

2 LA QUALITÀ DELL'ARIA: LE FONTI DI PRESSIONE

2.1 Introduzione

Le attività antropiche che costituiscono le principali fonti di pressione sulla qualità dell'aria possono essere così sintetizzate: lavorazioni industriali ed artigianali, impianti di riscaldamento e trasporto su strada.

Durante gli ultimi decenni il quadro emissivo è profondamente mutato. In particolare si è passati dalle emissioni dovute all'utilizzo di derivati del petrolio e di carbone caratterizzate da alte quantità di biossido di zolfo e di particolato, oltre che di ossidi di azoto e di carbonio, alle emissioni causate dalla combustione del gas naturale e dal traffico veicolare, caratterizzate da piccole quantità di biossido di zolfo, con emissioni di particolato quantitativamente e qualitativamente differenti, e significative emissioni di ossidi di azoto e, per il traffico, anche di monossido di carbonio.

Le emissioni di ossidi di zolfo, ossidi di azoto e carbonio, nonché di particolato fine sono diminuite nell'ultimo decennio. Nonostante ciò il superamento di alcuni valori limite, in particolare per l'ozono il particolato fine (PM10) in alcune zone anche per il biossido di azoto è un fenomeno frequente, che interessa in particolare la popolazione residente nelle zone urbane.

La concentrazione degli inquinanti in aria dipende, infatti, da molteplici fattori, di cui uno è rappresentato dalla componente emissiva: bisogna, infatti, tenere presente le caratteristiche delle fonti di inquinamento, l'intensità e la loro distribuzione sul territorio, l'urbanistica delle città. Determinanti sono, inoltre, le condizioni meteorologiche che determinano il grado di dispersione degli inquinanti e la diluizione con aria più pulita dopo che le emissioni hanno avuto luogo.

2.2 Le emissioni industriali

Le emissioni da attività industriali rappresentano nella provincia di Verona una fonte non trascurabile di inquinamento atmosferico. Oltre ai "macroinquinanti" tradizionali quali biossido di zolfo, composti organici volatili diversi dal metano, monossido di carbonio, particelle sospese, vanno considerate le sostanze alogenate, i metalli pesanti, i composti organici persistenti e gli alogeni tal quali. Non vanno dimenticate infine le sostanze odorigene che, a fronte di concentrazioni talvolta prossime ai limiti di rivelabilità analitica, deteriorano l'ambiente e producono grave disagio ai lavoratori ed alla popolazione residente nell'intorno del sito industriale.

Sono state stimate le emissioni industriali, in modo cautelativo, calcolando i flussi di massa dei differenti inquinanti sulla base delle portate volumetriche autorizzate dalla Provincia di Verona, ente competente al rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera.

Il quadro normativo di riferimento per le emissioni in atmosfera del comparto produttivo si basa sul DPR 203/88, che prevede: per gli impianti esistenti al 1 luglio 1988, la presentazione di una domanda per la continuazione delle emissioni in atmosfera, per la costruzione di nuovi impianti, le modifiche o il trasferimento di impianti esistenti, un'autorizzazione preventiva.

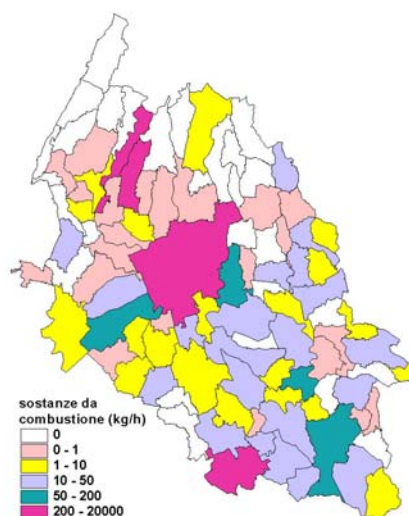
La Provincia di Verona, alla data del 6 marzo 2003, ha autorizzato alle emissioni in atmosfera 1720 ditte, per complessivi 2067 impianti e 8767 camini.

Per una stima della pressione sulla matrice atmosfera determinata dal settore produttivo le sostanze autorizzate sono state divise in quattro macrocategorie ossia polveri inerti, sostanze organiche volatili, sostanze inorganiche e prodotti della combustione.

L'impatto delle emissioni industriali sul territorio provinciale è stato rappresentato su una mappa, riportando, per ogni comune, il flusso complessivo di sostanze autorizzate per ogni singolo camino. Tale rappresentazione, anche se risulta essere una stima probabilmente in eccesso rispetto alla realtà poiché riporta i limiti massimi autorizzati, limiti che non dovrebbero essere mai superati nelle fasi di esercizio degli impianti, è tuttavia un utile strumento di raffronto per rilevare le zone del territorio dove sono più pressanti gli effetti delle emissioni produttive.

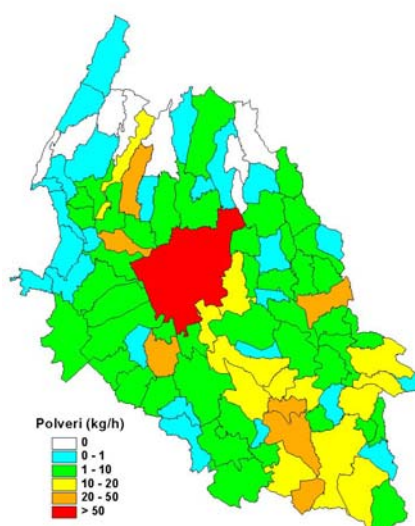
Complessivamente nel territorio provinciale è autorizzato, ai sensi del DPR 203/88, un flusso di massa complessivo di 2743 Kg/ora di sostanze prodotte della combustione quali ossidi di azoto, ossidi di zolfo ed ossidi di carbonio.

Figura 2-1: mappa dei flussi di massa complessivi di prodotti della combustione, per ogni singolo comune, dovuti agli impianti autorizzati alle emissioni in atmosfera dalla Provincia di Verona, ai sensi del DPR 203/88. Situazione aggiornata a marzo 2003. (Fonte: Provincia di Verona)



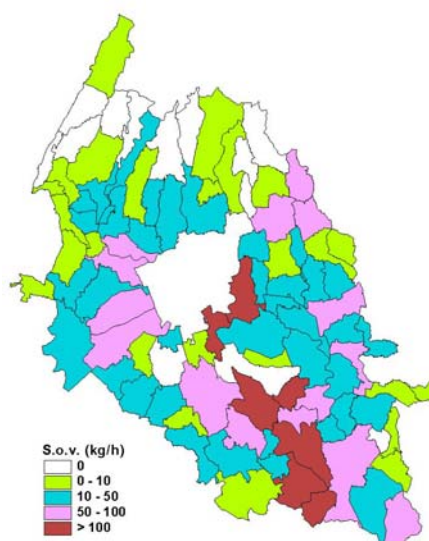
Nel territorio provinciale è autorizzato, come emissione da camini di insediamenti produttivi, un flusso di massa complessivo di polvere pari a 666 Kg/ora.

Figura 2-2: Mappa dei flussi di massa complessivi di polvere, per ogni singolo comune, dovuti agli impianti autorizzati alle emissioni in atmosfera dalla Provincia di Verona, ai sensi del DPR 203/88. Situazione aggiornata a marzo 2003. (Fonte: Provincia di Verona).



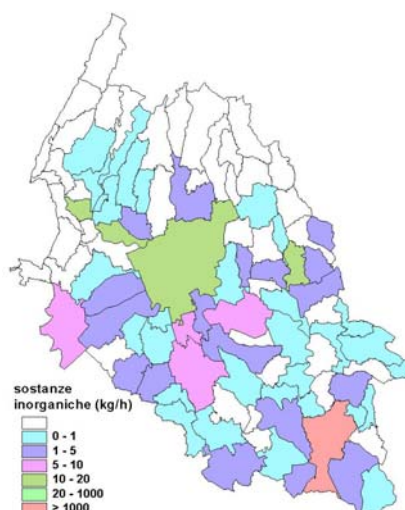
Con il termine sostanze organiche volatili (SOV) si sono in realtà sommati i flussi massa complessivi di più sostanze diverse, tra le quali figurano idrocarburi alifatici ed aromatici, chetoni, esteri, alcoli, ammine ed aldeidi. Complessivamente nel territorio provinciale è autorizzata l'emissione, espressa come flusso di massa, di 4615 Kg/ora di sostanze organiche.

Figura 2-3: mappa dei flussi di massa complessivi di sostanze organiche, per ogni singolo comune, dovuti agli impianti autorizzati alle emissioni in atmosfera dalla Provincia di Verona, ai sensi del DPR 203/88. Situazione aggiornata a marzo 2003. (Fonte: Provincia di Verona)



Con il termine di sostanze inorganiche, che risultano essere più di 80 diversi tipi di molecole, si intendono sostanze acide come l'acido solforico, cloridrico e acetico, sostanze basiche quali l'ammoniaca, l'idrato di sodio nonché ossidi, idrati e sali di metalli quali piombo, rame, zinco, cadmio, mercurio, nichel e manganese. Complessivamente nel territorio provinciale è autorizzata l'emissione, espressa come flusso di massa, di 1227 Kg/ora di sostanze inorganiche.

Figura 2-4: mappa dei flussi di massa complessivi di sostanze inorganiche, per ogni singolo comune, dovuti agli impianti autorizzati alle emissioni in atmosfera dalla Provincia di Verona, ai sensi del DPR 203/88. Situazione aggiornata a marzo 2003. (Fonte: Provincia di Verona)

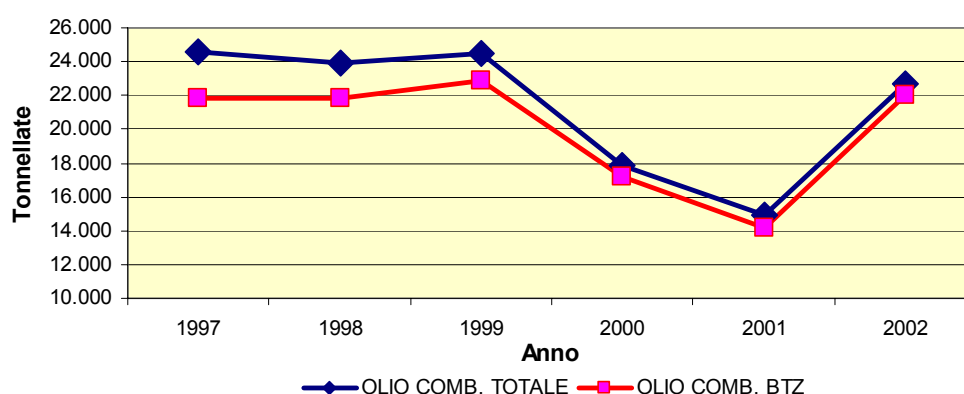


2.3 Le emissioni da impianti termici

La pressione esercitata dagli impianti termici sia industriali che civili è legata essenzialmente all'emissione di ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x), biossido di carbonio (CO_2) e metalli pesanti, mentre risulta minore l'impatto di sostanze quali i solventi organici volatili (S.O.V.), monossido di carbonio (CO), ossido di azoto (N_2O) ed ammoniaca.

Tra gli inquinanti sopra menzionati vi sono gli ossidi di zolfo che, a seguito della combinazione con l'umidità dell'aria sono responsabili tra l'altro della formazione delle cosiddette piogge acide. La causa principale della formazione della SO_2 è lo zolfo presente nei combustibili, soprattutto nei carboni e negli oli combustibili. La graduale sostituzione delle caldaie alimentate a carbone con caldaie alimentate a gas metano e l'utilizzo di combustibili a sempre più basso tenore di zolfo ha portato ad una drastica riduzione delle emissioni di SO_2 , riduzione che risulta anche nelle misure di qualità dell'aria effettuate dalle centraline. Un esempio di questa riduzione dell'utilizzo di combustibili a basso tenore di zolfo si ha analizzando le vendite a Verona dal 1997: la quota di olio a basso tenore di zolfo (olio definito BTZ e caratterizzato da una concentrazione di zolfo $< 1\%$) rispetto all'olio combustibile totale è passata dal 89% del 1997 al 97% del 2002.

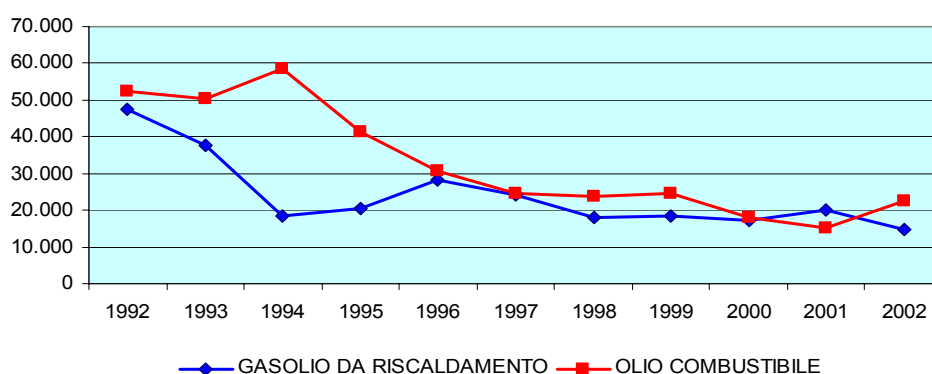
Figura 2-5: confronto tra le vendite di olio combustibile totali e quelle di olio BTZ dal 1997 ad oggi (Fonte: Bollettino petrolifero)



I quantitativi di inquinanti emessi dagli impianti termici dipendono dal tipo e dalla quantità di combustibile nonché dalla tipologia dell'impianto.

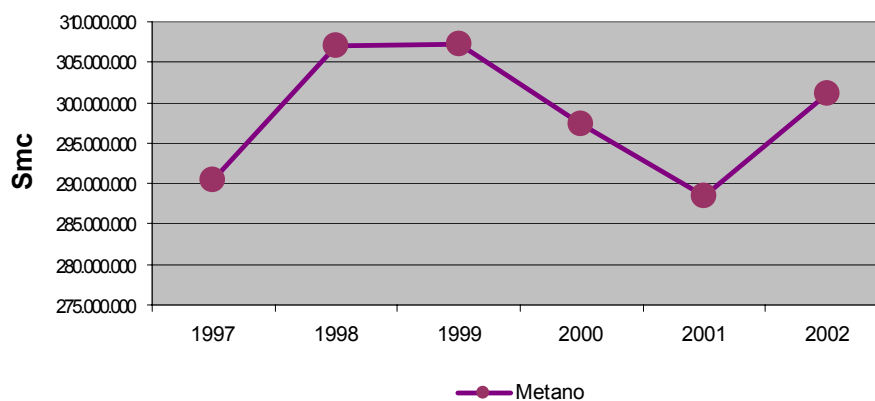
Relativamente ai consumi di combustibile, in Figura 2-6 sono riportati i consumi di gasolio da riscaldamento e di olio combustibile nel periodo 1992 – 2002 in provincia di Verona: vi è una costante tendenza ad una limitazione del loro consumo.

Figura 2-6: andamento delle vendite, espresse in tonnellate, a Verona e provincia di gasolio da riscaldamento ed olio combustibile negli anni 1992 - 2002 (Fonte: Bollettino petrolifero)



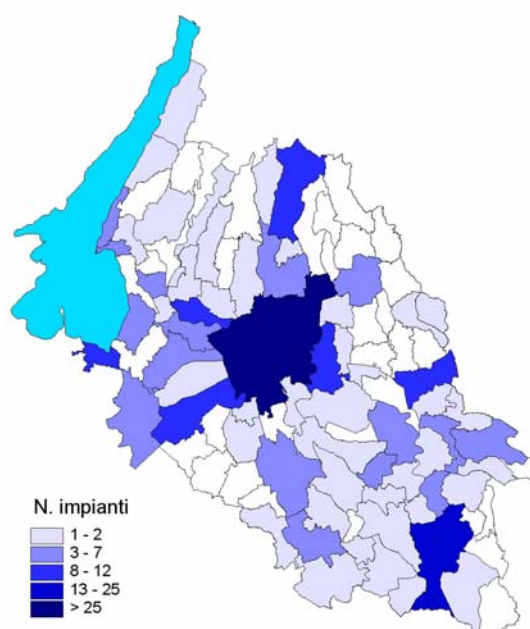
Sui consumi di gas metano sono stati trovati dati solo relativamente al comune di Verona e per il periodo 1997-2002, l'andamento è riportato in Figura 2-7.

Figura 2-7: andamento dei consumi di gas metano a Verona negli anni 1997 - 2002 (Fonte: AGSM)



Relativamente alle tipologia di impianti termici presenti nel territorio provinciale, si sono riportati in Figura 2-8, per ogni comune, una rappresentazione della numerosità di impianti di riscaldamento, con potenza superiore ai 116 KW, soggetti a verifiche quinquennali sulla loro funzionalità: non si rappresenta pertanto il numero effettivo di impianti presenti bensì la loro distribuzione relativa nel territorio provinciale.

Figura 2-8: mappa della distribuzione di impianti termici, con potenzialità superiore a 116 KW, assoggettati a verifica periodica, presenti nei diversi comuni della provincia di Verona. (Fonte: Dipartimento provinciale ARPAV di Verona)



2.4 Le emissioni da trasporti stradali

La provincia di Verona è attraversata da Nord a Sud e da Est a Ovest da due arterie di importanza nazionale: l'autostrada del Brennero, che rappresenta il collegamento principale fra il Sud della penisola e la Germania, e l'autostrada Brescia – Padova che è un tronco dell'asse di attraversamento della pianura Padana che collega l'Est Europeo con la Francia passando per centri di grande importanza economica quali Milano, Torino, e la stessa Verona.

La viabilità principale della provincia comprende, inoltre, le strade statali con un'estensione pari a 326 Km, che attraversano 47 comuni della provincia e le strade provinciali con un'estensione di 1610 Km. Nella Tabella 2-1 è riportata la lunghezza dei tratti autostradali e delle strade statali e provinciali che interessano il territorio della nostra provincia.

Tabella 2-1: Lunghezza complessiva delle strade provinciali, statali e autostrade che interessano il territorio provinciale di Verona

	Lunghezza (Km)
Autostrade	116
Strade statali	326
Strade provinciali	1610

La Provincia di Verona – Servizio Viabilità ha sviluppato, negli anni compresi tra il 1999 e il 2002, un programma di monitoraggio del traffico sulla rete stradale extraurbana. Per ogni arteria interessata dallo studio è stato scelto uno o più siti di rilevamento: in Figura 2-9 è rappresentato il flusso giornaliero medio, nei giorni feriali, sopportato dalle autostrade e dalle strade statali e provinciali oggetto di studio da parte della Provincia di Verona.

I dati relativi al flusso di traffico sulle autostrade sono stati forniti dalla società Autostrade Brescia-Padova e da Autostrada del Brennero S.p.A. È stato poi calcolato il traffico giornaliero medio nei giorni feriali, nel semestre estivo e nel semestre invernale: i dati rappresentati nel grafico di Figura 2-9 si riferiscono al flusso medio nei giorni feriali.

Si può osservare (Figura 2-9) come il flusso di traffico dovuto ai veicoli leggeri (automobili e furgoncini per il trasporto merci) su alcune strade statali e provinciali sia rilevante e confrontabile a quello riscontrato ad esempio sull'autostrada A22 del Brennero. Il traffico pesante interessa invece principalmente gli assi autostradali dove è pari a circa 5 volte quello mediamente osservato sulle strade statali e provinciali.

I risultati dell'indagine sui flussi veicolari delle strade statali e provinciali hanno costituito la base di partenza per la stima delle emissioni da traffico e il calcolo della dispersione degli inquinanti. La stima delle emissioni è stata effettuata tramite il programma EMIT, considerando la composizione del parco veicolare della provincia di Verona fornitaci dall'ACI ed i fattori di emissione EMEP – CORINAIR. Sono stati presi in considerazione solo i tratti delle strade provinciali e statali a cui potevano essere attribuiti i flussi rilevati: in Figura 2-10 e Figura 2-11 sono rappresentate le emissioni di benzene e di monossido di carbonio in g/Km/s nei tratti stradali considerati.

In Tabella 2-2 sono riportate il rateo di emissione annuale di monossido di carbonio, ossidi di azoto, PM10 primario e benzene, in tonnellate per chilometro per anno. Per quanto riguarda le polveri sottili (PM10) è stata valutata solo l'emissione della componente primaria, cioè di quella componente direttamente attribuita ai processi di combustione che avvengono nei motori degli autoveicoli. Altre fonti importanti di PM10 primario, non considerate in questo studio, sono quelle legate all'usura di freni e pneumatici ed alla risospensione delle polveri dal suolo. Vi è, inoltre, una componente secondaria dovuta alla condensazione in atmosfera di altri inquinanti gassosi quali ammoniaca, ossidi di azoto e di zolfo.

In Figura 2-12 e Figura 2-13 sono posti a confronto le emissioni di PM10 primario e ossidi di azoto dovute al traffico stradale nelle diverse arterie considerate: la differenza è dovuta sia al numero ed alla tipologia di veicoli che transitano sulle arterie considerate, sia alla velocità media di percorrenza.

Figura 2-9: traffico giornaliero medio, suddiviso in veicoli leggeri e pesanti, relativo ai soli giorni feriali, sulle autostrade, strade provinciali e statali che attraversano la provincia di Verona (fonte: Provincia di Verona, Società Autostrade Brescia-Padova, Autostrada del Brennero).

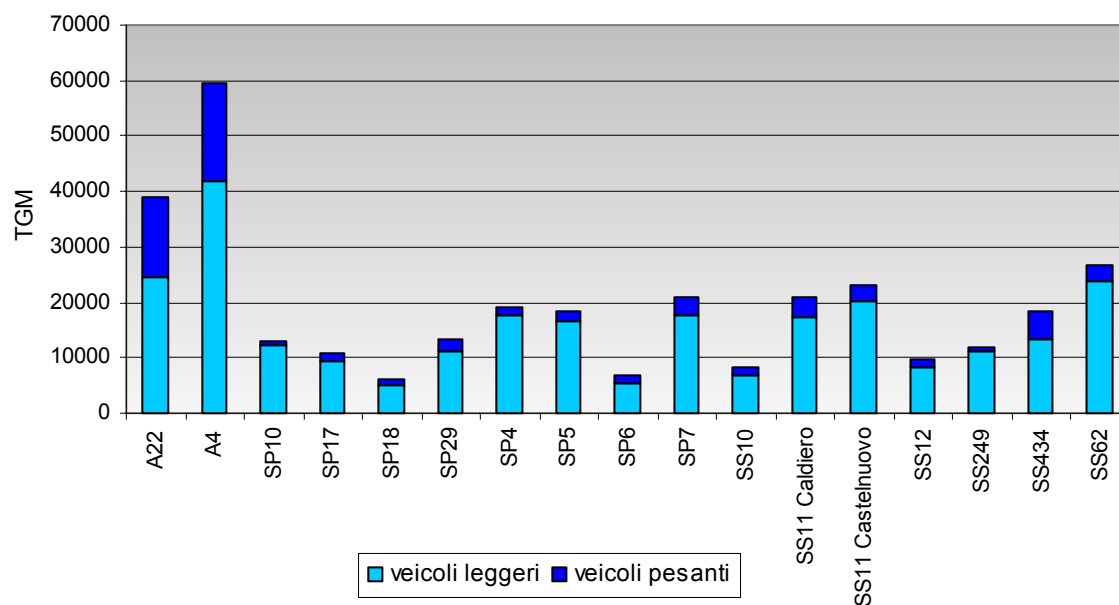


Figura 2-10: emissioni di benzene (in g/Km/s) dovuto al traffico veicolare sulle autostrade A4 e A22, e su alcuni tratti delle strade statali e provinciali che interessano la provincia di Verona (elaborazioni ARPAV, fonte dei dati: Provincia di Verona, Società Autostrada Brescia – Padova, Autostrada del Brennero)

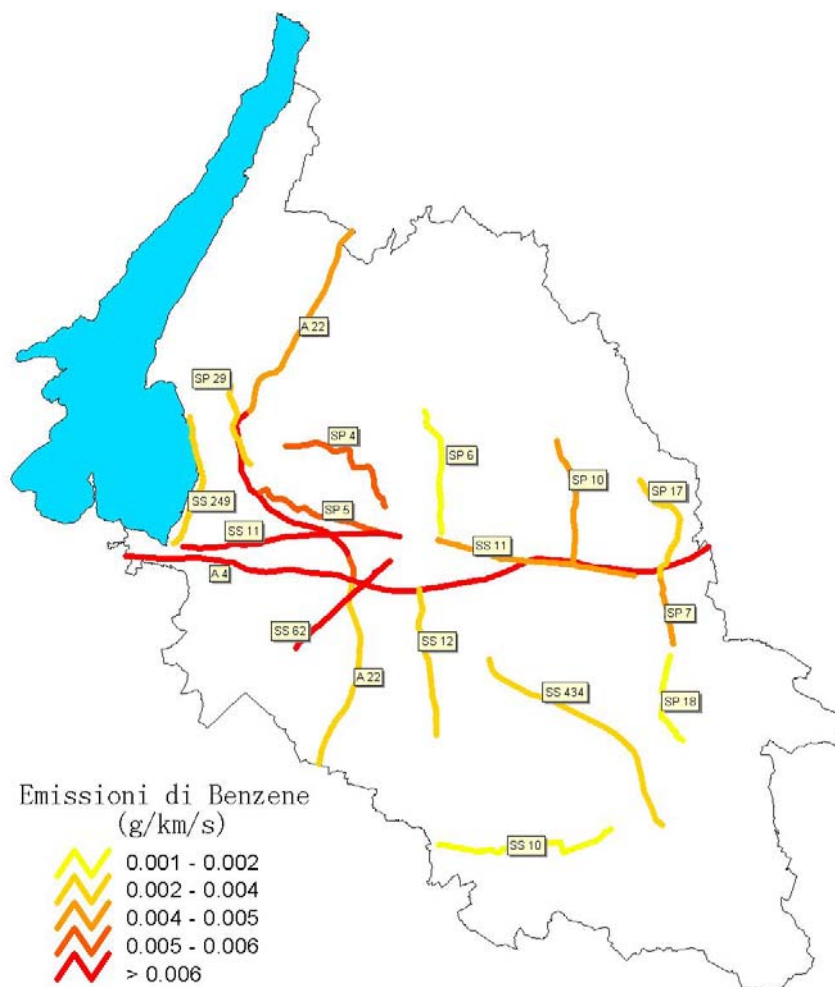


Tabella 2-2: rateo di emissione di ossidi di azoto (NO_x), particolato fine (PM10) - componente primaria, benzene, monossido di carbonio (CO) in g/Km/s dovuto al traffico veicolare nei giorni feriali sulle autostrade, strade provinciali e statali (elaborazioni in ARPAV).

	NOx (g/Km/s)	PM10 (g/Km/s)	benzene(g/Km/s)	CO (g/Km/s)
A22 del Brennero	2.8	0.10	0.006	2.0
A4 – Brescia Padova	3.7	0.14	0.010	3.1
SP18 – Albaredo d'Adige	0.5	0.02	0.003	0.5
SP29 – Affi	0.2	0.01	0.001	0.2
SP5 – Bussolengo	0.5	0.02	0.005	0.7
SP6 – Grezzana	0.3	0.01	0.001	0.3
SP7 – San Bonifacio	0.7	0.03	0.005	0.8
SP17 – Val d'Alpone	0.3	0.01	0.002	0.4
SP10 – Val d'Illasi	0.3	0.01	0.004	0.6
SP4 – Valpolicella	0.5	0.02	0.006	0.8
SS12 – Buttapietra	0.4	0.01	0.003	0.4
SS11 Caldiero	0.8	0.03	0.005	0.8
SS 11 - Castelnuovo	0.7	0.03	0.007	1.0
SS249 – Lazise	0.3	0.01	0.004	0.5
SS10 – Sanguinetto	0.3	0.01	0.002	0.3
SS434 – Transpalesana	1.0	0.03	0.003	0.7
SS62 – Villafranca	0.7	0.03	0.006	1.0

Figura 2-11: emissioni di monossido di carbonio (in g/Km/s) dovuto al traffico veicolare sulle autostrade A4 e A22, e su alcuni tratti delle strade statali e provinciali che interessano la provincia di Verona (elaborazioni ARPAV, fonte dei dati: Provincia di Verona, Società Autostrada Brescia – Padova, Autostrada del Brennero)

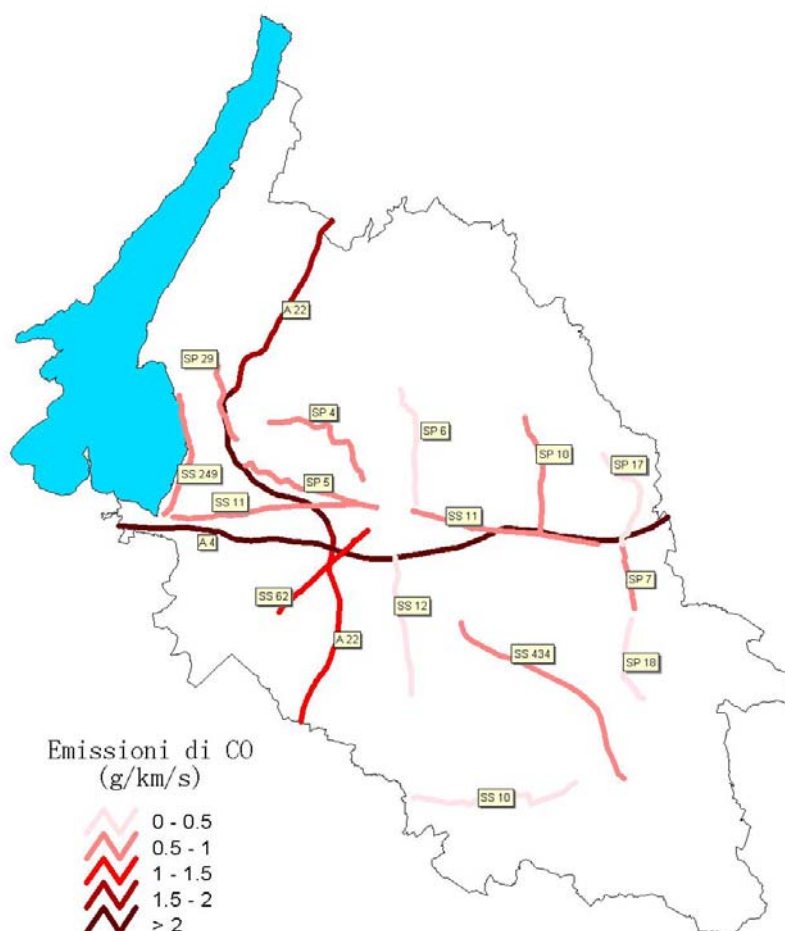


Figura 2-12: contributo delle diverse arterie stradali alle emissioni di PM10 primario (in tonnellate per anno e per chilometro) (elaborazioni ARPAV, fonte dei dati: Provincia di Verona, Società Autostrada Brescia – Padova, Autostrada del Brennero)

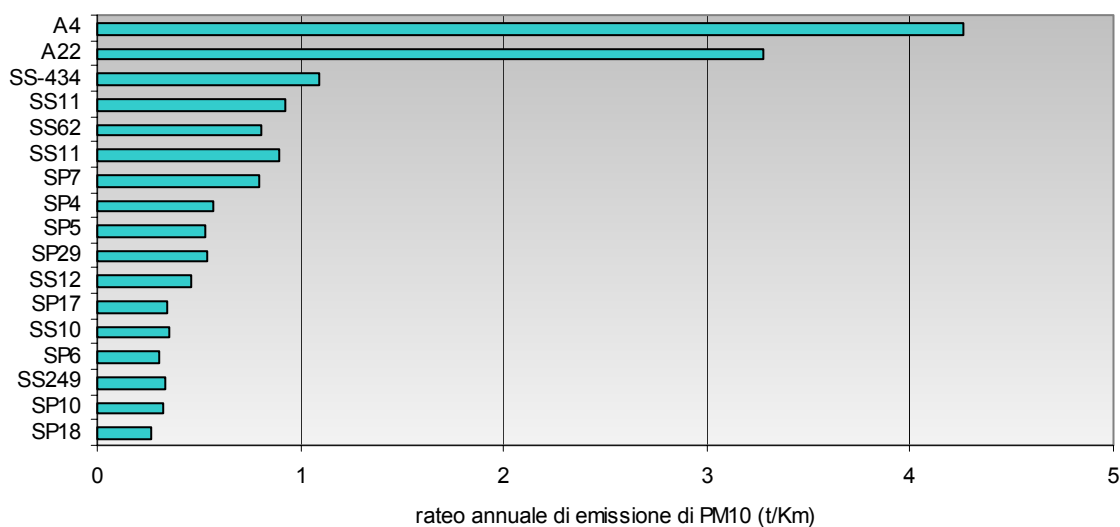


Figura 2-13: contributo delle diverse arterie stradali alle emissioni di ossidi di azoto (in tonnellate per anno e per chilometro) (elaborazioni ARPAV, fonte dei dati: Provincia di Verona, Società Autostrada Brescia – Padova, Autostrada del Brennero)

