fase di valutazione del rispetto dei limiti.

Nel 2014 ISPRA ha stimato il contributo di origine sahariana alla concentrazione di PM10 misurata nelle stazioni italiane di monitoraggio della qualità dell'aria. Tale studio ha permesso di identificare i casi in cui il contributo di questa fonte naturale portava, sommandosi alle altre fonti presenti, al superamento del limite di media giornaliera di 50 µg/m³.

Le valutazioni effettuate hanno permesso di stimare il contributo degli eventi sul Trentino negli anni 2011 e 2012, gli ultimi 2 anni in cui sono stati registrati più di 35 superamenti del limite di media giornaliera.

Il contributo delle polveri sahariane alla concentrazione di PM10 è stato quindi scorporato dal totale della media giornaliera. Tale operazione non ha comunque portato il numero annuale di sforamenti del limite di media giornaliera al di sotto del limite di 35 sforamenti. Sono stati quindi confermati i superamenti del limite per la zona “fondovalle” in entrambi gli anni analizzati.



Figura 68 - Deposito di polveri sahariane in Trentino – febbraio 2014 (fonte: Meteotrentino)